

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Evaluación y mejoramiento de sistema de abastecimiento de agua
potable en el Asentamiento Humano San Pedrito, Samanco-Santa-
Áncash, 2025”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Autor:

Bach. Polo Vasquez, Nayeli Edith
Código ORCID: 0009-0007-0989-3748

Asesor:

Ms. Ing. Sparrow Alamo, Edgar Gustavo
DNI: 32904375
Código ORCID: 0000-0003-4469-0288

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Evaluación y mejoramiento de sistema de abastecimiento de agua
potable en el Asentamiento Humano San Pedrito, Samanco-Santa-
Áncash, 2025”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

REVISADO Y APROBADO POR:

Ms. Ing. Edgar Gustavo Sparrow Alamo

Asesor

DNI: 32904375

Código ORCID: 0000-0003-4469-0288

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Evaluación y mejoramiento de sistema de abastecimiento de agua potable en el
Asentamiento Humano San Pedrito, Samanco-Santa-Áncash, 2025”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
REVISADO Y APROBADO POR LOS SIGUIENTES JURADOS:**

Dr. Ing. Janet Verónica Saavedra Vera
Presidente
DNI: 32964440
Código ORCID: 0000-0002-4195-982X

Dr. Atilio Rubén López Carranza
Secretario
DNI: 32965940
Código ORCID: 0000-0002-3631-2001

Ms. Ing. Edgar Gustavo Sparrow Alamo
Integrante
DNI: 32904375
Código ORCID: 0000-0003-4469-0288

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2026



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil
- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 07 días del mes de octubre del año dos mil veintiséis, siendo las 11:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 411-2026-UNS-CFI, con fecha 10.09.2026, integrado por los siguientes docentes: Dra. Janet Verónica Saavedra Vera (Presidente), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Secretario), Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo (Integrante), Ms. Luz Esther Alvarez Asto (Accesitario), en base a la Resolución Decanal N° 569-2026-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: **"EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SAN PEDRITO, SAMANCO – SANTA – ANCASH, 2025"**, presentado por la Bachiller **POLO VASQUEZ NAYELI EDITH** con cód. N° 0202013024, quien fue asesorado por el docente Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo según lo establece la T. Resolución Decanal N° 635-2024-UNS-FI, de fecha 09.10.2024.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
POLO VASQUEZ NAYELI EDITH	17	BUENO

Siendo las 12:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 07 de octubre de 2026.

Dra. Janet Verónica Saavedra vera
Presidente

Dr. Atilio Rubén López Carranza
Secretario

Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo
Integrante

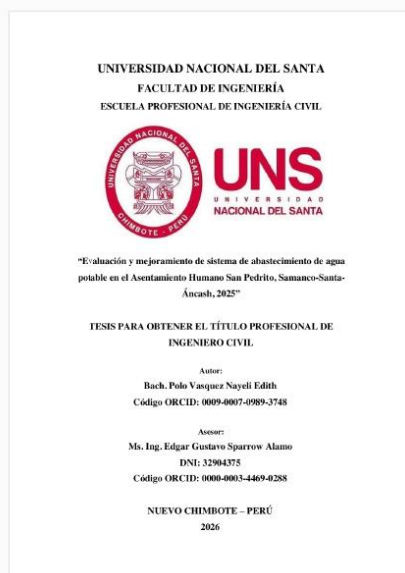


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Nayeli Edith Polo Vasquez
Título del ejercicio: INFORME DE TESIS FINAL
Título de la entrega: NAYELI POLO TESIS FINAL.pdf
Nombre del archivo: NAYELI_POLO_TESIS_FINAL.pdf
Tamaño del archivo: 1.95M
Total de páginas: 119
Total de palabras: 23,713
Total de caracteres: 129,096
Fecha de entrega: 14-oct-2026 03:22p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 3007637953



INFORME DE ORIGINALIDAD

17 %	17 %	6 %	8 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7 %
2	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	3 %
3	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1 %
4	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	Submitted to Universidad Peruana Del Centro Trabajo del estudiante	<1 %
6	Submitted to Universidad Nacional de Cajamarca Trabajo del estudiante	<1 %
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
8	Submitted to Universidad Catolica de Trujillo Trabajo del estudiante	<1 %
9	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
12	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unah.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1 %

Dedicatoria

A mi madre, por formarme con amor y valores, por guiarme en cada etapa de mi vida, por darme su bendición cada día, confiar siempre en mí y permanecer a mi lado en todo momento. Su esfuerzo, sacrificio y dedicación han sido el cimiento sobre el cual he construido este logro.

A mi padre, por todo su apoyo incondicional, por estar a mi lado en cada paso de este camino y por ser una presencia constante en los momentos más importantes de mi vida.

A mi hermana, por su cariño, compañía y apoyo en cada momento, convirtiéndose siempre en una persona con la que he podido contar.

A Toshihiko, por su amor y apoyo incondicional, por impulsarme a seguir adelante y acompañarme durante este proceso. Por su confianza, comprensión y constante motivación, que fueron fundamentales para afrontar los desafíos y culminar esta etapa académica.

Con todo mi cariño, dedico este trabajo a ustedes, quienes han sido mi mayor motivación e inspiración para terminar esta importante etapa en mi vida profesional

Agradecimiento

En mi primer lugar, agradezco a Dios, por guiarme en cada etapa de este proceso, darme la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para poder superar los desafíos presentados y por permitirme alcanzar esta importante meta.

A mis padres, quienes con su esfuerzo, comprensión y apoyo incondicional hicieron posible este logro. Su confianza, sus enseñanzas y el constante impulso que me brindaron fueron fundamentales para continuar avanzando hasta culminar esta etapa de mi formación.

A Ms. Ing. Edgar Gustavo Sparrow Alamo, por su orientación, dedicación y valiosos conocimientos brindados durante el proceso de la presente investigación. Sus observaciones y recomendaciones fueron importantes para la culminación de este trabajo.

Finalmente, agradezco a los docentes de la Universidad Nacional del Santa, por la formación académica recibida a lo largo de la carrera, así como por los conocimientos y experiencias compartidos, los cuales fortalecieron desarrollo profesional y personal.

Índice General

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción y Formulación del Problema	1
1.1.1 Descripción	1
1.1.2 Formulación del Problema.....	4
1.2 Objetivos	5
1.2.1 Objetivo General.....	5
1.2.2 Objetivos Específicos	5
1.3 Formulación de la Hipótesis	6
1.4 Justificación e Importancia	6
1.4.1 Justificación	6
1.4.2 Importancia	8
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Antecedentes	10
2.1.1 Internacionales.....	10
2.1.2 Nacionales	13
2.2 Marco Conceptual.....	16
2.2.1 Fuentes de Agua	16
2.2.2 Sistema de abastecimiento de agua	19
2.2.3 Componentes de un sistema de agua potable:	22
2.2.3.1 Obras de captación.....	22
2.2.4 Criterios de diseño para evaluación de sistemas de agua potable	25

3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	33
3.1 Enfoque	33
3.2 Alcance	33
3.3 Método	34
3.4 Diseño de la Investigación.....	34
3.5 Población	35
3.6 Muestra	36
3.7 Operacionalización o Categorización de Variables.....	36
3.7.1 Variables	36
3.7.2 Definición Conceptual.....	36
3.7.3 Definición Operacional.....	37
3.8 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	38
3.8.1 Técnicas	38
3.8.2 Instrumentos	38
3.9 Técnicas de Análisis de Resultados.....	39
4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1 Resultados	41
4.1.1 Estado actual de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable en AAHH San Pedrito.....	41
4.1.2 Causas de las deficiencias de los componentes del sistema de agua potable.....	62
4.1.3 Diseño de mejoramiento para un adecuado sistema de abastecimiento de agua potable.....	78

4.2 Discusión	93
5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
5.1 Conclusiones	99
5.2 Recomendaciones	100
6. CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
7. CAPÍTULO VII: ANEXOS	108

Índice de Tablas

Tabla 1. Periodo de diseño de infraestructura sanitaria.....	27
Tabla 2. Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab*d).....	29
Tabla 3. Dotación de agua para centros educativos.....	30
Tabla 4. Evaluación de captación, pozo tubular	44
Tabla 5. Ubicación de pozo tubular	45
Tabla 6. Resultados de estudios de calidad de agua	46
Tabla 7. Estado de la línea de impulsión	48
Tabla 8. Evaluación del reservorio elevado.....	50
Tabla 9. Evaluación de la línea de conducción.....	52
Tabla 10. Evaluación de piletas domiciliarias	59
Tabla 11. Cálculo de población actual del A.A.H.H. San Pedrito (2025).....	63
Tabla 12. Instituciones Educativas	64
Tabla 13. Habitantes de acuerdo a los CENSOS 2007 y 2017	64
Tabla 14. Cálculo de población futura.....	66
Tabla 15. Dotación de agua por regiones	67
Tabla 16. Dotación de agua para centros educativos.....	68
Tabla 17. Dotación para I.E. N°88367	68
Tabla 18. Cálculo de Demanda de Agua Potable Proyectada	69
Tabla 19. Parámetros de diseño para servicios de agua.....	70
Tabla 20. Determinación del volumen de almacenamiento.....	71
Tabla 21. Volumen de almacenamiento	72
Tabla 22. Resultados de la simulación hidráulica en las tuberías de la red existente....	73
Tabla 23. Presiones de la red de distribución existente en manzana A.	74

Tabla 24. Presiones de la red de distribución existente en manzana B.	74
Tabla 25. Presiones de la red de distribución existente en manzana C.	75
Tabla 26. Presiones de la red de distribución existente en manzana D.	76
Tabla 27. Presiones de la red de distribución existente en manzana E.....	76
Tabla 28. Presiones de la red de distribución existente en ampliación.	77
Tabla 29. Resultados de los parámetros hidráulicos de las tuberías de la simulación de la propuesta de mejoramiento.....	90
Tabla 30. Resultados del modelamiento de la propuesta de red de distribución en sector 1.	91
Tabla 31. Resultados del modelamiento de la propuesta de red de distribución en sector 2.	92
Tabla 32. Resultados del modelamiento de la propuesta de red de distribución en sector 3.	93

Índice de Figuras

Figura 1. Fuente de aguas superficiales.....	17
Figura 2. Fuente de agua subterránea	18
Figura 3. Sistemas por gravedad con tratamiento	20
Figura 4. Sistema por gravedad sin tratamiento	21
Figura 5. Sistema por bombeo con tratamiento.....	21
Figura 6. Sistema por bombeo sin tratamiento	22
Figura 7. Componentes de sistema de agua potable.....	24
Figura 8. Ubicación del proyecto	41
Figura 9. Ubicación geográfica de AAHH San Pedrito	42
Figura 10. Pozo Tubular	45
Figura 11. Línea de impulsión.....	48
Figura 12. Caseta de bombeo	49
Figura 13. Equipo de bombeo	49
Figura 14. Reservorio elevado.....	51
Figura 15. Línea de aducción	52
Figura 16. Rango de calificación del índice de sostenibilidad	62
Figura 17. CENSO 2007 - Distrito de Samanco	65
Figura 18. CENSO 2017 - Distrito de Samanco	65
Figura 19. Método geométrico para población futura	66
Figura 20. Dimensiones y características de tuberías PVC-U para fluidos a presión. ..	81
Figura 21. Selección de electrobomba sumergible Pedrollo	87

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar y mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable del Asentamiento Humano San Pedrito, distrito de Samanco, provincia de Santa, departamento de Áncash.

La investigación fue de enfoque cuantitativo, con diseño no experimental y alcance descriptivo. La muestra estuvo conformada por las viviendas con conexión activa de agua potable, los principales componentes del sistema de abastecimiento (pozo tubular, equipo de bombeo, reservorio y red de distribución) y el personal responsable de su operación y mantenimiento. Para la recolección de información se utilizaron como instrumentos el cuestionario, la guía de observación, planos topográficos, los informes de laboratorio para el análisis de la calidad del agua y el software WaterCAD para el modelamiento hidráulico.

Los resultados evidenciaron un índice de sostenibilidad de 3.31, clasificando al sistema como medianamente sostenible. Asimismo, se observó que el reservorio actual de 10 m³ es insuficiente para poder satisfacer la demanda proyectada, los cálculos determinaron que se requiere un volumen de 20 m³. La simulación hidráulica del sistema existente mostró presiones inferiores a las establecidas por la normativa vigente; por ello, se formuló una propuesta de mejoramiento que incluyó la ampliación del reservorio, el reemplazo del sistema de bombeo, el incremento del diámetro de la línea de aducción y la sectorización de la red. La simulación de la propuesta permitió obtener presiones entre 13.5 y 18.4 m.c.a., cumpliendo con los criterios técnicos establecidos por la Resolución Ministerial N.º 192-2018-VIVIENDA.

Palabras clave: *abastecimiento de agua, agua potable, desarrollo sostenible, ingeniería hidráulica.*

Abstract

The objective of this study was to evaluate and improve the drinking water supply system in the San Pedrito settlement, Samanco district, Santa province, Áncash department.

The study employed a quantitative approach, with a non-experimental design and descriptive scope. The sample consisted of households with active drinking water connections, the main components of the supply system (tubular well, pumping equipment, reservoir, and distribution network), and the personnel responsible for its operation and maintenance. The following instruments were used to collect data: a questionnaire, an observation guide, topographic maps, laboratory reports for water quality analysis, and WaterCAD software for hydraulic modeling.

The results showed a sustainability index of 3.31, classifying the system as moderately sustainable. Furthermore, it was observed that the current 10 m³ reservoir is insufficient to meet projected demand; calculations determined that a volume of 20 m³ is required. The hydraulic simulation of the existing system showed pressures lower than those established by current regulations; therefore, an improvement proposal was formulated that included expanding the reservoir, replacing the pumping system, increasing the diameter of the water main, and dividing the network into sectors. Simulation of the proposal yielded pressures between 13.5 and 18.4 m.c.a., meeting the technical criteria established by Ministerial Resolution No. 192-2018-VIVIENDA.

Keywords: *water supply, drinking water, sustainable development, hydraulic engineering.*

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción y Formulación del Problema

1.1.1 Descripción

Según un informe de UNICEF (2020) el agua potable es un recurso de uso primordial para la vida y su sustento. Cuando una población no cuenta con este servicio en condiciones apropiadas, aumenta su exposición a enfermedades relacionadas con el consumo de agua contaminada, situación que afecta especialmente a los niños. Entre las enfermedades más frecuentes se encuentran las infecciones diarreicas y el cólera, las cuales continúan ocasionando numerosas muertes infantiles. De acuerdo con esta organización, las enfermedades diarreicas provocan diariamente entre 1000 y 1300 fallecimientos de niños.

Por otro lado, la ONU (2021) nos indica que es de gran importancia que todas las personas tengan el derecho a tener agua potable no solo para su vida cotidiana o salud, sino también para su crecimiento económico, sostenible y preservación del medio ambiente. En este contexto, el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 plantea alcanzar, hacia el año 2030, un acceso adecuado al agua y al saneamiento, acompañado de una gestión responsable de los recursos hídricos.

De manera complementaria, Acosta (2024) indica que no contar con agua potable de manera continua y segura, afecta considerablemente a la población y al medio ambiente, por lo que propone implementar una gestión técnica y eficiente e inversiones en los sistemas de abastecimientos. Además, afirma la importancia de implementar sistemas sostenibles que garanticen el acceso seguro al agua potable lo cual no es muy exclusivo en zonas rurales o asentamientos humanos, aunque también afecta a zonas urbanas que, si bien tienen acceso al agua potable, no tienen una adecuada gestión de sus sistemas de abastecimiento.

De acuerdo a estudios del INEI (2023) el 89.1% de peruanos disponen del servicio de agua potable, lo que demuestra ser un progreso para nuestro país. No obstante, de las zonas rurales solo el 78.5% tiene agua potable, mientras que en zonas urbanas el 91.8% cuenta con este recurso. Esta desigualdad es notoria en pueblos alejados o asentamientos humanos que encontramos en la sierra y selva, donde claramente la infraestructura hídrica es limitada ya que las autoridades no las benefician económicamente. Mayormente las fuentes de agua que utilizan los habitantes de estas zonas son de ríos, manantiales o pozos que no tienen un adecuado tratamiento, lo que genera que esta población sea más vulnerable a enfermedades relacionadas con el agua en mal estado.

A su vez, Peruanísima (2025) indica que en el Perú existe el Plan Nacional de Saneamiento 2022-2026, el cual fue planteado para contribuir al incremento progresivo de la cobertura de agua y saneamiento en el territorio nacional. Según la información presentada, el acceso al agua alcanzó aproximadamente al 95 % de la población urbana, mientras que en el ámbito rural llegó al 78 %. Esta diferencia mostró que todavía existían sectores con menor cobertura, principalmente en zonas de la sierra y la selva, donde resultaba necesario continuar promoviendo intervenciones destinadas a mejorar la disponibilidad de estos servicios.

Igualmente, OTASS (2021) abordó las dificultades relacionadas con la prestación de los servicios de agua en el ámbito rural peruano. Esta información demuestra que la permanencia y el adecuado funcionamiento de estos sistemas no dependían únicamente de su infraestructura, sino también de la capacidad de las organizaciones encargadas de administrarlos. En diversas localidades se presentaban limitaciones de carácter técnico, económico y organizacional que afectaban el funcionamiento regular del servicio. Esta situación manifiesta la necesidad de mejorar la preparación de las organizaciones locales responsables de la administración del agua y promover una mayor participación de la

población en su gestión, con la finalidad de contribuir a la conservación y funcionamiento de los sistemas a lo largo del tiempo.

Así también, un informe del IPE (2019), indica que en Áncash la accesibilidad a recursos como agua potable es notorio entre zonas rurales y urbanas. Ya que el 80% de viviendas de esta región cuentan con este recurso. Muchas ciudades de esta región como Huaraz tienen mejoras en su sistema y alcance de agua potable para su comunidad, mientras que en la provincia de Mariscal Luzuriaga apenas el 58% de su población cuenta con este recurso. En consecuencia, de la ausencia de las autoridades la mayoría de pueblos y asentamientos humanos han optado por gestionar sus fuentes de agua con la creación de comités de agua, que tienen la finalidad de dar mantenimiento a sus fuentes de agua.

De manera complementaria, Gobierno Regional de Áncash (2022) realizó un estudio en Chimbote, sobre la situación de los servicios de abastecimiento de agua en el que se identificaron deficiencias tanto en la infraestructura como en la administración del sistema. Este estudio señaló que varios asentamientos humanos en Chimbote presentan fallas en sus sistemas de abastecimiento, con interrupciones frecuentes y baja calidad del agua. Esta situación afecta las condiciones de vida de los pobladores, evidenciando la necesidad de inversiones urgentes y mejoras en la gestión para garantizar un servicio continuo y seguro.

Cabe mencionar además que, la Municipalidad Provincial del Santa (2023) propone un Plan de Desarrollo Urbano 2023-2033, el cual reconoce que el acceso al agua potable en los sectores periféricos de Chimbote es limitado y no llega a cubrir adecuadamente la demanda poblacional creciente que actualmente tenemos. El plan establece como prioridad ampliar y mejorar la red de agua potable y saneamiento para así reducir la falta de servicios en los distritos más vulnerables, y de esta manera busca

promover proyectos que integren tecnología adecuada y participación comunitaria para asegurar la sostenibilidad del sistema

Finalmente, en el Asentamiento Humano San Pedrito, existen serias dificultades para los pobladores para acceder a un servicio básico como es el agua potable. El sistema que actualmente tienen funciona a por medio de un sistema de bombeo desde una fuente subterránea, sin embargo, este no cuenta con ningún tipo de tratamiento, exponiendo a los pobladores a riesgos en su salud. Asimismo, el deterioro de la línea de aducción, ocasionado por el paso del tiempo y el insuficiente mantenimiento, genera interrupciones recurrentes del suministro y pérdidas de agua, reduciendo la eficiencia del sistema y afectando a los habitantes. Además, la bomba de este sistema suele dañarse con frecuencia, lo que obliga a reparaciones de emergencia o cambios improvisados que muchas veces no siguen criterios técnicos, agravando el problema en lugar de solucionarlo.

Frente a esta situación, fue necesario realizar una evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable del asentamiento humano San Pedrito. De esta manera se pudo conocer las causas de sus fallas y, con ello, se planteó un diseño de mejoramiento que garantiza no solo un servicio eficiente, sino también condiciones de vida más seguras y saludables para todos los habitantes del AAHH San Pedrito.

1.1.2 Formulación del Problema

El Asentamiento Humano San Pedrito cuenta con una población estimada de 558 habitantes, distribuida en 93 lotes, cuyo abastecimiento de agua se realiza mediante un sistema de bombeo desde una fuente subterránea. Sin embargo, el sistema presenta deficiencias que afectan la continuidad del servicio, debido principalmente a las

frecuentes roturas de la línea de aducción y a las fallas recurrentes del equipo de bombeo, situaciones que generan interrupciones en el suministro de agua.

Tomando en cuenta estos problemas, se plantearon las siguientes interrogantes:

1.1.2.1 Problema General.

¿Cuál es el resultado de la evaluación y mejoramiento de sistema de abastecimiento de agua potable en el Asentamiento Humano San Pedrito, Samanco-Santa-Áncash, 2025?

1.1.2.2 Problemas Específicos.

- ¿En qué condiciones se encuentra los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable en el Asentamiento Humano San Pedrito?
- ¿Cuáles son las principales causas que afectan el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable en AAHH San Pedrito?
- ¿Cómo mejorar el funcionamiento y la eficiencia del sistema de abastecimiento de agua potable en el Asentamiento Humano San Pedrito?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Evaluar y mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable en el Asentamiento Humano San Pedrito, 2025.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Revisar el estado actual en que se encuentran los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable, en el Asentamiento Humano San Pedrito.
- Detectar las causas de las deficiencias que tienen los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.

- Formular un diseño de mejoramiento para un adecuado sistema de abastecimiento de agua potable con el software WaterCAD.

1.3 Formulación de la Hipótesis

En esta investigación no se planteó una hipótesis, debido al tipo de investigación realizada, la cual fue descriptiva y con un diseño no experimental. El estudio buscó conocer cómo se encontraba el sistema de abastecimiento de agua potable del A.A.H.H. San Pedrito, observando sus condiciones sin realizar cambios en las variables estudiadas. Por esta razón, el trabajo se desarrolló teniendo como guía los objetivos establecidos, los cuales permitieron realizar la evaluación y analizar la información obtenida.

1.4 Justificación e Importancia

1.4.1 Justificación

1.4.1.1 Justificación teórica

Esta investigación se justifica teóricamente porque permitió aplicar y complementar conocimientos relacionados con los sistemas de abastecimiento de agua potable, considerando sus principales componentes y los criterios hidráulicos necesarios para evaluar su correcto funcionamiento. El estudio permitió analizar las condiciones del sistema existente en el Asentamiento Humano San Pedrito a partir de fundamentos propios de la ingeniería hidráulica. Además, los datos obtenidos en esta investigación pueden servir como referencia para otros trabajos que se realicen en lugares donde los sistemas de agua presenten condiciones parecidas.

1.4.1.2 Justificación práctica

La investigación surgió ante la necesidad de conocer las condiciones en las que se encontraba el sistema de abastecimiento de agua potable de San Pedrito, debido a los problemas que se presentaban durante su funcionamiento. El estudio permitió identificar las principales deficiencias de sus componentes y conocer las causas relacionadas con estas. A partir de ello, se plantearon mejoras orientadas a atender los problemas encontrados y lograr un funcionamiento más adecuado del sistema.

1.4.1.3 Justificación social

En el aspecto social, la investigación fue importante debido a que el agua potable constituye un servicio básico para la población. Las deficiencias que presenta el sistema ocasionan interrupciones en el abastecimiento y generan dificultades para los habitantes de San Pedrito en sus actividades cotidianas. Por esta razón, el estudio buscó aportar una alternativa de mejoramiento que contribuyera a brindar un servicio de agua más adecuado y continuo para la población beneficiaria.

1.4.1.4 Justificación tecnológica

La investigación también tuvo una justificación tecnológica, ya que se empleó el software WaterCAD como herramienta para analizar el comportamiento hidráulico del sistema. Mediante este programa se trabajó con parámetros como caudal, presión, velocidad, longitud y diámetro de las tuberías, los cuales permitieron representar las condiciones de funcionamiento de la red. El uso de esta herramienta también sirvió como apoyo para plantear y comprobar las mejoras propuestas para el sistema.

1.4.1.5 Justificación económica

Desde el aspecto económico, la investigación permitió reconocer cuáles eran los componentes y problemas del sistema que necesitaban mayor atención. Con esta información se pudo plantear una propuesta enfocada en las intervenciones necesarias y en el aprovechamiento de la infraestructura existente. De esta manera, se buscó evitar intervenciones innecesarias y disminuir las reparaciones que no solucionaran de forma adecuada los problemas existentes.

1.4.2 Importancia

Esta investigación es importante porque permitió conocer la situación que presentaba el servicio de agua en el A.A.H.H. San Pedrito y los principales problemas que afectaban su funcionamiento. A partir de la evaluación realizada se pudieron identificar las deficiencias existentes y plantear una propuesta de mejora de acuerdo con las necesidades encontradas en el lugar. Contar con agua de manera continua es necesario para las familias, debido a que este recurso forma parte de sus actividades diarias, como la preparación de alimentos, el aseo y otras necesidades del hogar. Sin embargo, en San Pedrito se presentaban problemas que ocasionaban interrupciones en el servicio, entre ellos las roturas de las tuberías y las fallas frecuentes de la bomba. Estas dificultades perjudicaban a los pobladores, quienes no siempre podían disponer del agua con normalidad. Por ello, mediante esta investigación se buscó plantear mejoras que ayuden a reducir los problemas encontrados y permitan que las familias cuenten con un sistema de agua que funcione de manera más adecuada y continua.

Con esta investigación también se pudo conocer qué problemas presentaba cada parte del sistema de agua potable y cuáles eran las posibles causas de estas deficiencias. Con la información obtenida durante la evaluación se planteó una propuesta de mejoramiento teniendo en cuenta las condiciones encontradas en San Pedrito. Esta

propuesta estuvo enfocada en mejorar el funcionamiento del sistema y disminuir los problemas que se presentaban constantemente, como las fallas en el bombeo y las roturas de las tuberías. Además, se consideraron mejoras en los componentes que lo necesitaban para lograr una distribución de agua más continua. De esta manera, el estudio permitió plantear una solución de acuerdo con los problemas encontrados y que pueda ser considerada para mejorar el funcionamiento del sistema con el paso del tiempo.

Por otro lado, la propuesta de mejora también puede representar un ahorro económico con el tiempo. Si se disminuyen los problemas que ocurren constantemente en las tuberías y en la bomba, también se pueden reducir los gastos que se realizan cada vez que estos componentes necesitan ser reparados o cambiados. Asimismo, tener un sistema que presente menos fallas evitaría realizar gastos frecuentes por los mismos problemas. Lo planteado en este estudio también podría ser tomado como referencia en otros lugares que tengan dificultades parecidas, ayudando a considerar alternativas de mejora de acuerdo con las necesidades y los recursos disponibles.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Internacionales

Romero (2021) realizó una investigación enfocada al análisis y mejora de la red encargada de suministrar agua potable en Potosí, Bolivia. El objetivo fue evaluar el sistema mediante la modelación hidráulica para conocer sus condiciones de funcionamiento y determinar las mejoras necesarias. La investigación presentó un enfoque mixto y fue de corte longitudinal; además, se realizaron mediciones de caudal y presión en campo y se empleó el software EPANET para la modelación de la red. Los resultados evidenciaron deficiencias en la tubería de aducción, el tanque destinado al almacenamiento, así como en los niveles de presión registrados en la red. A partir de estos resultados, se planteó el rediseño del sistema, considerando una bomba de 2 HP y un reservorio de 37 m³, además del aprovechamiento de parte de la infraestructura existente.

Lo desarrollado por Romero fue de utilidad para esta investigación, ya que mostró cómo la evaluación de los componentes y el modelamiento hidráulico permitieron identificar deficiencias y plantear mejoras en un sistema de abastecimiento existente. De manera similar, en la presenta investigación se evaluaron las condiciones del sistema y se utilizó una herramienta de modelación hidráulica para sustentar técnicamente la propuesta de mejoramiento.

Además, Durango et al. (2021) desarrollaron una investigación orientada al planteamiento de una red para distribuir agua potable en una comunidad rural que carecía de una infraestructura apropiada para su abastecimiento. El objetivo fue plantear una red que permitiera atender las necesidades de abastecimiento de la población. La investigación presentó una metodología cuantitativa, considerando la obtención y

evaluación de la información recopilada. Los resultados permitieron plantear un sistema diseñado de acuerdo con la Resolución 0330 de 2017 de Colombia y modelado hidráulicamente mediante WaterGEMS, herramienta que facilitó la representación y análisis del funcionamiento de la red propuesta.

Este artículo permitió considerar la utilidad del modelamiento hidráulico en el diseño de redes de agua potable. Este aspecto fue relevante para la presente investigación, donde también se empleó un software para analizar el comportamiento hidráulico del sistema y sustentar la propuesta de mejoramiento.

Asimismo, Agustín (2022) realizó un estudio sobre una alternativa de abastecimiento de agua utilizando energía solar. El objetivo fue proponer un sistema de bombeo fotovoltaico que permitiera disminuir los costos de operación frente a los sistemas convencionales. Para desarrollar el trabajo se utilizó un enfoque cuantitativo, considerando información documental y datos recogidos directamente en campo mediante visitas al lugar. Los resultados mostraron una insolación promedio aproximada de 5 horas pico al día, superando el mínimo recomendado de 3 horas pico diarias, condición favorable para el funcionamiento del sistema de bombeo fotovoltaico propuesto.

Este artículo guarda relación con el presente estudio, porque el bombeo también forma parte del sistema estudiado en el A.A.H.H. San Pedrito. En este caso, las fallas que presenta la bomba afectan el abastecimiento de agua, por lo que fue necesario revisar su funcionamiento y considerar este componente dentro de las mejoras propuestas para el sistema.

Por otro lado, Palomeque et al. (2023) un estudio sobre las mejoras que podían realizarse en el servicio de agua de la ciudad de Azogues. El objetivo fue revisar distintas alternativas para cubrir de mejor manera la demanda de agua, principalmente en los periodos donde el consumo era mayor. Para ello, el estudio siguió un enfoque cuantitativo y comparó varias opciones hasta identificar la que ofrecía mejores condiciones. Como resultado, los autores encontraron que el análisis multicriterio junto con el proceso analítico jerárquico ayudó a comparar las alternativas y escoger una de ellas cuando existían pocas diferencias entre las opciones estudiadas.

Esta investigación guarda relación con el presente estudio, porque muestra una forma de comparar posibles soluciones antes de realizar cambios en un sistema de agua. En el caso de San Pedrito, también fue necesario conocer primero los problemas existentes y, de acuerdo con los resultados encontrados, definir las mejoras que podían aplicarse al sistema.

Por su parte, Ponce et al. (2023) estudiaron las condiciones en las que operaba la red encargada de distribuir agua potable en Salina Cruz, México. El objetivo fue evaluar la operatividad de la red mediante simulaciones hidráulicas desarrolladas con el software EPANET. La investigación presentó un enfoque cuantitativo, utilizando el modelamiento hidráulico para analizar el comportamiento del sistema. Los resultados mostraron que la red no lograba satisfacer adecuadamente la demanda de los usuarios, principalmente por las pérdidas de agua, las cuales alcanzaban aproximadamente el 43 %. Asimismo, determinaron que incrementar la extracción de agua no representaba una solución viable, debido al riesgo de sobreexplotación de los pozos de abastecimiento.

Este artículo resultó útil para esta investigación, debido a que mostró la importancia del modelamiento hidráulico para conocer el comportamiento de una red e

identificar sus deficiencias. De manera semejante, en la presente investigación se utilizó WaterCAD para analizar el funcionamiento hidráulico del sistema y plantear las mejoras necesarias.

2.1.2 Nacionales

Según Salas y Martínez (2022), desarrollaron un estudio enfocado en conocer el estado de los elementos que conformaban la red de agua potable. El objetivo fue evaluar cada uno de sus componentes para determinar si estos satisfacían los requerimientos de los pobladores beneficiarios. El estudio tuvo un carácter descriptivo y se trabajó con la revisión y evaluación de la información obtenida. Los hallazgos evidenciaron que la captación era ineficiente debido a la construcción inadecuada del lecho filtrante, lo que dificultaba su limpieza ante posibles obstrucciones. Asimismo, se determinó que la estructura CRP-6 ubicada en la tubería de conducción se encontraba obsoleta, situación que afectaba el funcionamiento del sistema.

Este artículo aportó al desarrollo de esta investigación, ya que permitió resaltar la importancia de revisar el estado de cada componente para identificar aquellos que presentaban deficiencias y afectaban el funcionamiento del sistema. Este mismo criterio fue considerado en esta investigación para evaluar sus componentes y posteriormente plantear las mejoras necesarias.

Además, Salas et al. (2023) desarrollaron una investigación orientada al diseño hidráulico de redes de distribución de agua potable mediante diferentes metodologías. El objetivo fue evaluar la influencia de estos métodos en la planificación de las redes de distribución. La investigación fue de tipo aplicada y de nivel explicativo. Los resultados mostraron que el uso del algoritmo genético presentó un mejor desempeño frente a los

métodos racionales complejos, debido a que permitió determinar diámetros optimizados con un mayor nivel de confiabilidad para el diseño de la red.

Los resultados obtenidos por Salas et al. fueron considerados en esta investigación porque resaltaron la importancia de realizar un adecuado diseño hidráulico de las redes de distribución. En la presente investigación, este aspecto fue importante para plantear el mejoramiento del sistema, considerando las características hidráulicas necesarias para su adecuado funcionamiento.

De forma similar, Tunque-Dueñas et al. (2023) desarrollaron una investigación orientada a optimizar la configuración de las redes encargadas de distribuir agua potable utilizando un método multiobjetivo NSGA-II. La finalidad del estudio consistió en mejorar la configuración hidráulica de dicha red, considerando criterios relacionados con el costo y confiabilidad. El estudio tuvo un enfoque cuantitativo. Los resultados demostraron que el algoritmo NSGA-II permitió seleccionar diámetros adecuados, reducir los costos e incrementar la confiabilidad de la red, cumpliendo además con los valores requeridos de presión y velocidad indicados por la normativa OS.050.

Este artículo fue importante para el desarrollo de esta investigación, debido a que destacó la necesidad de considerar parámetros hidráulicos como los diámetros, presiones y velocidades al momento de diseñar una red de distribución. Estos criterios también fueron considerados en esta investigación para analizar el comportamiento de la red y formular una propuesta de mejoramiento acorde con sus necesidades.

Por otro lado, Díaz y Segura (2023) desarrollaron una investigación enfocada en el uso de un mecanismo de bombeo destinado a suministrar agua a una comunidad. Su objetivo fue diseñar una bomba de ariete hidráulico capaz de atender la cantidad de agua

necesaria, utilizando el principio del golpe de ariete. El estudio tuvo un carácter aplicado y experimental. Los resultados mostraron que el diseño propuesto logró satisfacer la demanda requerida, alcanzando un almacenamiento de 33.60 m³ en 24 horas, cantidad superior al requerimiento de 2250 litros establecido para el mismo periodo.

La importancia de este estudio para la presente investigación radicó en el análisis del sistema de bombeo como parte fundamental del abastecimiento de agua. En este estudio, este componente también fue considerado debido a su importancia para conducir el agua desde la fuente y garantizar el funcionamiento adecuado del sistema.

Finalmente, Calderón et al. (2023) desarrollaron una investigación enfocada en conocer la sostenibilidad de un sistema de abastecimiento de agua potable. El objetivo fue determinar el nivel de sostenibilidad del servicio en la comunidad estudiada. La investigación presentó un enfoque cuantitativo y empleó la metodología PROPILAS CARE-Perú para analizar las condiciones del sistema. Los resultados mostraron un índice de sostenibilidad de 3.02, correspondiente a un estado normal con tendencia al deterioro. Asimismo, se encontraron problemas en la infraestructura y en la forma en que se realizaban la gestión, operación y mantenimiento del sistema, situación que afectaba su funcionamiento a través del tiempo.

Este sirvió como referencia para considerar la sostenibilidad como parte de la evaluación de un sistema de abastecimiento de agua potable, debido a que permitió analizar no solo las condiciones de la infraestructura, sino también aspectos relacionados con la gestión, operación y mantenimiento. Estos criterios fueron considerados en la evaluación realizada en el presente estudio para conocer las condiciones en las que se encontraba su sistema y orientar las mejoras necesarias.

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Fuentes de Agua

Las fuentes de abastecimiento corresponden a los recursos hídricos disponibles, ya sean de origen natural o artificial, que pueden ser aprovechados para suministrar agua a una determinada población. Estas constituyen el punto de partida de un sistema de abastecimiento, por lo que su elección debe considerar aspectos como la disponibilidad del recurso, la cantidad de agua que puede proporcionar y sus características de calidad. Asimismo, el agua proveniente de la fuente debe reunir las condiciones sanitarias requeridas para el consumo humano; en caso contrario, deberá someterse a los procesos de tratamiento necesarios antes de ser distribuida a la población. De esta manera, una adecuada selección y evaluación de la fuente contribuye a garantizar un suministro seguro y acorde con las necesidades de los usuarios. (Organización Mundial de la Salud, 2017)

Los tipos de fuentes de abastecimiento de agua potable son:

2.2.1.1 Aguas superficiales

El agua superficial corresponde a la que permanece expuesta en el terreno y se concentra principalmente en corrientes, lagunas, reservorios y diferentes depósitos naturales de agua. Su disponibilidad está relacionada con las precipitaciones y con las características de la cuenca donde se acumulan, haciendo que el volumen disponible pueda variar con el paso del tiempo. Estas fuentes pueden ser aprovechadas para suministrar agua a los habitantes de una localidad; sin embargo, debido a su exposición directa al entorno, deben pasar por un proceso de tratamiento antes de llegar al consumo humano. (Katsanou & Karapanagioti, 2017)

Figura 1.

Fuente de aguas superficiales



Nota. Adaptado de EcologíaVerde – Qué son las aguas superficiales: definición y ejemplos, elaborado por Rothschuh (2022).

2.2.1.2 Aguas subterráneas

Es el agua que se encuentra bajo el suelo y constituye una fuente importante para el consumo, especialmente en regiones donde las fuentes superficiales son limitadas o están contaminadas. Se encuentra almacenada en estructuras del subsuelo permeables conocidas como acuíferos, que retienen el recurso hídrico que penetra desde la superficie. Este recurso representa una parte significativa del agua dulce disponible en el mundo y cumple un papel importante en el suministro de agua para distintas poblaciones. A pesar de ello, sus características pueden verse alteradas debido a contaminantes naturales o acciones humanas, por lo que es fundamental realizar un monitoreo y gestión adecuados para garantizar su seguridad y sostenibilidad. (Hermann & Prunes, 2022)

Figura 2.

Fuente de agua subterránea



Nota. Adaptado de iAgua - ¿Qué son las aguas subterráneas?, elaborado por Valdivielso (sf).

2.2.1.3 Calidad del agua

La calidad está relacionada con las características que presenta el agua y que permiten establecer sus condiciones para ser utilizado en el abastecimiento de una población. Para conocer su calidad se consideran diferentes aspectos, entre ellos las características físicas, como el color, sabor y olor; las características químicas, como el pH; y las características bacteriológicas, mediante la identificación de organismos indicadores como los coliformes. La evaluación de estos aspectos permite conocer las condiciones de la fuente y determinar la necesidad de tratamiento antes de destinar el agua al consumo humano. (Arocha, 1977)

2.2.2 Sistema de abastecimiento de agua

Este sistema es aquel que logra que el agua, ya sea subterránea, superficial o de lluvia, pueda llegar al consumo humano, con la cantidad y calidad necesaria. Estos sistemas están diseñados para poder transportar, tratar, conservar y distribuir adecuadamente el agua desde su fuente de origen hasta las viviendas de los usuarios, cumpliendo de esta manera las demandas y necesidades de la población. (Barreto, 2019)

Un sistema de abastecimiento de agua potable es aquella que se conforma de una serie completa de infraestructuras y procedimientos los cuales facilitan la recolección, tratamiento, almacenaje y distribución del agua para el consumo humano. Estos sistemas abarcan desde fuentes de agua naturales, tales como los ríos, lagos o pozos subterráneos, hasta un conjunto de estructuras para su abastecimiento y traslado por medio de redes de tuberías. La finalidad de este sistema es asegurar que el servicio de agua potable se ajuste a los estándares de calidad sanitaria para poder prevenir riesgos sanitarios en la población, y asegurar un abastecimiento constante y adecuado para cubrir las demandas de la población. Un sistema óptimo también contempla la administración de riesgos y la conservación preventiva para prevenir interrupciones o contaminaciones en la red de distribución. (Organización Mundial de la Salud, 2017)

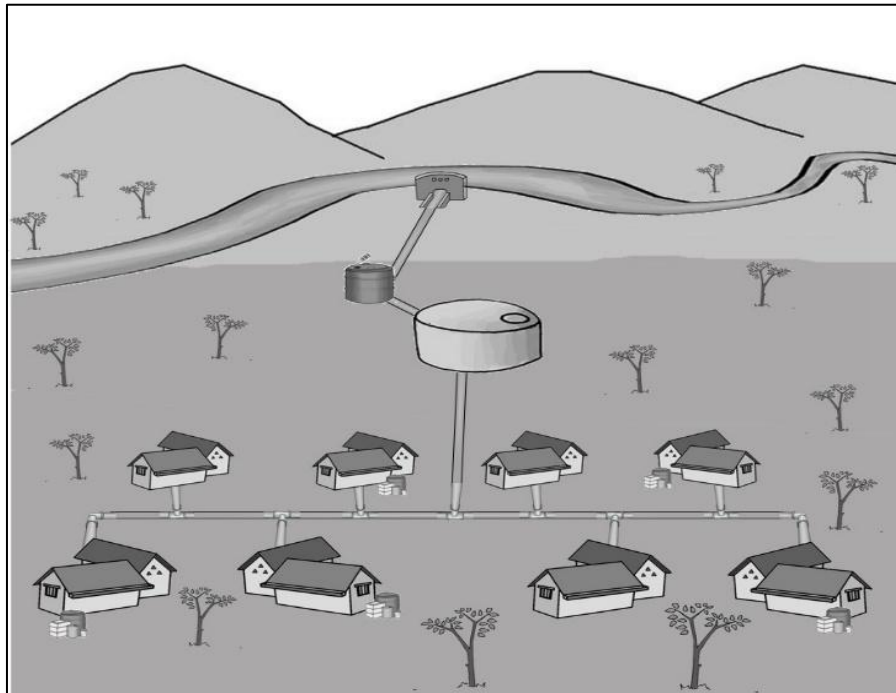
2.2.2.1 Tipos de Sistemas de abastecimiento de agua potable

2.2.2.1.1 Sistema por Gravedad

- Con tratamiento. Estos sistemas se abastecen de aguas superficiales que circulan por los canales, acequias, ríos, entre otros, lo que hace necesario someterlas a procesos de tratamiento. Para ello, disponen de instalaciones diseñadas tomando en cuenta estudios físicos, químicos y bacteriológicos del agua, así como el caudal requerido. (Gobierno del Perú, 2004)

Figura 3.

Sistemas por gravedad con tratamiento

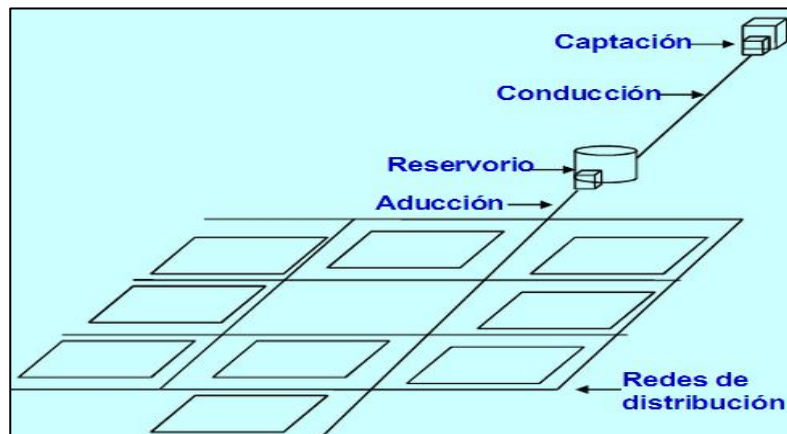


Nota. Adaptado de SSWM - Abastecimiento comunal por gravedad con tratamiento, elaborado por Rodríguez.

- Sin tratamiento. Este tipo de sistema utiliza principalmente fuentes de agua subterránea, cuya procedencia y características pueden permitir su aprovechamiento sin requerir procesos de tratamiento. El agua subterránea se origina por la infiltración del agua en el terreno y puede aflorar naturalmente hacia la superficie formando manantiales. La forma de captación depende de las condiciones del lugar y del tipo de fuente disponible; en el caso de los manantiales, las estructuras pueden acondicionarse para captar el agua que emerge por ladera o desde el fondo, mientras que las galerías emplean elementos de drenaje instalados bajo el terreno para recolectar el recurso hídrico. Antes de destinar estas aguas al abastecimiento de la población, es necesario comprobar que sus características sean apropiadas para el consumo humano y se encuentren dentro de los parámetros sanitarios correspondientes. (Gobierno del Perú, 2004)

Figura 4.

Sistema por gravedad sin tratamiento



Nota. Adaptado de Sistemas de abastecimiento de agua UNEFM, elaborado por Jiménez (2016).

2.2.2.1.2 Sistema por Bombeo

- Con tratamiento. Este tipo de sistema utilizan las fuentes de agua superficiales ubicadas a un nivel inferior respecto a las áreas que deben abastecer. Por ello, requieren estaciones de bombeo para elevar el agua hasta alcanzar la altura necesaria que permita poder satisfacer las demandas de una población. Además, este sistema contempla estaciones de purificación que tratan el agua para que sea apto. (Gobierno del Perú, 2004)

Figura 5.

Sistema de bombeo con tratamiento

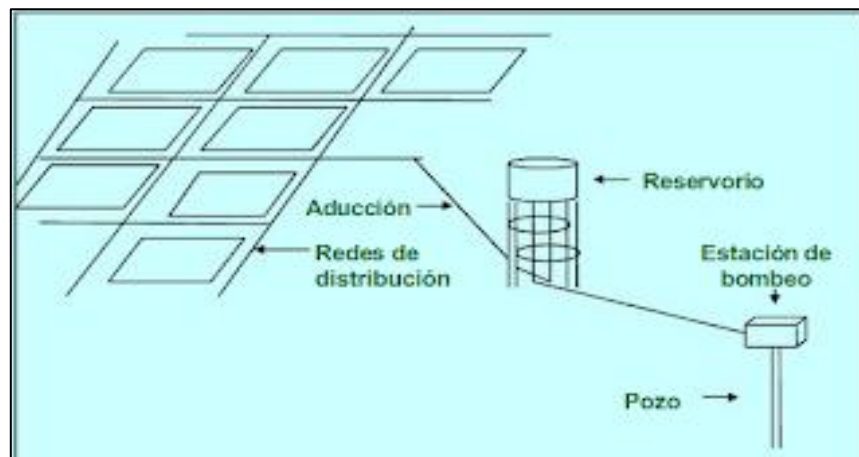


Nota. Adaptado de Sistemas de abastecimiento de agua UNEFM, elaborado por Jiménez (2016).

- Sin tratamiento. Estos tipos de sistemas se basan en fuentes de agua subterránea o subálvea que se hallan o emergen por debajo del nivel mínimo de suministro necesario para la localidad a abastecer. Para conducir el agua hasta los niveles de presión requeridos para la población, es necesario la instalación de equipos de impulsión electromecánica. (Gobierno del Perú, 2004)

Figura 6.

Sistema por bombeo sin tratamiento



Nota. Adaptado de Sistemas de abastecimiento de agua UNEFM, elaborado por Jiménez (2016).

2.2.3 Componentes de un sistema de agua potable:

2.2.3.1 Obras de captación

Son construcciones civiles y aparatos electromecánicos empleados para recolectar y administrar correctamente el recurso hídrico proveniente de fuentes superficiales o subterráneas que viene de la fuente de suministro. Dichas obras fluctúan de acuerdo con las características que presenta la fuente utilizada para el suministro, su ubicación y su envergadura. Con el fin de asegurar la calidad del recurso desde el origen, el diseño de estas obras debe contemplar barreras sanitarias y estructurales que mitiguen de forma preventiva el ingreso de agentes nocivos. (Valdez, 1994)

2.2.3.2 Línea de conducción

Es una infraestructura que forma parte de un sistema de suministro de agua que traslada el recurso desde la captación (como un río, pozo o manantial) hasta el siguiente elemento del sistema, usualmente un reservorio. Cuando el transporte se produce por gravedad, el diseño hidráulico de esta tubería se calcula para conducir el flujo desde el origen hasta el punto de almacenamiento intermedio. En caso de requerirse procesos desinfección por tratarse de las aguas superficiales, la planta de tratamiento se intercala en un punto adecuado de este recorrido. (Tixe, 2004)

2.2.3.3 Almacenamiento

Conocido como tanques, torres, cisternas o reservorios, estos sistemas permiten almacenar agua previamente tratada antes de su distribución para consumo y uso doméstico. Además, regulan los cambios que pueden presentarse en el volumen y las condiciones del agua, acumulando reservas durante momentos de menor demanda, como en la noche, y asegurando suficiente suministro en períodos de alta demanda, cuando múltiples usuarios necesitan agua simultáneamente. Los depósitos de agua se utilizan con frecuencia en gran parte de los sistemas que funcionan mediante bombeo y vienen en diversos tamaños, aunque también hay versiones más pequeñas utilizadas en sistemas de abastecimiento por gravedad. La capacidad necesaria de estos depósitos se calcula en función del número de pobladores. (Pérez, 2018)

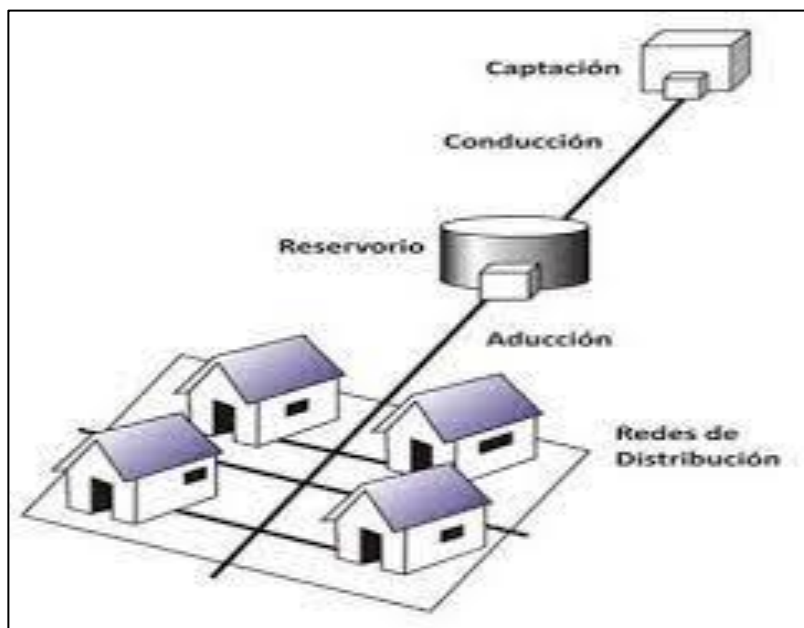
2.2.3.4 Red de distribución.

Conformada por las tuberías, accesorios y demás elementos hidráulicos encargados de conducir el agua desde los reservorios hasta las conexiones domiciliarias. Su finalidad es asegurar el abastecimiento para los distintos usos de la población, incluyendo el consumo doméstico, comercial, institucional e industrial, así como el

suministro destinado a emergencias, como la atención de incendios. Según la función que desempeñan, las tuberías pueden clasificarse en redes primarias y secundarias. Las primeras corresponden a conductos de mayor diámetro encargados del transporte principal del agua, mientras que las redes secundarias derivan de estas para abastecer directamente a los usuarios. (Comisión Nacional del Agua, 2007)

Figura 7.

Componentes de sistema de agua potable



Nota. Adaptado de Módulo V Operación y Mantenimiento.

2.2.3.5 Clases de tuberías

Las tuberías constituyen elementos fundamentales dentro de las redes destinadas al suministro de agua, ya que hacen posible transportar el recurso entre las distintas partes que integran la red. Su selección depende de las condiciones en las que serán instaladas y de las propiedades propias de cada material. Para elegir una tubería se deben considerar aspectos como su resistencia, flexibilidad, rugosidad, peso y comportamiento frente a la

corrosión, debido a que estas características influyen en su utilización y en las condiciones que podrá soportar durante su funcionamiento. (Arocha, 1977)

2.2.3.5.1 Tuberías de policloruro de vinilo (PVC)

Las tuberías de PVC son fabricadas a partir de materiales plásticos y se caracterizan principalmente por su bajo peso y resistencia a la corrosión, condiciones que facilitan su transporte e instalación. También presentan una superficie interna con baja rugosidad, característica favorable para la conducción del agua. Sin embargo, poseen menor resistencia frente a impactos, esfuerzos externos y aplastamiento en comparación con determinados materiales metálicos, razón por la cual su instalación resulta apropiada bajo condiciones que proporcionen protección frente a estas acciones. (Arocha, 1977)

2.2.3.5.2 Tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE)

Conocidas como HDPE, son utilizadas en sistemas de conducción de agua debido a las propiedades que presenta este material. Se caracterizan por ser ligeras, flexibles y resistentes a la corrosión y a diferentes agentes químicos, además de presentar una superficie interior lisa que favorece el paso del agua al generar menores pérdidas por fricción. Su flexibilidad permite que puedan adaptarse a determinadas irregularidades del terreno y soportar deformaciones sin afectar fácilmente su funcionamiento. Asimismo, su bajo peso facilita las labores de transporte, manipulación e instalación en comparación con materiales de mayor densidad. (Eurotubo, 2019)

2.2.4 Criterios de diseño para evaluación de sistemas de agua potable

2.2.4.1 Topografía

Este proporciona información sobre las características y las variaciones de nivel que presenta un terreno, siendo importante al momento de elaborar proyectos

relacionados con la distribución del agua potable. El levantamiento topográfico permite representar estas condiciones mediante la representación de niveles, perfiles del terreno y cortes transversales, además permite reconocer cambios de pendiente y otros desniveles presentes en la zona donde se proyecta el sistema. Esta información contribuye a definir las condiciones del terreno por donde se instalarán las tuberías y a establecer los tramos necesarios para su conexión con la red existente.

Asimismo, el conocimiento de los niveles del terreno permite disponer de una representación más precisa del área donde se llevará a cabo el proyecto. En este proceso se toman en cuenta las elevaciones registradas en los terrenos, el recorrido y características de las calles, así como referencias ubicadas en campo que sirven para comprobar la altura de cada punto. De esta manera, el levantamiento topográfico constituye una información técnica necesaria para sustentar el diseño de la red y adecuar su trazado a las características físicas del terreno. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2009)

2.2.4.2 Periodo de diseño

Es considerado como el lapso de tiempo en el cual se organiza una red destinada al suministro de agua para funcionar de manera eficaz antes de necesitar cambios relevantes. Usualmente, este lapso se define en 20 a 30 años, considerando factores como el crecimiento poblacional y la durabilidad de los materiales. Este criterio resulta importante para mantener el funcionamiento adecuado con el paso de los años de la infraestructura, previniendo gastos superfluos por extensiones anticipadas. (MINAM, 2007)

De acuerdo con los lineamientos establecidos para el diseño de obras de agua y saneamiento destinadas a localidades rurales de (Gobierno del Perú, 2004), el periodo

considerado para proyectar los componentes que forman parte del abastecimiento de agua se calcula con:

- El tiempo estimado de funcionamiento previsto para las estructuras y los equipos.
- La complejidad que representa una futura ampliación de la infraestructura.
- La proyección del crecimiento de la población beneficiaria.
- Los criterios de economía de escala durante la ejecución y operación del proyecto.

Además, el tiempo considerado para el diseño, de acuerdo con (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018), se debe caracterizar de la siguiente manera:

Tabla 1.

Periodo de diseño de infraestructura sanitaria

ESTRUCTURA	PERIODO DE DISEÑO
Fuente de abastecimiento	20 años
Obra de captación	20 años
Pozos	20 años
Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP)	20 años
Reservorio	20 años
Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución.	20 años
Estación de bombeo	20 años
Equipos de bombeo	10 años
Unidad básica de saneamiento (arrastre hidráulico, compostera y para zona inundable).	10 años
Unidad básica de saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

Nota. Fuente: Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural. (2018)

2.2.4.3 Población de diseño

Según los criterios establecidos en la normativa sobre alternativas tecnológicas aplicadas al saneamiento rural del (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018), se señala que la cantidad de habitantes considerada para el diseño corresponde al número de habitantes que se estima abastecer durante el diseño del proyecto. Su determinación es fundamental para el dimensionamiento de los componentes de la red destinada al suministro de agua, ya que ayuda a calcular el consumo futuro y establecer los caudales para el diseño. Para proyectar el número de habitantes existen diversos métodos, cuya aplicación depende del comportamiento demográfico de la localidad y de la información disponible.

- ❖ **Método aritmético:** Estima la población futura considerando que el incremento anual de habitantes es constante durante todo el horizonte de diseño. Debido a esta característica, suele aplicarse en localidades donde el crecimiento demográfico presenta un comportamiento estable y sin variaciones importantes. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

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

Donde:

- P_i = población inicial
- P_d = población de diseño o proyectada
- r = tasa de crecimiento anual (%)
- t = periodo de diseño (expresado en años)

- ❖ **Método geométrico:** Este proyecta la población suponiendo que el crecimiento ocurre a una tasa porcentual constante en cada período. Como consecuencia, el incremento

de habitantes es progresivo y de comportamiento exponencial, razón por la cual es ampliamente utilizado cuando se cuenta con información censal confiable. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

$$P_d = P_i * (1 + r)^t$$

Donde:

- P_d : población proyectada.
- P_i : población inicial.
- r : tasa de crecimiento anual (en forma decimal).
- t : período de diseño (años).

2.2.4.4 Dotación

La dotación hace referencia al volumen de agua asignado diariamente a cada individuo, expresada en litros diarios, para satisfacer requerimientos básicos y extra de acuerdo al ambiente. Este valor puede oscilar entre 50 l/pc/día en áreas rurales y 150 l/pc/día o superior en zonas urbanas con mayor progreso, teniendo en cuenta usos residenciales, comerciales e industriales. (Magne, 2008)

La dotación considerada para cada región y opción tecnológica se establece según los valores indicados en la siguiente tabla.

Tabla 2.

*Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab*d)*

REGIÓN	DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCIÓN (l/hab*d)	
	SIN ARRASTRE HIDRÁULICO (COMPOSTERA Y HOYO SECO VENTILADO)	CON ARRASTRE HIDRÁULICO (TANQUE SÉPTICO MEJORADO)
Costa	60	90
Sierra	50	80
Selva	70	100

Nota. Fuente: Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural. (2018)

Para el caso de los centros educativos, la dotación de agua se determina de acuerdo con el nivel educativo y la condición de residencia, conforme a la siguiente tabla:

Tabla 3.

Dotación de agua para centros educativos

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

Nota. Fuente: Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural. (2018)

2.2.4.5 Caudales de diseño

Comprenden diversos flujos requeridos para el adecuado dimensionamiento de los sistemas. Incluyen el flujo medio diario, el flujo más alto registrado durante el día y el mayor flujo por hora, necesarios para asegurar la capacidad en las redes y prevenir sobrecargas en momentos de alta demanda. (Carhuapoma, 2018)

Para realizar el diseño de los sistemas que suministran agua potable se requiere determinar diferentes caudales que representan las variaciones en la cantidad de agua utilizada por los habitantes. Entre aquellos más utilizados se encuentran el caudal promedio diario, la mayor cantidad de agua requerida durante un día y durante una hora, valores que sirven en el dimensionamiento hidráulico de cada uno de los elementos que forman parte del sistema.

2.2.4.5.1 Caudal promedio diario

Corresponde a la cantidad promedio de agua requerido por la población durante un día de operación normal. Su cálculo depende de la población de diseño y de la dotación asignada, constituyendo el valor de referencia para estimar los demás caudales de diseño.

Generalmente, este parámetro se emplea para el dimensionamiento de estructuras como la obra de captación, la tubería encargada de conducir el agua y los equipos utilizados para el bombeo.

$$Q_{md} = \frac{P \times D}{86400}$$

Donde:

- Q_{md} = caudal promedio diario (L/s).
- P = población de diseño (habitantes).
- D = dotación de agua (L/hab·día).

2.2.4.5.2 Caudal máximo diario

Representa la demanda de agua correspondiente al día de mayor consumo dentro del horizonte de diseño. Para su determinación se aplica un coeficiente de variación diaria al caudal promedio, permitiendo que las principales estructuras del sistema tengan la capacidad suficiente para atender los incrementos de consumo que pueden presentarse en determinados días.

$$Q_{máx.d} = K_1 \times Q_{md}$$

Donde:

- $Q_{máx.d}$ = caudal máximo diario (L/s).
- K_1 = coeficiente de máxima demanda diaria.
- Q_{md} = caudal promedio diario (L/s).

2.2.4.5.3 Caudal máximo horario:

Este corresponde a la mayor demanda de agua registrada durante una hora del día de máximo consumo. Este parámetro considera las fluctuaciones horarias ocasionadas por la forma en que los habitantes utilizan el agua durante el día y resulta indispensable

para verificar el comportamiento del flujo de agua dentro de la red, asegurando que los valores de presión y velocidad permanezcan dentro de los límites establecidos durante las horas de mayor exigencia.

$$Q_{m\acute{a}x.h} = K_2 \times Q_{md}$$

Donde:

- $Q_{m\acute{a}x.h}$ = caudal máximo horario (L/s).
- K_2 = coeficiente de máxima demanda horaria.
- Q_{md} = caudal promedio diario (L/s).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Enfoque

Según Mousalli-Kayat (2015), el enfoque cuantitativo permite estudiar una realidad por medio de información que puede ser observada, medida y expresada mediante datos. En este tipo de estudio, el investigador recoge información relacionada con el problema que desea conocer y posteriormente la organiza para realizar su respectivo análisis. Los datos obtenidos permiten conocer de una manera más precisa las características que presenta el objeto estudiado. Además, este enfoque facilita realizar mediciones y comparar los resultados encontrados durante el desarrollo del trabajo. Para ello, es importante contar con instrumentos que permitan recoger la información necesaria de acuerdo con lo que se desea evaluar. De esta forma, el análisis realizado se apoya en los datos obtenidos durante la investigación y permite describir la situación encontrada.

Por lo tanto, en la presente investigación se utilizó el enfoque cuantitativo, ya que fue necesario obtener información que pudiera ser medida para conocer el estado del sistema de agua potable del A.A.H.H. San Pedrito. Durante la evaluación se recogieron datos de los diferentes componentes que forman parte del sistema, además de información sobre el servicio brindado a los pobladores. También se consideraron valores de caudal, presión y otros datos necesarios para conocer su funcionamiento. Toda esta información permitió reconocer las principales deficiencias existentes y, a partir de los resultados encontrados, plantear las mejoras necesarias para el sistema.

3.2 Alcance

Según Guevara y otros (2020), señala que una investigación de tipo descriptiva tiene como finalidad identificar, caracterizar y detallar las propiedades de un fenómeno,

situación o población, mediante la recopilación sistemática de información, sin intervenir en las variables objeto de estudio.

Este trabajo tuvo un alcance descriptivo, ya que estuvo dirigido a conocer y explicar la situación en la que se encontraba el servicio de agua del A.A.H.H. San Pedrito. Asimismo, mediante los datos cuantitativos recogidos durante la evaluación, se pudo conocer el estado y la forma en que funcionaba cada una de las partes que integraban el sistema.

3.3 Método

En esta investigación se utilizó un método cuantitativo, bajo un diseño no experimental y de carácter descriptivo. Este método permitió evaluar detalladamente el servicio de agua potable existente en el A.A.H.H. San Pedrito y, con los resultados encontrados, proponer un diseño de mejoramiento.

Durante el trabajo de campo se obtuvieron datos sobre las condiciones y el estado físico y operativo de las diferentes partes que integraban el sistema, considerando elementos como la fuente de captación, las tuberías de conducción, el reservorio y la red encargada de distribuir el recurso. Posteriormente, los datos obtenidos fueron analizados para identificar las principales deficiencias del servicio y formular un diseño de mejoramiento acorde con las necesidades de los pobladores del Asentamiento Humano San Pedrito.

3.4 Diseño de la Investigación

De acuerdo con Lancheros (2012), un estudio con diseño no experimental se diferencia porque el investigador se encarga de observar y evaluar los hechos de acuerdo con la manera en que se presentan dentro de su propio entorno, sin realizar modificaciones ni cambiar de forma intencional los aspectos o características que son estudiados. Bajo

este diseño tampoco se introducen tratamientos ni condiciones experimentales, ya que el propósito es comprender la realidad a partir de la información obtenida directamente del entorno donde se desarrolla el fenómeno. Además, permite describir, interpretar y analizar los hechos en el momento en que ocurren, preservando las condiciones reales en las que se presentan y evitando alterar su comportamiento.

Por ello, esta investigación es no experimental, la información fue obtenida mediante la revisión directa de las condiciones que presentaba el servicio de agua potable del A.A.H.H. San Pedrito, en sus condiciones reales de funcionamiento, sin alterar ninguna de sus variables.

3.5 Población

Como señalan Arias-Gómez y otros (2016), la población de estudio es el conjunto total de individuos los cuales comparten características específicas previamente establecidas por el investigador y sobre quienes se pretende obtener datos para responder a los objetivos del estudio. Está también constituye el conjunto total de sujetos que cumplen con las características que interesan al investigador y que son susceptibles de ser estudiados; por tanto, su correcta delimitación es de gran importancia para garantizar la validez y aplicación de los resultados que se obtengan.

La población del estudio fueron todos los habitantes del Asentamiento Humano San Pedrito, que son usuarios del sistema de abastecimiento de agua potable.

La población de investigación fueron todos los usuarios activos del sistema de abastecimiento de agua potable del Asentamiento Humano San Pedrito.

3.6 Muestra

Según dice Cabrera (2004), la muestra corresponde a un grupo que se obtiene de la población estudiada, lo cual implica mantener los aspectos más importantes del conjunto total, de manera que los resultados encontrados tengan validez. Para elegir una muestra adecuada es fundamental para así asegurar que los datos recopilados sean fiables, comparables y extrapolables a la población objetivo. Además, el uso de muestras permite optimizar recursos, reducir costos y facilitar la logística del trabajo de campo, sin comprometer la calidad científica del estudio.

La muestra estuvo compuesta por un porcentaje representativo de las viviendas del Asentamiento Humano San Pedrito, quienes tienen una conexión activa al servicio de agua. Asimismo, fueron considerados algunos elementos importantes que forman parte del sistema, entre ellos el pozo tubular, el equipo de bombeo, el reservorio y la red encargada de distribuir el agua, junto con el personal responsable del funcionamiento y cuidado del sistema.

3.7 Operacionalización o Categorización de Variables

3.7.1 Variables

Variable Independiente:

Asentamiento Humano San Pedrito

Variable Dependiente:

Sistema de abastecimiento de agua potable

3.7.2 Definición Conceptual

Variable Independiente:

-Asentamiento Humano San Pedrito

De acuerdo con Tolba (1992), un asentamiento humano es una comunidad o un conjunto de individuos que residen en un sitio específico. El crecimiento de una comunidad de este tipo con objetivos productivos implica la conversión del medio natural en un medio creado por el hombre, que comprende una serie de estructuras e instituciones enfocadas en satisfacer las demandas de los pobladores.

Variable Dependiente:

- Sistema de abastecimiento de agua potable

Según Jiménez (2013), los sistemas de agua potable son los que tienen como objetivo recolectar, tratar, almacenar y distribuir agua potable a los pobladores de una localidad, satisfaciendo de esta manera sus necesidades básicas. Ya que es de conocimiento que el hombre está conformado por un 70% de agua, lo cual hace que este recurso sea demasiado importante para la supervivencia.

3.7.3 Definición Operacional

Variable Independiente:

-Asentamiento Humano San Pedrito

Definido por el Asentamiento Humano San Pedrito, Samanco, Áncash, 2025.

Variable Dependiente:

- Sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado

Esta variable fue estudiada a través de una revisión técnica de los elementos que forman parte del abastecimiento de agua, considerando el origen del recurso hídrico, la obra de captación, la tubería de impulsión, el equipo utilizado para el bombeo, el

reservorio y las tuberías encargadas de distribuir el agua. Asimismo, se analizaron parámetros hidráulicos, las características del agua y el estado en el que trabajaba el sistema, información utilizada posteriormente para plantear las mejoras necesarias.

3.8 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.8.1 Técnicas:

Para este trabajo se usó las técnicas de recolección de datos conforme a las 2 variables de estudio. Para la variable Asentamiento Humano San Pedrito, se aplicó la técnica del análisis estadístico con el fin de interpretar la información poblacional recopilada mediante encuestas. Además, se empleó la técnica de levantamiento topográfico para obtener datos precisos sobre la altitud, longitud y curvas de nivel del asentamiento.

Para estudiar la variable sistema de abastecimiento de agua potable se trabajó con tres técnicas. Primero, se realizó el análisis del agua en laboratorio, donde se revisaron aspectos físicos, químicos y bacteriológicos, entre ellos el color, sabor, olor, pH y coliformes. También se utilizó la observación directa durante las visitas realizadas a San Pedrito, lo que permitió recoger información del sistema y obtener datos como el caudal y la velocidad. Por último, se empleó la simulación para representar el funcionamiento de la red, tomando en cuenta datos de las tuberías como el diámetro, longitud, presión y pendiente. Con esta información se pudo conocer el comportamiento del sistema y considerar los cambios necesarios para su mejoramiento.

3.8.2 Instrumentos:

En el desarrollo de la investigación se trabajó con diferentes instrumentos para obtener la información necesaria. Para la variable Asentamiento Humano San Pedrito se

aplicó un cuestionario, con el cual se recogieron datos de la población, entre ellos el número de habitantes. También se utilizó una estación total para realizar el levantamiento topográfico y obtener datos como las coordenadas, altitudes y niveles del terreno.

En cuanto a la variable sistema de abastecimiento de agua potable, se contó con una guía de observación que permitió anotar el estado encontrado en cada uno de sus componentes durante las visitas de campo. Para conocer las condiciones del agua se tomaron en cuenta los resultados entregados por el laboratorio luego de realizar los análisis físicos, químicos y microbiológicos. Por otro lado, para conocer el comportamiento hidráulico de la red y desarrollar la propuesta de mejora se trabajó con WaterCAD, donde se ingresaron datos como caudal, presión, velocidad, longitud y diámetro de las tuberías para representar el funcionamiento del sistema.

3.9 Técnicas de Análisis de Resultados

-Análisis Estadístico

De acuerdo con Hernández et al. (2014), el análisis estadístico permite trabajar con los datos numéricos obtenidos durante una investigación, facilitando su organización y revisión para comprender mejor los resultados. La información puede ser ordenada y presentada mediante tablas, frecuencias, porcentajes u otros recursos que ayuden a mostrar de manera clara los datos encontrados. Dependiendo del propósito del estudio, también existen diferentes procedimientos estadísticos que pueden ser utilizados para analizar la información recopilada.

En esta investigación se empleó principalmente la estadística descriptiva para ordenar y analizar los datos obtenidos durante la evaluación del sistema de agua potable del A.A.H.H. San Pedrito. De esta manera, fue posible presentar los resultados encontrados e identificar las principales deficiencias que estaban afectando el funcionamiento del sistema, de acuerdo con los objetivos establecidos en la investigación.

- Análisis Descriptivo

Según Hernández y otros (2014), señalan que el análisis descriptivo consiste en examinar la información recolectada (ya sea cualitativa o cuantitativa) para resumirla e identificar regularidades, sin generalizar los resultados más allá del contexto en el que se investigó.

En esta investigación se utilizó el análisis descriptivo para mostrar las condiciones encontradas en el sistema de agua potable y sus componentes. Con los datos obtenidos se pudo conocer su funcionamiento e identificar los problemas que debían considerarse en la propuesta de mejora.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Estado actual de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable en AAHH San Pedrito.

4.1.1.1 Descripción del área de estudio

4.1.1.1.1 Ubicación y localización

- Departamento: Áncash
- Provincia: Santa
- Distrito: Samanco
- Lugar: AAHH San Pedrito
- Latitud sur: 9°14'15.07"S
- Longitud oeste: 78°26'55.67"O
- Elevación: 40 msnm
- Densidad: 30,91 hab/km²

Figura 8.

Ubicación del proyecto

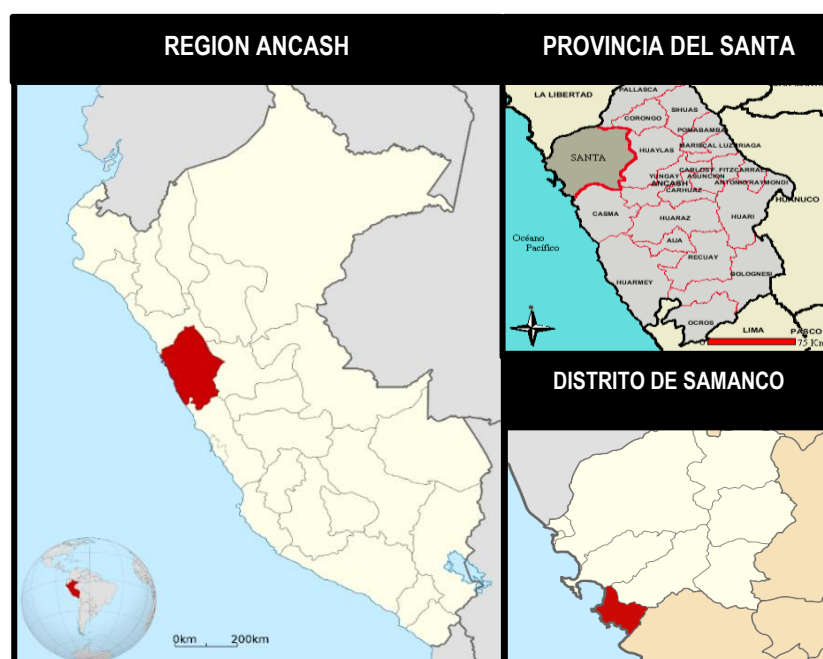


Figura 9.

Ubicación geográfica de AAHH San Pedrito



Nota. Fuente: Google Earth

De la ilustración 10, se puede observar que el AAHH San Pedrito se encuentra colindante a la carretera de la Panamericana Norte en el kilómetro 384+00.

4.1.1.1.1 Topografía

La zona donde se llevó a cabo el trabajo de investigación tiene una topografía que es plana y cuenta con una superficie adecuada para el cultivo, constituida por elementos de buena permeabilidad, con conglomerados de piedras medianas y pequeñas.

4.1.1.1.2 Clima

El área de estudio presenta un clima desértico, caracterizado por la ausencia de precipitaciones significativas a lo largo del año. De acuerdo con el sistema climático propuesto por Köppen-Geiger, se encuentra dentro de la categoría BWh, propio de regiones áridas con temperaturas elevadas. Asimismo, la temperatura media anual alcanza los 19,6 °C, mientras que la precipitación promedio registrada es de apenas 13 mm por año.

4.1.1.1.1 Servicios Básicos

El A.A.H.H. San Pedrito dispone de los principales servicios para la población, entre ellos agua para consumo, sistema de desagüe, electricidad y educación. Las viviendas reciben el agua mediante tuberías de PVC que tienen aproximadamente 18 años de instalación y actualmente continúan funcionando. Por otro lado, el alcantarillado está conformado por tuberías de PVC de 8", las cuales se encuentran operativas y en buen estado.

El servicio eléctrico de la localidad es brindado por la empresa Hidrandina S.A. Asimismo, en la zona se encuentra la Institución Educativa N° 88367 San Pedrito, donde se brinda enseñanza en los niveles inicial y primaria.

4.1.1.2 Descripción de los componentes del sistema

4.1.1.2.1 Captación

El AAHH San Pedrito tiene una fuente de abastecimiento donde su captación se da por medio de una perforación tubular que alcanza los 15 m de profundidad, el cual extrae el agua mediante un sistema de bombeo. Este está entubado utilizando PVC con 1.20 metros de sección interna, alojada dentro de una perforación con 1.50 metros de diámetro total, el cual deja un espacio anular de 0.15 metros a cada lado. Este espacio

está relleno con un material granular seleccionado de 1" a 2" de diámetro, el cual actúa como filtro natural, permitiendo el paso del agua hacia el interior del pozo, pero reteniendo partículas sólidas presentes en el subsuelo.

La estructura del pozo está revestida por una estructura de concreto armado cuya resistencia es $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, además se encuentra reforzada mediante barras de acero corrugado de ½". En el interior del pozo tiene instalada la tubería encargada de impulsar el agua, fabricada en PVC y con 2" de diámetro. Esta conducción se conecta directamente con una caseta de bombeo, donde se ubica una electrobomba Hidrostal de 5.7 HP que impulsa el agua hacia el sistema de almacenamiento. La captación fue construida hace aproximadamente 13 años y tiene un caudal promedio de 2.3 l/s. El horario de funcionamiento de la bomba es de 1 a 2 horas diarias. Además, la Municipalidad Distrital de Samanco es la entidad propietaria y responsable de su operación y mantenimiento.

A partir de la inspección realizada con el responsable del sistema, se evaluaron las principales características de la captación existente, mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 4.

Evaluación de captación, pozo tubular

Descripción	Resultados
Propietario	Municipalidad Distrital de Samanco
Tipo de captación	Pozo tubular
Profundidad	15 m
Diámetro de pozo	1.20 m
Antigüedad	13 años
Caudal de la fuente	2.3 l/s
Equipo de bombeo	Bomba Hidrostal de 2 HP
Tubería de descarga	2 " de diámetro
Horario de funcionamiento	1-2 horas
Estado de funcionamiento	Regular

Nota. Fuente: Formato 01 de Compendio Siras 2010

La ubicación de la captación fue identificada mediante sus coordenadas UTM y altitud, detallado en la siguiente tabla:

Tabla 5.

Ubicación de pozo tubular

Fuente	Captación	Coordenadas UTM		
		X	Y	Altitud
Subterránea	Pozo Tubular	78,4485123	9,2382932	40 msnm

Nota. Fuente: Formato 01 de Compendio Siras 2010

Figura 10.

Pozo Tubular



La Municipalidad Distrital de Samanco, encargada del servicio de agua proveniente del pozo tubular, solicitó realizar un análisis para conocer las condiciones en las que se encontraba el agua destinada al consumo de los pobladores. Las muestras fueron evaluadas en ITS Inspection & Testing Services del Perú S.A.C., laboratorio que cuenta con acreditación de INACAL. De esta manera, se obtuvieron los resultados correspondientes a las características físicas, químicas y microbiológicas del agua. La

información completa obtenida durante estos análisis se encuentra incluida en los anexos de la investigación.

Los resultados del estudio de calidad de agua se detallan a continuación:

Tabla 6.

Resultados de estudios de calidad de agua

Tipo de ensayo	Unidad de medida	LC	Resultados
<i>Parámetros de campo</i>			
Cloro residual (libre)	mg/L	0.04	0.5
Conductividad	uS/cm	0.01	1153
PH	Valor de Ph	...	6.98
<i>Parámetros físico-químicos</i>			
Cianuro total	mg/L	0.007	< 0.007
Cloruros	mg Cl-/L	1	153
Color	Pt-Co	4.7	< 4.7
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	1	465
Nitratos	mg NO ₃ -N/L	0.04	< 0.04
Nitritos	mg NO ₂ -N/L	0.001	0.001
Sólidos totales disueltos	mg/L	4	1022
Sulfato	mg (SO ₄) ²⁻ /L	0.6	268.5
Turbidez	NTU	0.25	0.3
<i>Microbiológicos</i>			
Coliformes fecales	NMP/100mL	1.1	< 1.1
Coliformes totales	NMP/100mL	1.1	< 1.1
Escherichia coli	NMP/100mL	1.1	< 1.1
Heterótrofos	UFC/mL	1	2500

Nota. Fuente: Informe de Ensayo N° 4299/2025 de laboratorio ITS

De acuerdo con el análisis realizado al agua, los valores encontrados en los parámetros evaluados cumplen con lo señalado en el D.S. N.º 031-2010-SA, mostrando condiciones adecuadas para su uso por parte de la población. El pH fue 6.98, la conductividad de 1153 uS/cm y la turbidez de 0.3 NTU, todos dentro de los valores permitidos. Además, se observa del cuadro que no hubo presencia de coliformes fecales, coliformes totales ni *Escherichia coli*, descartándose así la presencia de este tipo de contaminación en las muestras analizadas.

Sin embargo, se observa una dureza total que alcanzó los 465 mg/L y sólidos disueltos con un valor de 1022 mg/L, resultados que se encuentran algo elevados y que, aunque no implican un peligro directo para la salud, podrían afectar el sabor y causar incrustaciones en tuberías. También, el nivel de bacterias heterótrofas (2500 UFC/mL) supera el límite permitido, lo que puede significar que tiene una desinfección insuficiente.

4.1.1.2.1 Línea de Impulsión

El sistema cuenta con una línea de impulsión encargada de conducir el agua desde el pozo tubular hasta el reservorio elevado, donde posteriormente es almacenada para su distribución hacia la población. Esta línea está conformada por una tubería de hierro dúctil de 2" de diámetro y presenta una longitud aproximada de 50.45 m.

Para determinar la longitud se consideró el trayecto comprendido desde la zona de captación, donde se encuentra instalado el equipo de bombeo, hasta el reservorio elevado. Asimismo, durante la inspección se observó el estado actual de la línea, debido a que constituye un componente importante para el traslado del agua dentro del sistema de abastecimiento.

Figura 11.

Línea de impulsión



Nota. Fuente: Google Earth

En la siguiente tabla se detalla las características y estado de la línea de impulsión de la línea de impulsión:

Tabla 7.

Estado de la línea de impulsión

Descripción	Resultados
Tipo de tubería	Hierro dúctil
Diámetro	2"
Longitud	50.45 m
Antigüedad	13 años
Válvulas y accesorios	Si tiene, estado regular
Estado de funcionamiento	Regular

Nota. Fuente: Formato 01 de Compendio Siras 2010

Figura 12.

Caseta de bombeo



Figura 13.

Equipo de bombeo



4.1.1.2.2 Reservorio

La red encargada del suministro de agua dispone de una estructura elevada para el almacenamiento, construida en concreto y con capacidad para 10 m³, el cual cumple con su función de almacenar el agua proveniente del pozo tubular y así garantizar una presión adecuada para la distribución del recurso hacia las viviendas.

El llenado del reservorio se realiza mediante una estación destinada al bombeo, en cuyo interior está colocado el equipo Hidrostal con una potencia de 5.7 HP. Esta bomba succiona el agua desde la línea principal proveniente del pozo, a través de una tubería fabricada en PVC, con una medida nominal de 2 pulgadas (DN 2”), para luego conducirla hasta el tanque elevado.

La evaluación del reservorio elevado se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 8.

Evaluación del reservorio elevado

Descripción	Resultados
Tipo	Elevado
Volumen de almacenamiento	10 m ³
Antigüedad	13 años
Válvulas y accesorios	Regular
Cerco perimétrico	No tiene
Diámetro de tubería	2"
Estado de funcionamiento	Regular

Nota. Fuente: Formato 01 de Compendio Siras 2010

Figura 14.

Reservorio elevado



4.1.1.2.3 Línea de Aducción

La aducción está compuesta por tubería fabricada en PVC con un diámetro de 2 pulgadas, cuya función es conducir el agua que sale del reservorio elevado hasta las tuberías encargadas de distribuirla que abastece las viviendas. Además, esta tiene una longitud de aproximadamente 19.60 m. Esta línea opera por gravedad, aprovechando la altura del reservorio elevado (10 m³ de capacidad) para generar la presión necesaria que permita un suministro continuo y eficiente del agua potable.

Los resultados de la evaluación de la línea de conducción se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 9.

Evaluación de la línea de conducción

Descripción	Resultados
Tipo de tubería	PVC
Diámetro	2"
Longitud	19.60 m
Antigüedad	13 años
Estado de Funcionamiento	Regular

Nota. Fuente: Formato 01 de Compendio Siras 2010

Figura 15.

Línea de aducción



Nota. Fuente: Google Earth

4.1.1.3 Medición del índice de sostenibilidad del sistema de agua potable

Para evaluar la sostenibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable en el Asentamiento Humano San Pedrito, se aplicó la Metodología SIRAS 2010, que considera tres factores fundamentales:

- Estado del sistema (ES) – 50%
- Gestión administrativa (G) – 25%
- Operación y mantenimiento (O y M) – 25%

Para esta evaluación, se utilizaron los Formatos N.º 01 y N.º 03 del compendio SIRAS 2010.

4.1.1.3.1 Estado del Sistema (ES)

Las preguntas del P1 al P15 del Formato N.º 01 brindan datos referenciales sobre la comunidad evaluada y no son consideradas en la asignación de puntajes para el cálculo de este factor.

- Cobertura del servicio

La cobertura del sistema, de acuerdo a P16 en el AAHH San Pedrito hay un total de 93 familias que cuentan con agua potable, además la dotación se establece de acuerdo a la altitud de la zona que es de 40 m.s.n.m., de acuerdo a eso la dotación designada sería de 150 lt/persona/día.

P9 = 6 (INEI-CENSO 2017)

P16 = 93 familias

P17 = 2.8 L/s (caudal en época de sequía)

Entonces:

$$N^{\circ} \text{ de personas atendibles} = \frac{P17 \times 86,400}{D} = \frac{2.8 \times 86,400}{150} = 1612$$

$$N^{\circ} \text{ de personas atendidas} = P16 \times P9 = 93 \times 6 = 558$$

Nº de personas atendibles (A) > Nº de personas atendidas (B)

A > B = 4 Puntos

La evaluación realizada arrojó un puntaje de 4, valor que corresponde a la categoría buena, lo que evidencia que la totalidad de las familias recibe el servicio de abastecimiento.

- Cantidad de agua

Para la evaluación de la cantidad de agua, se utiliza las preguntas P17 al P20, y también la dotación calculada anteriormente de 70 lt/persona/día.

P17= 2.8 L/s (caudal en época de sequía)

P18= 93 (conexiones domiciliarias)

P19= No tiene piletas públicas

P20= 0

Entonces:

$$Volumen\ demandado\ (1) = P18 \times P9 \times D \times 1.3 = 93 \times 6 \times 150 \times 1.3 = 108,810$$

$$Volumen\ demandado\ (2) = P20(P16 - P18) \times P9 \times D \times 1.3$$

$$= 0 (93 - 93) \times 6 \times 150 \times 1.3 = 0$$

$$Volumen\ demandado\ total = 108,810\ (C)$$

$$Volumen\ ofertado = P17 \times 86,400 = 2.8 \times 86,400 = 241,920\ (D)$$

D > C = 4 Puntos

La evaluación realizada permitió obtener un puntaje de 4, el cual corresponde a la categoría buena.

- Continuidad del servicio

Para la continuidad del servicio se utilizan las preguntas 21 y 22.

P21= 4 puntos (solo hay una fuente, permanente)

P22= 2 puntos (por horas todo el año)

$$Puntaje CONTINUIDAD = \frac{P21 + P22}{2} = \frac{4 + 2}{2} = \mathbf{3 Puntos}$$

La evaluación efectuada permitió obtener un puntaje de 3, el cual se ubica dentro de la categoría de calificación regular.

- **Calidad de agua**

Para la evaluación de la calidad de agua, se utiliza las preguntas P23 al P27.

P23= 4 puntos (si usan cloro)

$$P24 = \frac{A + B + C}{3} = \frac{4 + 4 + 4}{3} = 4 Puntos$$

P25= 4 puntos (agua clara)

P26= 4 puntos (Si se realizó análisis bacteriológico)

P27= 3 puntos (Supervisa la Municipalidad Distrital de Samanco)

$$Puntaje CALIDAD = \frac{P23 + P24 + P25 + P26 + P27}{5} = \frac{4 + 4 + 4 + 4 + 3}{5} = \mathbf{3.8 puntos}$$

La evaluación realizada arrojó un puntaje de 3,8, valor que corresponde a la categoría de calificación regular.

- **Estado de Infraestructura**

Para la evaluación del estado de la infraestructura, se utiliza las preguntas P28 al P60.

Captación:

P28= 1 captación

P29= No tiene cerco perimétrico

P30= 3 Puntos (regular)

P30.1= Válvulas en buen estado

P30.2= Tapas sanitarias en estado regular.

P30.3= Estructura en estado regular.

P30.4= Estado regular de accesorios.

$$P30 = \frac{P30.1 + P30.2 + P30.3 + P30.4}{4} = \frac{4 + 3 + 3 + 4}{4} = 3.5 \text{ puntos}$$

$$\text{Puntaje CAPTACIÓN} = \frac{P29 + P30}{2} = \frac{1 + 3.5}{2} = \mathbf{2.25 \text{ puntos}}$$

Caja o buzón de reunión:

Para la evaluación de la caja o buzón de reunión se utilizan las preguntas P31 al P33.

P31= No tiene

Cámara rompe presión CRP-6:

Para la evaluación de la cámara rompe presión se utilizan las preguntas P34 al P39.

P34=No tiene

Línea de Conducción:

Para la evaluación de la línea de conducción se utilizan las preguntas P40 al P43.

P40= Si

P41= **3 puntos** (enterrada de forma parcial)

P42= No tiene cruces aéreos

Se obtuvo un puntaje de 3, que dentro del rango está calificado como regular.

Planta de tratamiento:

Para la evaluación de la planta de tratamiento se utilizan las preguntas P44 al P46.

P44= No tiene

Reservorio:

Para la evaluación del reservorio se utilizan las preguntas P47 al P49.

P47= Si

P48= 1 punto (No tiene cerco perimétrico)

P49:

P49.1= 3 puntos (Tapa sanitaria del tanque de almacenamiento está en estado regular)

P49.2= 3 puntos (Tanque de almacenamiento en estado regular)

P49.3= 1 punto (No tiene caja de válvulas)

P49.4= 4 puntos (Canastilla en buen estado)

P49.5= 4 puntos (Tubería de limpia y rebose en buen estado)

P49.6= 4 puntos (Tubo de ventilación en buen estado)

P49.7= 4 puntos (Hipoclorador en buen estado)

P49.8= 4 puntos (Válvula flotadora en buen estado)

P49.9= 4 puntos (Válvula de entrada en buen estado)

P49.10= 4 puntos (Válvula de salida en buen estado)

P49.11= 4 puntos (Válvula de desagüe en buen estado)

P49.12= 4 puntos (Nivel estático en mal estado)

P49.13= 1 punto (No tiene dado de protección)

P49.14= 4 puntos (Cloración por goteo en buen estado)

P49.15= 1 punto (No tiene grifo de enjuague)

Total, de puntaje de P49 = **3.26 puntos**

$$Puntaje\ RESERVORIO = \frac{P48 + P49}{2} = \frac{1 + 3.26}{2} = \mathbf{2.13\ puntos}$$

Línea de aducción y red de distribución:

Para la evaluación de la línea de aducción y red de distribución se utilizan las preguntas P50 al P52.

P50= **4 puntos** (cubierta totalmente)

P51 y P52= No tiene pases aéreos.

Válvulas:

Para la evaluación de las válvulas se utiliza la pregunta 53.

P53.1= 4 punto (Válvula de aire en buen estado)

P53.2= 4 punto (Válvula de purga en buen estado)

P53.3= 4 punto (Válvula de control en buen estado)

P53 total = **4 puntos**

Cámara rompe presión:

No tiene

Piletas publicas:

No tiene

Piletas domiciliarias:

Para la evaluación de las piletas domiciliarias se utiliza la pregunta P59, en donde indica que se debe tener en cuenta el 15% del total de viviendas, que vendría a ser un total de 83 viviendas.

Los resultados de la evaluación en campo de las piletas domiciliarias se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 10.*Evaluación de piletas domiciliarias*

Descripción	Pedestal o estructura			No tiene	Válvula de paso			No tiene	Grifo		
	Bueno	Regular	Malo		Bueno	Malo			Bueno	Malo	No tiene
Casa 1 (A)		x			x				x		
Casa 2 (B)		x			x				x		
Casa 3 (C)		x			x				x		
Casa 4 (D)		x			x				x		
Casa 5 (E)		x			x				x		
Casa 6 (F)		x			x				x		
Casa 7 (G)		x			x				x		

Nota. Fuente: Formato 01 de Compendio Siras 2010

A= 3.6

B= 3.6

C= 3.6

D= 3.6

E= 3.6

F= 3.6

G= 3.6

$$\text{Puntaje PILETAS DOMICILIARIAS} = \frac{A + B + C + D + E + F + G}{7} = 3.6 \text{ puntos}$$

El puntaje total del estado se halla por medio del promedio de los puntajes de captación, línea de conducción, reservorio, línea de aducción y red de distribución válvulas y piletas domiciliarias:

$$\begin{aligned} \text{ESTADO DE INFRAESTRUCTURA} &= \frac{2.25 + 3 + 2.13 + 4 + 4 + 3.8}{6} \\ &= 3.19 \text{ puntos} \end{aligned}$$

Finalmente, para calcular el puntaje total del primer factor de estado del sistema, se halla el promedio de puntajes de cobertura del servicio, cantidad de agua, continuidad del servicio, calidad del agua y estado de infraestructura:

$$\textbf{ESTADO DEL SISTEMA} = \frac{4+4+3+3.8+3.19}{5} = \textbf{3.59 puntos (ES)}$$

4.1.1.3.1 Gestión de los Servicios (G):

Para la evaluación de gestión de los servicios, se realizó la entrevista a los encargados del sistema que actualmente es la Municipalidad Distrital de Samanco. La actual gerente de servicios públicos es la ing. Gina Irma Valera Morales, con la que se llevó a cabo a la entrevista, donde se consultó las preguntas del formato N° 3 del SIRAS 2010.

P81= 2 puntos (El responsable de la administración es la municipalidad)

P83= 2 puntos (La municipalidad es quien tiene el expediente técnico)

P84= 3 puntos (Utilizan reglamentos y estatutos, libro de actas, recibos de pago de cuota familiar)

P85=4 puntos (P85=P16)

P86= 4 puntos (SI hay una cuota por el servicio del agua)

P87= 4 puntos (La cuota del servicio es de 7 soles)

P88= 4 puntos (Todos pagan la cuota)

P89= 4 puntos (La directiva se reúne con los usuarios del sistema 3 veces por año)

P90= 1 punto (No hay junta directiva)

P91= 1 punto (No hay pileta)

P92= 4 puntos (Más de 2 mujeres participan en la directiva del sistema)

P93= 2 puntos (A veces reciben charlas)

P94= 2.5 puntos (2 a 1 tema de capacitación)

P95= 4 puntos (Si se han realizado nuevas inversiones en el sistema)

GESTION DE LOS SERVICIOS

$$= \frac{2 + 2 + 3 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 1 + 1 + 4 + 2 + 2.5 + 4}{14}$$
$$= \mathbf{2.96 \text{ puntos (G)}}$$

4.1.1.3.2 Operación y mantenimiento (O y M):

Para la evaluación de operación y mantenimiento del sistema de agua potable, se utilizó las preguntas 97 al 104 del formato N° 3 del SIRAS 2010.

P97= 4 puntos (Si existe un plan de mantenimiento y si se cumple)

P98= 1 punto (Los usuarios no participan en el plan de mantenimiento)

P99= 3 puntos (3 veces al año se realiza la limpieza y desinfección del sistema)

P100= 4 puntos (Tienen bomba de clorificación, por lo que todos los días se clora el agua)

P101= 1 punto (No existe prácticas de conservación de la fuente de agua)

P102= 4 puntos (Un operador se encarga de los servicios de gasfitería)

P103= 4 puntos (Si es remunerado el encargado de los servicios de gasfitería)

P104= 4 puntos (El sistema si cuenta con herramientas necesarias para su operación)

$$OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO = \frac{4 + 1 + 3 + 4 + 1 + 4 + 4 + 4}{8}$$
$$= \mathbf{3.12 \text{ puntos (O y M)}}$$

4.1.1.4 Cálculo del índice de sostenibilidad del sistema:

Para el cálculo del índice de sostenibilidad, se utilizan los puntajes de los 3 factores evaluados, mediante la siguiente formula:

$$INDICE DE SOSTENIBILIDAD = \frac{2(ES) + G + OyM}{4}$$

$$INDICE DE SOSTENIBILIDAD = \frac{2(3.59) + 2.96 + 3.12}{4} = 3.31 \text{ puntos}$$

El puntaje obtenido se encuentra dentro de uno de los rangos de sostenibilidad establecidos por el SIRAS, cuya clasificación muestra en la siguiente figura:

Figura 16.

Rango de calificación del índice de sostenibilidad

INDICE DE SOSTENIBILIDAD	RANGO DE CALIFICACION	VARIABLES DETERMINANTES	FACTORES	CUALIFICACION DEL INDICE DE SOSTENIBILIDAD
	3.51 – 4.00	BUENO	BUENO	SOSTENIBLE
	3.50 – 2.51	REGULAR	REGULAR	MEDIANAMENTE SOSTENIBLE
	2.50 – 1.51	MALO	MALO	NO SOSTENIBLE
	1.50 – 1.00	MUY MALO	MUY MALO	COLAPSADO

Nota. Fuente: Formato 01 y 03 de Compendio Siras 2010.

El índice de sostenibilidad dio un puntaje de 3.31, el cual está en el rango de 3.50-2.51, lo que quiere decir que el sistema está en un estado regular y que está considerado como medianamente sostenible. Esto indica que el sistema de agua potable del AAHH San Pedrito, presenta deficiencias las cuales deben ser atendidas para mejorar su funcionamiento y así también garantizar su continuidad.

4.1.2 Causas de las deficiencias de los componentes del sistema de agua potable.

4.1.2.1 Periodo de diseño:

Según lo mostrado en la tabla 1, se tomó como horizonte para el proyecto un total de 20 años, teniendo como referencia el tiempo de servicio esperado de las estructuras como el crecimiento poblacional proyectado en el AAHH San Pedrito. De esta forma, se

realizó una estimación de la cantidad de habitantes que se verán beneficiados con los servicios o medidas propuestas, en función del incremento poblacional previsto para el sector evaluado.

4.1.2.2 Población de diseño:

4.1.2.2.1 Población inicial:

La población inicial del Asentamiento Humano San Pedrito fue obtenida a partir del censo de viviendas presentado en el Anexo 5. Durante este registro se contabilizaron los lotes vinculados al servicio de agua potable, considerando las viviendas actualmente habitadas y los predios que se encuentran en proceso de ocupación.

El censo permitió contabilizar 61 viviendas existentes y 32 viviendas en proceso de invasión, sumando en conjunto 93 lotes. Para estimar el número de habitantes se adoptó un valor de 6 personas por vivienda, según el criterio establecido en la Norma OS.100 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Al aplicar este valor al número total de lotes registrados, se obtuvo una población inicial de 558 habitantes, considerada para el desarrollo de los cálculos del sistema de abastecimiento de agua potable.

El cálculo realizado para determinar la población inicial del A.A.H.H. San Pedrito se visualiza en la siguiente tabla:

Tabla 11.

Cálculo de población actual del A.A.H.H. San Pedrito (2025)

CÁLCULO DE POBLACIÓN ACTUAL		
Viviendas existentes	61	Lotes
Viviendas en proceso de invasión	32	Lotes
Total de viviendas	93	Lotes
Densidad poblacional	6	hab/vivienda
Población inicial	558	Habitantes

Nota. Elaboración propia.

Se obtuvo una población inicial de 558 habitantes, valor considerado para los cálculos de diseño del sistema.

Para el cálculo de la demanda también se tomó en cuenta la institución educativa ubicada en el A.A.H.H. San Pedrito, cuyos datos se presentan la siguiente tabla:

Tabla 12.

Instituciones Educativas

Nombre	Asistentes
I.E. N°88367 (Inicial y Primaria)	248

La I.E. N° 88367 cuenta con 248 asistentes, cantidad considerada para determinar la demanda de agua correspondiente a la institución educativa.

4.1.2.2.2 Tasa de crecimiento

Para establecer el crecimiento demográfico del distrito de Samanco, se tomaron los registros poblacionales publicados por el INEI para los censos de 2007 y 2017. A partir de la población registrada en ambos periodos, se determinó la tasa de crecimiento mediante la aplicación del método geométrico, la cual fue utilizada posteriormente para realizar la proyección poblacional del área de estudio.

Los datos poblacionales para determinar la tasa de crecimiento se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 13.

Habitantes de acuerdo con los CENSOS 2007 y 2017

DISTRITO DE SAMANCO				
Año	Población	Total	Urbana	Rural
2007	Po	4 218	2795	1423
2017	Pf	4 770	3715	1055

Nota: Fuente. CENSOS 2007 y 2017

Los censos muestran un incremento de la población de Samanco entre los años 2007 y 2017, datos que sirvieron para calcular la tasa de crecimiento poblacional.

Por tanto, usando el método geométrico con los datos del censo se tiene una tasa de crecimiento entre 2007 y 2017 de $r = 0.0124$ o 1.24% anual.

Figura 17.

CENSO 2007 - Distrito de Samanco

DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO Y EDADES SIMPLES	TOTAL	POBLACIÓN		TOTAL	URBANA		TOTAL	RURAL	
		HOMBRES	MUJERES		HOMBRES	MUJERES		HOMBRES	MUJERES
Distrito SAMANCO (000)	4,218	2,271	1,947	2,795	1,499	1,296	1,423	772	651
Menores de 1 año (001)	59	28	31	41	20	21	18	8	10
Menores de 1 mes (002)	3	2	1	1	1	-	2	1	1
De 1 a 11 meses (003)	56	26	30	40	19	21	16	7	9
De 1 a 4 años (004)	310	160	150	205	110	95	105	50	55
1 año (005)	74	37	37	47	26	21	27	11	16
2 años (006)	107	51	56	75	35	40	32	16	16
3 años (007)	78	39	39	49	28	21	29	11	18
4 años (008)	51	33	18	34	21	13	17	12	5
De 5 a 9 años (009)	384	173	211	239	100	139	145	73	72
5 años (010)	81	37	44	47	21	26	34	16	18
6 años (011)	68	32	36	37	15	22	31	17	14
7 años (012)	93	40	53	62	24	38	31	16	15
8 años (013)	72	27	45	46	16	30	26	11	15

Nota: Fuente. CENSO 2007

Figura 18.

CENSO 2017 - Distrito de Samanco

Provincia, distrito, y edades simples	Total	Población		Total	Urbana		Total	Rural	
		Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
94 años	4	3	1	4	3	1	-	-	-
95 años	5	2	3	4	2	2	1	-	1
96 años	4	1	3	4	1	3	-	-	-
97 años	3	1	2	3	1	2	-	-	-
98 y más años	7	4	3	6	3	3	1	1	-
DISTRITO SAMANCO	4 770	2 441	2 329	3 715	1 878	1 837	1 055	563	492
Menores de 1 año	85	39	46	70	33	37	15	6	9
De 1 a 4 años	367	186	181	292	147	145	75	39	36
1 año	88	50	38	72	40	32	16	10	6
2 años	93	41	52	72	34	38	21	7	14
3 años	93	50	43	67	37	30	26	13	13
4 años	93	45	48	81	36	45	12	9	3
De 5 a 9 años	485	252	233	386	195	191	99	57	42
5 años	90	43	47	67	32	35	23	11	12
6 años	83	41	42	71	35	36	12	6	6
7 años	116	68	48	91	51	40	25	17	8
8 años	95	51	44	73	36	37	22	15	7
9 años	101	49	52	84	41	43	17	8	9
De 10 a 14 años	376	190	186	304	151	153	72	39	33
10 años	67	34	33	55	28	27	12	6	6
11 años	97	53	44	80	40	40	17	13	4
12 años	87	34	53	69	27	42	18	7	11
13 años	73	38	35	58	30	28	15	8	7
14 años	52	31	21	42	26	16	10	5	5

Nota: Fuente. CENSO 2017

4.1.2.2.3 Población futura:

La población considerada para el diseño se estimó tomando como punto de partida los 558 habitantes obtenidos para el año base. La proyección se efectuó para un horizonte de 20 años, considerando las características poblacionales registradas en el Asentamiento Humano San Pedrito. Para este cálculo se utilizaron los siguientes datos:

- Densidad de 6 habitantes por lote.
- Total de lotes registrados: 93.
- Población correspondiente al año base: 558 habitantes.
- Crecimiento poblacional anual: 1.24 %, calculado a partir de la información censal mediante el método geométrico.
- La estimación para el horizonte de diseño se desarrolló aplicando el método geométrico y considerando los criterios señalados en la Resolución Ministerial N.º 192-2018-VIVIENDA.

Figura 19.

Método geométrico para población futura

$$P_t = P_0 \left(1 + \frac{r}{100}\right)^t$$

Donde:

- P_t = población futura
- P_0 = población inicial
- r = tasa de crecimiento anual (%)
- t = número de años

Tabla 14.

Cálculo de población futura

CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA		
Taza de crecimiento anual	1.24	% (SAMANCO)
Población futura	714	Habitantes

4.1.2.3 Dotación:

La dotación del A.A.H.H. San Pedrito se definió considerando su ubicación geográfica. Para ello, se tomaron los valores establecidos en la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (2018), la cual presenta dotaciones diferenciadas según la región del país.

Debido a que la zona de estudio se ubica en la región Costa, se seleccionó el valor correspondiente a dicha región.

Tabla 15.

Dotación de agua por regiones

REGIÓN	DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCIÓN (l/hab*d)	
	SIN ARRASTRE HIDRÁULICO (COMPOSTERA Y HOYO SECO VENTILADO)	CON ARRASTRE HIDRÁULICO (TANQUE SÉPTICO MEJORADO)
Costa	60	90
Sierra	50	80
Selva	70	100

Nota. Fuente: Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural. (2018)

Según la información presentada en la Tabla 15 y considerando que el A.A.H.H. San Pedrito se localiza en la región Costa, se adoptó una dotación de 90 L/hab/día para el cálculo de la demanda de agua.

En el caso de las instituciones educativas, la dotación se estableció de manera diferenciada según el nivel educativo, tomando como referencia los valores indicados en la normativa correspondiente, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 16.*Dotación de agua para centros educativos*

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

Nota. Fuente: Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural. (2018)

De acuerdo a la tabla 16, la dotación es 20 l/alumno*día ya que el AAHH San Pedrito solo tiene un centro educativo del nivel inicial y primaria.

Con la dotación establecida, se determinó el consumo de agua correspondiente a la institución educativa, como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 17.*Dotación para I.E. N°88367*

Nivel de la Institución Educativa	Dotación (Lit./alumno/día)	Dotación (Lit./Docente/día)	Cantidad de Alumnos Beneficiados	Cantidad de Docentes Beneficiados	Q1=Consumo de agua por alumnos (L/S)	Q2=Consumo de agua por docente (L/S)	TOTAL
IE N° 88367	20	20.00	248	6	0.057	0.001	0.0588
					0.057	0.001	0.059

El consumo total calculado para la I.E. N° 88367 es de 0.059 L/s, considerando la demanda de alumnos y docentes.

4.1.2.4 Coeficientes de variación de consumo

Para estimar las variaciones que puede presentar el consumo de agua durante el periodo de diseño, se adoptaron los coeficientes establecidos por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, considerados previamente en el marco teórico. Los valores empleados para los cálculos hidráulicos fueron los siguientes:

- Coeficiente correspondiente al máximo consumo diario: $K1 = 1.30$
- Coeficiente correspondiente al máximo consumo horario: $K2 = 2.00$

4.1.2.5 Cálculo del caudal de diseño

Con los datos obtenidos previamente, se realizó la proyección de la población para el periodo de diseño, cuyos resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 18.

Cálculo de Demanda de Agua Potable Proyectada

Proyección de la población			
Año	Población	Nº de personas/familia	Nº de familias
0	558	6	93
1	565	6	94
2	572	6	95
3	579	6	97
4	586	6	98
5	593	6	99
6	601	6	100
7	608	6	101
8	616	6	103
9	623	6	104
10	631	6	105
11	639	6	107
12	647	6	108
13	655	6	109
14	663	6	111
15	671	6	112
16	680	6	113
17	688	6	115
18	697	6	116
19	705	6	118
20	714	6	119

La proyección muestra el crecimiento progresivo de la población durante el periodo de diseño. Estos valores fueron considerados posteriormente para determinar la demanda de agua y los caudales requeridos por el sistema.

Para el desarrollo de los cálculos hidráulicos se definieron los principales criterios de diseño, tal como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 19.

Parámetros de diseño para servicios de agua

Parámetros de diseño para servicios de agua			Fuente
Periodo de Diseño	20.00	años	DS-192-2018-VIVIENDA
Tasa de Crecimiento Anual	1.24	%	INEI
N° de Familias	93	Fam.	Propio
N° Habitantes/familia	6	Hab.	RNE - OS.100
Población Actual	Po = 558	Hab.	
Población Futura	Pf = 714	Hab.	
Dotación lt/hab/día	90.00	l/hab/día	RNE - OS.100
Coeficiente de Variación Diaria	K1 = 1.30		DS-192-2018-VIVIENDA
Coeficiente de Variación Horaria	K2 = 2.00		DS-192-2018-VIVIENDA
Demanda de consumo Doméstico	0.744	l/seg.	
Consumo no doméstico	0.059	l/seg.	
Caudal promedio ($Q_{producción}$)	Qp = 0.803	l/seg.	DS-192-2018-VIVIENDA
Caudal Máximo Diario	Qmd = 1.0	l/seg.	DS-192-2018-VIVIENDA
Caudal Máx. Horario	Qmh = 1.6	l/seg.	DS-192-2018-VIVIENDA

Nota. Elaboración propia.

Con los parámetros establecidos se obtuvieron los caudales de diseño requeridos para atender la demanda proyectada de la población, los cuales fueron considerados para el dimensionamiento y evaluación hidráulica del sistema.

4.1.2.6 Volumen de almacenamiento:

El volumen del reservorio elevado del AAHH San Pedrito es de $10m^3$.

- Volumen de regulación:

Para determinar la capacidad destinada a la regulación del reservorio, se considera un volumen equivalente al 25 % del consumo promedio diario anual. Este criterio se

aplica cuando el abastecimiento proveniente de la fuente es continuo y permanece disponible durante todo el año.

$$V_{reg} = 0.25 * Q_p * 86400$$

$$V_{reg} = 0.25 * 0.803 * 86400$$

$$V_{reg} = 17344.8 \text{ litros}$$

$$V_{reg} = 17.34 \text{ m}^3$$

Con el volumen de regulación obtenido, se procedió a seleccionar la capacidad de almacenamiento correspondiente, de acuerdo con los rangos establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 20.

Determinación del volumen de almacenamiento

RANGO	V _{alm} (REAL)	Se utiliza
1 - Reservoirio	≤ 5 m ³	5 m ³
2 - Reservoirio	> 5 m ³ hasta ≤ 10 m ³	10 m ³
3 - Reservoirio	> 10 m ³ hasta ≤ 15 m ³	15 m ³
4 - Reservoirio	> 15 m ³ hasta ≤ 20 m ³	20 m ³
5 - Reservoirio	> 20 m ³ hasta ≤ 40 m ³	40 m ³
1 - Cisterna	≤ 5 m ³	5 m ³
2 - Cisterna	> 5 m ³ hasta ≤ 10 m ³	10 m ³
3 - Cisterna	> 10 m ³ hasta ≤ 20 m ³	20 m ³

Nota. Fuente: Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural. (2018)

El volumen calculado fue de 17.34 m³, valor que se encuentra dentro del rango mayor a 15 m³ y hasta 20 m³. Por ello, se adoptó un reservorio de 20 m³ para la propuesta de mejoramiento del sistema.

Definida la capacidad requerida, el volumen considerado para el reservorio de la propuesta se define en la siguiente tabla:

Tabla 21.

Volumen de almacenamiento

Volumen de Almacenamiento		
Volumen de Reservorio Predimensionado	17.33 m3	DS-192-2018-VIVIENDA
Volumen de Reservorio Calculado	17.33 m3	
Volumen de Reservorio Adoptado	20.00 m3	DS-192-2018-VIVIENDA

De acuerdo con la tabla al comparar el volumen del reservorio existente de 10 m³ con el volumen requerido de 20 m³. Esta diferencia demuestra que la infraestructura actual no cuenta con la capacidad suficiente para regular la demanda de agua potable de la población proyectada.

4.1.2.7 Simulación del sistema actual en WATERCAD

Para conocer las condiciones hidráulicas del sistema de agua potable del A.A.H.H. San Pedrito, se realizó el modelamiento de la red existente mediante el software WaterCAD CONNECT Edition, empleando los datos recopilados en campo y la información técnica disponible.

En el modelo se consideraron el pozo tubular, la tubería de impulsión, el reservorio elevado y las tuberías de distribución, además de los nodos de consumo, cotas del terreno, diámetros, longitudes y demandas de la población actual. El procedimiento seguido para realizar el modelamiento en WaterCAD se detalla en el Anexo 7 y el plano del modelamiento del estado actual se encuentra en el Anexo 9.

Finalmente, con los datos ingresados se realizó el análisis hidráulico, permitiendo conocer las condiciones actuales de funcionamiento de la red.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 22.*Resultados de la simulación hidráulica en las tuberías de la red existente*

Longitud (Escalada) (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Material	Coef. Hazen- Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Gradiente de Pérdida de Carga (m/m)
9.66	POZO	J-2007	29.4	PVC	150	2.753	4.055	0.50086
10.54	J-2008	J-2009	29.4	PVC	150	1.125	1.658	0.1005
12.48	J-2011	J-2010	29.4	PVC	150	1.57	2.312	0.18211
14.88	J-2007	J-2008	29.4	PVC	150	1.154	1.7	0.10516
19.19	J-2013	J-2012	29.4	PVC	150	0.327	0.482	0.01141
19.19	J-2014	J-2013	29.4	PVC	150	0.386	0.569	0.01521
20.06	J-2016	J-2015	29.4	PVC	150	0.418	0.615	0.01747
25.19	J-2017	J-2018	29.4	PVC	150	0.083	0.122	0.00102
25.34	J-2019	J-2014	29.4	PVC	150	0.269	0.396	0.00809
25.34	J-2020	J-2019	29.4	PVC	150	0.297	0.438	0.00967
26.16	J-2021	J-2022	29.4	PVC	150	0.023	0.034	0.00013
26.16	J-2023	J-2022	29.4	PVC	150	0.035	0.051	0.00019
26.21	J-2024	J-2025	29.4	PVC	150	0.005	0.007	0.00003
26.26	J-2025	J-2015	29.4	PVC	150	0.005	0.007	0.00003
28.97	J-2029	J-2012	29.4	PVC	150	0.596	0.878	0.03258
32.03	J-2010	J-2029	29.4	PVC	150	0.712	1.048	0.04457
34.18	J-2007	J-2011	29.4	PVC	150	1.599	2.355	0.18818
36.97	J-2014	J-2030	29.4	PVC	150	0.509	0.749	0.02467
38.77	J-2010	J-2014	29.4	PVC	150	0.742	1.093	0.04799
40.76	J-2015	J-2031	29.4	PVC	150	0.393	0.58	0.01573
41.25	J-2032	J-2020	29.4	PVC	150	0.952	1.402	0.07457
42.43	J-2029	J-2033	29.4	PVC	150	0.029	0.043	0.00016
42.81	J-2017	J-2034	29.4	PVC	150	0.228	0.336	0.0061
43.48	J-2035	J-2028	29.4	PVC	150	0.273	0.402	0.00832
45.24	J-2030	J-2016	29.4	PVC	150	0.422	0.621	0.01777
45.35	J-2036	J-2024	29.4	PVC	150	0.451	0.665	0.02
46.01	J-2009	J-2032	29.4	PVC	150	1.096	1.615	0.09594
46.51	J-2037	J-2034	29.4	PVC	150	0.033	0.048	0.00018
47.12	J-2038	J-2037	29.4	PVC	150	0.177	0.261	0.00396
47.22	J-2012	J-2039	29.4	PVC	150	0.409	0.603	0.01685
47.22	J-2039	J-2038	29.4	PVC	150	0.264	0.389	0.00788
47.23	J-2040	J-2021	29.4	PVC	150	0.052	0.077	0.0003
48.59	J-2012	J-2017	29.4	PVC	150	0.485	0.714	0.02267
49.3	J-2020	J-2036	29.4	PVC	150	0.596	0.878	0.03261
49.63	J-2031	J-2027	29.4	PVC	150	0.335	0.494	0.01191
49.7	J-2027	J-2041	29.4	PVC	150	0.18	0.265	0.00404
50.1	J-2024	J-2035	29.4	PVC	150	0.418	0.615	0.01747
54.04	J-2028	J-2040	29.4	PVC	150	0.197	0.29	0.00474
54.1	J-2041	J-2023	29.4	PVC	150	0.093	0.137	0.00131
76.28	J-2018	J-2016	29.4	PVC	150	0.083	0.122	0.00102
52.51	J-2027	J-2028	29.4	PVC	150	0.011	0.016	0.00006

Nota. Fuente: Software WaterCAD

Las presiones obtenidas mediante la simulación hidráulica para los nodos correspondientes a la manzana A se presentan en siguiente tabla:

Tabla 23.

Presiones de la red de distribución existente en manzana A.

Manzana A			
Nodo	Elevación (m)	Demanda (L/S)	Presión (m.c.a.)
J-2021	57.35	0.029	-3.4
J-2022	57.4	0.058	-3.5
J-2023	57.4	0.058	-3.5
J-2027	56.47	0.145	-2.3
J-2028	56.69	0.087	-2.5
J-2040	57.4	0.145	-3.5
J-2041	57.4	0.087	-3.4

En la manzana A, todos los nodos presentan presiones negativas, con valores entre -2.3 y -3.5 m.c.a., evidenciando condiciones desfavorables para el abastecimiento de este sector.

Los valores de presión obtenidos para la manzana B se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 24.

Presiones de la red de distribución existente en manzana B.

Manzana B			
Nodo	Elevación (m)	Demanda (L/S)	Presión (m.c.a.)
J-2015	56.37	0.029	-1
J-2024	56.46	0.029	-1.1
J-2025	56.44	0	-1
J-2027	56.47	0.145	-2.3
J-2028	56.69	0.087	-2.5
J-2031	55.65	0.058	-1.6
J-2035	54.94	0.145	-2

En la manzana B también se obtuvieron presiones negativas en todos los nodos, variando entre -1.0 y -2.5 m.c.a., lo que refleja una presión insuficiente en este tramo de la red.

En la siguiente tabla se detallan las presiones obtenidas mediante la simulación para la manzana C:

Tabla 25.

Presiones de la red de distribución existente en manzana C.

Manzana C			
Nudo	Elevación (m)	Demanda (L/S)	Presión (m.c.a.)
J-2014	55.16	0.116	2.3
J-2015	56.37	0.029	-1
J-2016	56.32	0.087	-0.6
J-2019	55.28	0.029	2.4
J-2020	55.38	0.058	2.5
J-2024	56.46	0.029	-1.1
J-2025	56.44	0	-1
J-2030	54.42	0.087	0.9

En la manzana C se observa un comportamiento variable, con presiones comprendidas entre -1.1 y 2.5 m.c.a. Aunque algunos nodos presentan valores positivos, estos continúan siendo bajos para garantizar condiciones adecuadas de servicio.

Los resultados de presión obtenidos en los nodos de la manzana D se indican en la siguiente tabla:

Tabla 26.*Presiones de la red de distribución existente en manzana D.*

Manzana D			
Nudo	Elevación (m)	Demanda (L/S)	Presión (m.c.a.)
J-2007	55.12	0	12.9
J-2008	55.05	0.029	11.4
J-2009	55	0.029	10.4
J-2010	54.68	0.116	4.6
J-2011	54.6	0.029	7
J-2014	55.16	0.116	2.3
J-2019	55.28	0.029	2.4
J-2020	55.38	0.058	2.5

Nota. Fuente: Software WaterCAD

La manzana D presenta mejores condiciones respecto a los sectores anteriores, alcanzando presiones entre 2.3 y 12.9 m.c.a. Sin embargo, varios nodos aún registran valores bajos, mostrando que la presión no se mantiene uniforme en toda la manzana.

Para la manzana E, las presiones resultantes del análisis hidráulico se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 27.*Presiones de la red de distribución existente en manzana E.*

Manzana E			
Nudo	Elevación (m)	Demanda (L/S)	Presión (m.c.a.)
J-2010	54.68	0.116	4.6
J-2012	54.84	0.029	2.1
J-2013	55.1	0.059	2.1
J-2014	55.16	0.116	2.3
J-2018	55.92	0	-0.1
J-2029	54.42	0.087	3.5
J-2032	56.34	0.145	6.3

En esta manzana las presiones varían entre -0.1 y 6.3 m.c.a., observándose que la mayoría de los nodos presentan valores reducidos y uno de ellos registra presión negativa.

Finalmente, las presiones obtenidas para los nodos del sector de ampliación se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 28.

Presiones de la red de distribución existente en ampliación.

Ampliación			
Nudo	Elevación (m)	Demanda (L/S)	Presión (m.c.a.)
J-2012	54.84	0.029	2.1
J-2017	55.21	0.174	0.6
J-2033	54.7	0.029	3.7
J-2034	54.15	0.261	0.7
J-2036	56.55	0.145	0.1
J-2037	56.24	0.145	1
J-2038	53.8	0.087	2
J-2039	54.54	0.145	1.6

En el sector de ampliación se obtuvieron presiones positivas entre 0.6 y 3.7 m.c.a.; no obstante, los valores continúan siendo bajos, evidenciando que este sector tampoco alcanza condiciones adecuadas de presión para la distribución del agua.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la simulación de la red de distribución, en las manzanas algunos nodos alcanzan presiones cercanas a 13 m.c.a.; sin embargo, la mayoría registran valores inferiores a la presión mínima de 10 m.c.a. establecida en la Resolución Ministerial N° 192-2018-VIVIENDA, e incluso se observan presiones negativas de hasta -3.5 m.c.a.

Estas condiciones evidencian que el sistema actual no dispone de suficiente carga hidráulica para abastecer adecuadamente a todos los usuarios, lo que compromete la continuidad y calidad del servicio de agua potable.

Esta situación podría estar asociada a diversos factores, como la insuficiente altura de carga proporcionada por el reservorio, la presencia de pérdidas de carga por fricción debido a la longitud y características de las tuberías, diámetros que no satisfacen los requerimientos hidráulicos actuales y la ubicación de algunos nodos en cotas topográficas más elevadas, condiciones que reducen la presión disponible en los puntos más desfavorables de la red.

4.1.3 Diseño de mejoramiento para un adecuado sistema de abastecimiento de agua potable.

4.1.3.1 Diseño del sistema de bombeo

Con la finalidad de garantizar el abastecimiento de agua desde el pozo tubular hacia el reservorio proyectado de 20 m³, se realizó el dimensionamiento del sistema de bombeo considerando el caudal máximo diario, el tiempo de operación de la bomba, la altura dinámica total y las pérdidas de carga presentes en la línea de impulsión.

Se detallan el procedimiento de los cálculos realizados para el dimensionamiento del sistema de bombeo. Asimismo, en el Anexo 6 se presenta el resumen de los cálculos desarrollados en Excel.

- Cálculos para línea de aducción:

Consumo promedio:

$$Q = 1.406 \text{ L/s}$$

Caudal promedio considerado para los siguientes cálculos.

Consumo máximo diario:

$$Q_{md} = 1.30 \times Q$$

$$Q_{md} = 1.30 \times 1.406$$

$$\mathbf{Q_{md} = 1.828 \text{ L/s}}$$

Consumo máximo horario:

$$Q_{mh} = 2.00 \times Q$$

$$Q_{mh} = 2.00 \times 1.406$$

$$\mathbf{Q_{mh} = 2.812 \text{ L/s}}$$

- Cálculos para línea de succión e impulsión:

Caudal de bombeo:

Para establecer el caudal que debe impulsar la bomba se consideró un tiempo de funcionamiento de 15 horas por día. El caudal de bombeo se calculó en función del consumo máximo diario mediante la siguiente expresión:

$$Q_b = \frac{24}{N} \times Q_{md}$$

$$Q_b = (24 / 15) \times 1.828$$

$$\mathbf{Q_b = 0.002925 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Para el dimensionamiento de las líneas de succión e impulsión se consideró un caudal de bombeo de 0.00292 m³/s, correspondiente a un funcionamiento de la bomba durante 15 horas al día.

Cálculos para la línea de impulsión:

$$D = 1.3 \left(\frac{N}{24} \right)^{1/4} (Q_b)^{1/2}$$

$$D = 1.3 \left(\frac{15}{24} \right)^{1/4} (0.00292)^{1/2}$$

$$D = 1.3 (0.889)(0.0540)$$

$$D = 0.063 \text{ m}$$

El diámetro preliminar calculado fue de aproximadamente:

$$0.063 \text{ m} \times 1000 = 63 \text{ mm}$$

Para los cálculos hidráulicos posteriores no se utilizó directamente el diámetro nominal, sino el diámetro interior real de la tubería seleccionada. Según la tabla de tuberías PVC-U empleada, para una tubería de 2" Clase 10 (150 PSI) se tiene:

$$D_e = 60 \text{ mm}$$

$$e = 2.9 \text{ mm}$$

El diámetro interno se determinó mediante:

$$D_i = D_e - 2e$$

$$D_i = 60 - 2(2.9)$$

$$\mathbf{D_i = 54.2 \text{ mm} = 0.0542 \text{ m}}$$

Por esta razón, aunque la tubería seleccionada comercialmente es denominada 2 pulgadas, para determinar posteriormente la velocidad, número de Reynolds y pérdidas de carga se empleó un diámetro interno de 54.2 mm.

Cálculos para la línea de succión:

Diámetro Nominal Asumido $\rightarrow D_s = 2"$

Las dimensiones comerciales y características de la tubería PVC-U considerada para la línea de succión se presentan en la siguiente figura:

Figura 20.

Dimensiones y características de tuberías PVC-U para fluidos a presión.

TUBO PVC-U PARA FLUIDOS A PRESION CON EMPALME ESPIGA CAMPANA O SIMPLE PRESION (SP)															
ESPECIFICACIONES TECNICAS NTP 399.002															
DIAMETRO EXTERIOR		LONGITUD		CLASE 5 75 PSI (5 bar)			CLASE 7.5 105 PSI (7.5 bar)			CLASE 10 150 PSI (10 bar)			CLASE 15 200 PSI (15 bar)		
NOM	REAL	TOTAL	UTIL	ESP.	Diam. Inter.	PESO	ESP.	Diam. Inter.	PESO	ESP.	Diam. Inter.	PESO	ESP.	Diam. Inter.	PESO
Pulg.	mm	metros	metros	mm	mm	Kg. x tubo	mm	mm	Kg. x tubo	mm	mm	Kg. x tubo	mm	mm	Kg. x tubo
1/2	21	5	4.97	-	-	-	-	-	-	1.8	17.4	0.84	1.8	17.9	-
3/4	26.5	5	4.96	-	-	-	-	-	-	1.8	22.9	1.080	1.8	22.9	-
1	33	5	4.96	-	-	-	-	-	-	1.8	28.4	1.363	2.3	28.4	2.877
1.1/4	42	5	4.96	-	-	-	1.8	38.4	1.74	2	38	1.940	2.9	36.2	2.750
1.1/2	48	5	4.96	-	-	-	1.8	44.4	2.016	2.3	43.4	2.549	3.3	41.4	3.577
2	60	5	4.95	1.8	54.2	2.359	2.2	55.4	3.082	2.9	54.2	4.013	4.2	51.6	6.680
2.1/2	73	5	4.94	1.8	69.4	3.102	2.6	67.8	4.435	3.5	66	5.894	5.1	62.8	8.390
3	88.5	5	4.93	2.2	84.1	4.599	3.2	82.1	6.612	4.2	80.1	8.576	6.2	76.1	12.360
4	114	5	4.9	2.8	108.4	7.540	4.1	105.8	10.911	5.4	103.2	14.201	8	98	20.535
6	168	5	4.86	4.1	159.8	16.278	6.1	155.8	23.923	8	152	31.006	11.7	144.6	44.299
8	219	5	4.82	5.3	208.4	27.440	7.9	203.2	40.405	10.4	198.2	52.262	15.3	188.4	75.513
10	273	5	4.77	6.7	259.6	43.223	9.9	253.2	63.100	13	247	81.884	19	235	116.919
12	323	5	4.73	7.9	307.2	60.301	11.7	299.6	88.231	15.4	292.2	114.754	22.5	278	163.796

- La Norma Técnica Peruana exige que para los diámetros de 1/2" y 1" los tubos deben ser en CLASE 10.

Nota. Fuente: Instituto Nacional de Calidad (INACAL). NTP 399.002: Tubos de PVC-U para fluidos a presión. Adaptado de la Norma Técnica Peruana.

De acuerdo con las especificaciones mostradas, para la tubería nominal de 2" se consideró un diámetro interno de 54.2 mm, valor empleado posteriormente en los cálculos hidráulicos de la línea de succión.

- Cálculos para pérdidas de carga:

Para la línea de succión se consideró una altura de 15 m, correspondiente a la diferencia de nivel que debe vencer el agua desde la fuente hasta el equipo de bombeo. Asimismo, se tomó una longitud de tubería de succión de 15 m.

$$H_s = 15 \text{ m}$$

$$L_s = 15 \text{ m}$$

Para la línea de impulsión se consideró una altura de 17.60 m y una longitud de tubería de 17.60 m.

$$H_i = 17.60 \text{ m}$$

$$L_i = 17.60 \text{ m}$$

Estos valores fueron utilizados para determinar las pérdidas de energía producidas durante el recorrido del agua y calcular la altura dinámica total que debe vencer el equipo de bombeo.

Cálculo de la velocidad del flujo:

La velocidad del agua en la tubería se determinó a partir del caudal de bombeo de 0.00292 m³/s y del diámetro interno comercial de 54.20 mm, previamente seleccionado para la tubería de 2".

$$D_i = 54.20 \text{ mm} = 0.0542 \text{ m}$$

El área interna de la tubería se determinó por medio de:

$$A = \frac{\pi D_i^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi (0.0542)^2}{4}$$

$$A = 0.002307 \text{ m}^2$$

Luego, se aplicó la ecuación de continuidad para determinar la velocidad:

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

$$V = \frac{0.002925}{0.002307}$$

$$V = 1.268 \text{ m/seg}$$

Este valor se encuentra dentro del rango considerado para el diseño, por lo que cumple con el criterio establecido.

A. Pérdidas de carga por fricción:

Se empleó la ecuación de Darcy-Weisbach, considerando previamente el régimen de flujo y el factor de fricción de la tubería.

Para identificar el tipo de flujo presente en la tubería se calculó el número de Reynolds mediante:

$$R_e = \frac{V D}{\nu}$$

Considerando que:

Viscosidad cinemática del agua a 20 °C $\rightarrow 1.004 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$$R_e = \frac{(1.268) (0.0542)}{1.004 \times 10^{-6}}$$

$$R_e = 68432.35$$

Debido a que el número de Reynolds obtenido es superior a 4000, el movimiento del agua dentro de la tubería corresponde a un régimen turbulento.

Determinación de la rugosidad relativa:

Para obtener el factor de fricción se consideró una tubería de PVC, cuya rugosidad absoluta utilizada en el cálculo fue $\rightarrow \varepsilon = 0.0015 \text{ mm}$

El diámetro interno utilizado es $\rightarrow D = 54.2 \text{ mm}$

Por lo tanto, la rugosidad relativa resulta:

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.0015}{54.2}$$

$$\frac{\varepsilon}{D} = 2.77 \times 10^{-5}$$

Este valor indica que la superficie interna de la tubería presenta una rugosidad muy pequeña respecto a su diámetro.

Determinación del factor de fricción:

Al haberse determinado un régimen turbulento, el factor de fricción se obtuvo mediante la expresión de Swamee-Jain:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log_{10} \left(\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

$$f = \frac{0.25}{\left[\log_{10} \left(\frac{2.77 \times 10^{-5}}{3.7} + \frac{5.74}{(68432.35)^{0.9}} \right) \right]^2}$$

$$\mathbf{f = 0.020}$$

Este factor fue empleado en la ecuación de Darcy-Weisbach.

Cálculo de la pérdida de carga por fricción:

La pérdida de carga producida por el rozamiento del agua con la tubería se determinó mediante:

$$h_f = f \left(\frac{L}{D} \right) \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

$$h_f = 0.020 \left(\frac{L}{0.0542} \right) \left(\frac{(1.268)^2}{2 \times 9.81} \right)$$

$$\mathbf{h_f = 0.985 \text{ m}}$$

B. Pérdidas de carga locales:

Después de calcular las pérdidas por fricción, se determinaron las pérdidas generadas por los accesorios y elementos instalados en el sistema, como codos, válvulas, entrada, salida y demás accesorios.

$$L_e = \left(\frac{K}{f}\right) D$$

ACCESORIOS METALICOS C= 100	CANTIDAD	K	D	LONG. EQUIV	LONG. EQUIV
				UNITARIA	TOTAL
			mm	mts	mts
ENTRADA	1	0.50	54.20	1.36	1.36
CODO DE 90°	1	0.75	54.20	2.03	2.03
VÁLVULA COMPUERTA	1	0.15	54.20	0.41	0.41
MANÓMETRO	1	0.00	54.20	-	0.00
GRIFO	1	1.50	54.20	4.07	4.07
SALIDA	1	1.00	54.20	2.71	2.71
TOTAL LONGITUD EQUIVALENTE					10.57

Cálculo de la pérdida de carga local:

Del cuadro de accesorios se obtuvo una longitud equivalente total de 10.57 m. Este valor representa el efecto conjunto de la entrada, codo de 90°, válvula compuerta, manómetro, grifo y salida.

La pérdida de carga local se determinó mediante la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$h_f = f \left(\frac{L}{D}\right) \left(\frac{V^2}{2g}\right)$$
$$h_f = 0.020 \left(\frac{10.57}{0.0542}\right) \left(\frac{(1.268)^2}{2 \times 9.81}\right)$$
$$h_f = 0.32 \text{ m}$$

Presión de salida: $P_s = 0.50 \text{ m.c.a.}$

Este valor representa la carga adicional considerada en el punto de descarga del sistema.

Cálculo de la Altura Dinámica Total (HDT):

$$HDT = H_s + H_i + h_f$$

$$HDT = 15 + 17.60 + 0.985 + 0.32 + 0.50$$

$$\mathbf{HDT = 34.40\ m}$$

- **Cálculos para potencia de la bomba:**

La potencia teórica se determinó mediante la siguiente expresión:

$$P = \frac{1000 \times Q_b \times HDT}{75 E}$$

$$P = \frac{1000 (0.00292) (34.40)}{75 (0.56)}$$

$$\mathbf{P = 2.40\ HP}$$

Para la potencia recomendada se consideró un incremento del 15 %:

$$P_i = P + 0.15 P$$

$$P_i = 2.40 + 0.36$$

$$\mathbf{P_i = 2.80\ HP}$$

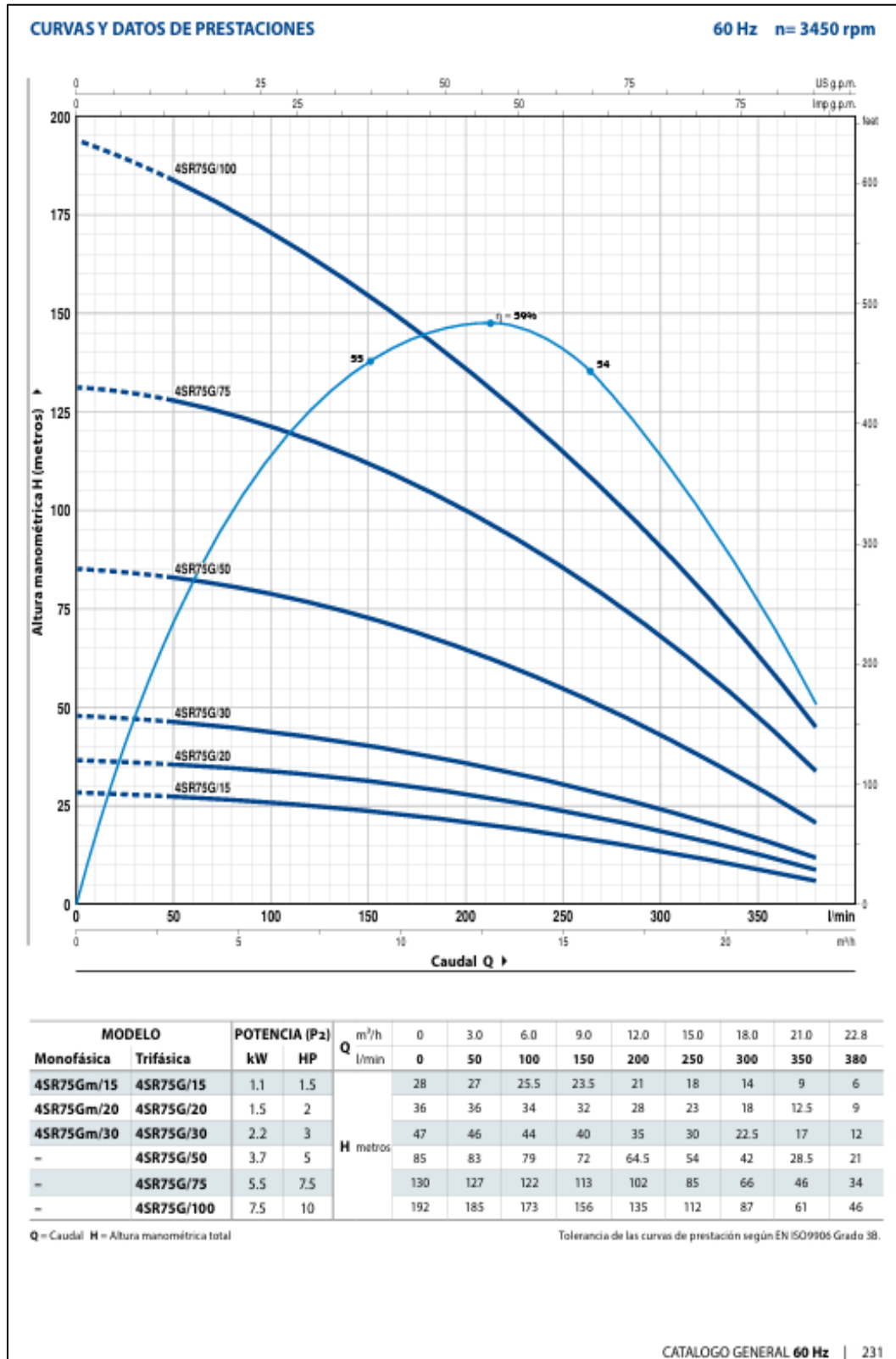
Debido a que la potencia recomendada obtenida 2.8 HP no corresponde directamente a una potencia comercial adoptada en el diseño, se seleccionó el valor de 3 HP.

$$\mathbf{P_{comercial} = 3\ HP}$$

Con la potencia comercial definida, se procedió a seleccionar la electrobomba que se ajuste a las condiciones requeridas por el sistema, considerando sus curvas de funcionamiento, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 20.

Selección de electrobomba sumergible Pedrollo



Nota. Adaptado del catálogo técnico de Pedrollo (60 Hz).

A partir de las curvas de rendimiento del fabricante, se verificó el comportamiento de la electrobomba seleccionada en función del caudal y la altura manométrica requeridos, comprobando su correspondencia con las condiciones consideradas para el diseño del sistema de bombeo.

De la evaluación del sistema de bombeo existente se verificó que la bomba instalada posee una potencia de 5,7 HP; sin embargo, durante la inspección de campo se constató que presenta fallas recurrentes en su funcionamiento. Asimismo, el equipo opera mediante una línea de succión de PVC de 2 pulgadas con una longitud aproximada de 15 m, condición que incrementa las pérdidas de carga en la aspiración y puede generar condiciones desfavorables para la operación de la bomba, afectando su eficiencia y vida útil.

De acuerdo con el dimensionamiento hidráulico realizado para la propuesta de mejoramiento, la potencia requerida es de 2.40 HP, adoptándose una bomba comercial de 3 HP, suficiente para vencer una altura dinámica total de 34,40 m y satisfacer el caudal de diseño del sistema.

En ese sentido, se propone reemplazar la bomba superficial existente por una bomba sumergible de 3 HP, la cual operará directamente dentro del pozo tubular, eliminando la línea de succión, reduciendo las pérdidas de carga, disminuyendo el riesgo de cavitación y mejorando la confiabilidad y continuidad del servicio de abastecimiento de agua potable.

4.1.3.2 Modelamiento de la propuesta en WaterCAD

Para verificar el desempeño hidráulico de la propuesta de mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del Asentamiento Humano San Pedrito, se actualizó el modelo desarrollado en WaterCAD, incorporando las modificaciones planteadas en el diseño hidráulico.

Para el modelamiento hidráulico de la propuesta de mejoramiento se realizaron modificaciones en los componentes del sistema con el propósito de garantizar que las presiones en todos los nodos cumplieran con los valores establecidos por la normativa vigente. En ese sentido, se incrementó el diámetro de la línea de aducción de 2" a 3", manteniendo la longitud correspondiente al trazado propuesto. Asimismo, se conservaron los diámetros de 1" en la red de distribución, debido a que estos resultaron hidráulicamente adecuados para el caudal de diseño.

Asimismo, en el modelamiento hidráulico se reemplazó el material de las tuberías existentes por tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE), considerando un coeficiente de rugosidad Hazen-Williams de 150, debido a sus mejores características hidráulicas, resistencia a la corrosión y mayor vida útil para sistemas de abastecimiento de agua potable. La modelación hidráulica correspondiente a la propuesta de mejoramiento se presenta en el Anexo 9.

A partir de los cambios planteados en la red como propuesta de mejoramiento, se obtuvieron nuevos parámetros hidráulicos para las tuberías, cuyos resultados se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 29.

Resultados de los parámetros hidráulicos de las tuberías de la simulación de la propuesta de mejoramiento.

Longitud (Escalada) (m)	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro (mm)	Material	Coef. Hazen- Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Gradiente de Pérdida de Carga (m/m)
10.42	J-2060	J-2061	29.4	PVC	150	0.506	0.746	0.02446
18.86	J-2062	J-2063	29.4	PVC	150	0.377	0.555	0.01459
18.88	J-2064	J-2065	29.4	PVC	150	-0.172	0.253	0.00374
22.58	J-2066	J-2061	29.4	PVC	150	-0.247	0.364	0.007
26.4	J-2066	J-2067	29.4	PVC	150	-0.48	0.707	0.02225
32.03	J-2067	J-2068	29.4	PVC	150	-0.538	0.792	0.02719
34.59	J-2069	J-2070	29.4	PVC	150	0.26	0.384	0.00768
38.76	J-2060	J-2068	29.4	PVC	150	-0.535	0.788	0.02697
43.67	J-2070	J-2071	29.4	PVC	150	0.024	0.035	0.00013
214.09	J-2070	J-2071	29.4	PVC	150	0.005	0.007	0.00003
45.99	J-2072	J-2073	29.4	PVC	150	-0.073	0.107	0.00069
45.99	J-2074	J-2075	29.4	PVC	150	-0.005	0.007	0.00003
46.08	J-2076	J-2077	29.4	PVC	150	0.386	0.569	0.01523
49.54	J-2062	J-2069	29.4	PVC	150	0.347	0.512	0.01266
50.62	J-2078	J-2079	29.4	PVC	150	-0.095	0.139	0.00136
50.95	J-2066	J-2064	29.4	PVC	150	0.284	0.419	0.00893
66.33	J-2080	J-2065	29.4	PVC	150	0.172	0.253	0.00374
78.83	J-2080	J-2061	29.4	PVC	150	-0.172	0.253	0.00374
80.87	J-2063	J-2071	29.4	PVC	150	0.261	0.384	0.00771
81.35	J-2072	J-2077	29.4	PVC	150	-0.299	0.441	0.00977
81.4	J-2076	J-2073	29.4	PVC	150	0.425	0.626	0.018
90.02	J-2078	J-2064	29.4	PVC	150	-0.195	0.287	0.00466
99.54	J-2079	J-2066	29.4	PVC	150	-0.269	0.396	0.00809
103	J-2072	J-2074	29.4	PVC	150	0.14	0.207	0.00265
103	J-2073	J-2075	29.4	PVC	150	0.149	0.22	0.00295
2.34	J-2068	J-2081	29.4	PVC	150	-1.131	1.666	0.10134
7.55	J-2082	J-2076	80.1	PVC	150	0.869	0.172	0.00054
11.57	R-16	J-2084	80.1	PVC	150	2.753	0.546	0.00408
24.08	J-2062	J-2084	80.1	PVC	150	-0.753	0.149	0.00042
39.86	J-2081	J-2084	80.1	PVC	150	-2	0.397	0.00232
142.39	J-2082	J-2081	80.1	PVC	150	-0.869	0.172	0.00054

Nota. Fuente: Software WaterCAD

De acuerdo con la tabla los valores fueron considerados para verificar el funcionamiento hidráulico del sistema y su respuesta frente a las condiciones de diseño establecidas.

Además, se efectuó una sectorización de la red de distribución, dividiendo el sistema en tres sectores hidráulicos mediante la incorporación de válvulas de control, con la finalidad de redistribuir los caudales y mejorar las presiones en los sectores que presentaban menores valores durante la evaluación del sistema existente. Esta configuración permitió obtener un comportamiento hidráulico más uniforme en toda la red sin modificar la altura del reservorio elevado.

Como resultado de la sectorización propuesta, se evaluó el comportamiento de las presiones en los nodos correspondientes al sector 1, cuyos valores se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 30.

Resultados del modelamiento de la propuesta de red de distribución en sector 1.

SECTOR 1				
Nudo	Elevación	Demanda (L/S)	Presión (m.c.a.)	Descripción
J-2072	55.62	0.232	14.5	Cumple
J-2073	56.37	0.203	14.8	Cumple
J-2074	57.4	0.145	13.5	Cumple
J-2075	57.4	0.145	13.5	Cumple
J-2076	56.4	0.058	16.2	Cumple
J-2077	56.47	0.087	15.4	Cumple
J-2081	54.66	0	18	Cumple
J-2082	56.39	0	16.2	Cumple
J-2084	54.4	0	18.4	Cumple

En el sector 1 se obtuvieron presiones entre 13.5 y 18.4 m.c.a., observándose que todos los nodos cumplen con las condiciones establecidas para la propuesta.

Continuando con la evaluación de la red sectorizada, en la siguiente tabla se presentan las presiones obtenidas para los nodos que conforman el sector 2:

Tabla 31.

Resultados del modelamiento de la propuesta de red de distribución en sector 2.

SECTOR 2				
Nudo	Elevación	Demanda (L/S)	Presión (m.c.a.)	Descripción
J-2060	55.15	0.029	16.3	Cumple
J-2062	54.48	0.029	18.3	Cumple
J-2063	54.5	0.116	18	Cumple
J-2068	54.69	0.058	17.8	Cumple
J-2069	54.76	0.087	17.4	Cumple
J-2070	55.23	0.232	16.7	Cumple
J-2071	55.35	0.29	16.5	Cumple
J-2081	54.66	0	18	Cumple
J-2084	54.4	0	18.4	Cumple

En el sector 2, las presiones varían entre 16.3 y 18.4 m.c.a., manteniéndose dentro de los valores considerados para la propuesta. De esta manera, todos los nodos evaluados presentan condiciones adecuadas de presión.

Los resultados obtenidos para los nodos correspondientes al sector 3 se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 32.

Resultados del modelamiento de la propuesta de red de distribución en sector 3.

SECTOR 3				
Nudo	Elevación	Demanda (L/S)	Presión (m.c.a.)	Descripción
J-2061	55.21	0.088	16	Cumple
J-2064	55.26	0.261	15.3	Cumple
J-2065	55.84	0	14.8	Cumple
J-2066	54.8	0.174	16.2	Cumple
J-2067	54.46	0.058	17.1	Cumple
J-2078	54.63	0.29	15.5	Cumple
J-2079	53.81	0.174	16.4	Cumple
J-2080	56.25	0	14.6	Cumple

Para el sector 3 se obtuvieron presiones entre 14.6 y 17.1 m.c.a., observándose un comportamiento favorable en los nodos analizados. Los valores alcanzados muestran que este sector cumple con las condiciones de presión previstas para la red propuesta.

De acuerdo con los resultados obtenidos de los 3 sectores en WaterCAD, se observa que las presiones calculadas para los nodos cumplen con los valores exigidos por la normativa. Asimismo, la red propuesta presenta presiones más equilibradas en comparación con las condiciones encontradas en el sistema actual.

4.2 Discusión

En esta investigación se revisó el estado del sistema de agua potable del A.A.H.H. San Pedrito, considerando las características observadas en sus componentes, su funcionamiento hidráulico y el nivel de sostenibilidad alcanzado. A partir de esta evaluación se reconocieron los principales problemas del sistema y se plantearon las

mejoras necesarias. Los resultados obtenidos se contrastaron con cinco estudios anteriores relacionados con la evaluación y sostenibilidad de sistemas de agua potable y su desempeño hidráulico.

Respecto a la sostenibilidad, la aplicación del SIRAS 2010 en San Pedrito dio como resultado un índice de 3.31, ubicando al sistema en la categoría de medianamente sostenible. A pesar de que el servicio se mantenía operativo, durante la evaluación se encontraron problemas en sus componentes, así como aspectos por mejorar en la gestión, operación y mantenimiento. Estos hallazgos guardan relación con lo señalado por Calderón et al. (2023), quienes, mediante PROPILAS CARE-Perú, obtuvieron un valor de 3.02 y determinaron que el sistema estudiado se encontraba en estado normal, pero con tendencia al deterioro. En dicho estudio también se reportaron dificultades asociadas a la infraestructura y a la forma en que se gestionaba y mantenía el servicio. Si bien los métodos aplicados no fueron los mismos y existe una diferencia de 0.29 entre ambos índices, los resultados reflejan una situación similar: los sistemas todavía funcionaban, pero presentaban deficiencias que podían afectar su permanencia en el tiempo. Por ello, los hallazgos respaldan la necesidad de corregir los problemas identificados y mejorar las labores de operación y mantenimiento.

Al revisar cada uno de los componentes del sistema de San Pedrito se encontraron aspectos que debían ser corregidos en la captación, impulsión, almacenamiento y aducción. Uno de los puntos más importantes estuvo relacionado con el reservorio, cuya capacidad actual es de 10 m³; sin embargo, a partir de los cálculos efectuados se determinó que se necesitan 20 m³ para atender las condiciones previstas de diseño. Por lo tanto, la capacidad disponible resulta insuficiente frente al volumen calculado. Al contrastar estos

resultados con Salas y Martínez (2022), se observa que dichos autores también encontraron problemas en la infraestructura evaluada, aunque de diferente naturaleza. En su caso, reportaron deficiencias en la captación asociadas al lecho filtrante y señalaron la presencia de una cámara rompe presión que requería ser reemplazada en la conducción. A pesar de tratarse de problemas distintos, en los dos estudios el estado de algunos elementos condicionaba el desempeño del sistema de agua potable. En el caso de San Pedrito, los resultados obtenidos permitieron precisar los componentes que necesitan ser mejorados y sustentar las modificaciones propuestas a partir de lo encontrado durante la evaluación.

El pozo del A.A.H.H. San Pedrito registró un caudal cercano a 2.3 L/s, valor que se tomó en cuenta para verificar si la cantidad de agua disponible podía cubrir la demanda considerada. También se revisaron los resultados del análisis de agua para conocer las condiciones en las que se encontraba la fuente. Con esta información se tuvo una visión más completa del sistema, ya que para plantear las mejoras no solo se consideraron los problemas observados en la infraestructura, sino también la disponibilidad de agua, su calidad y las condiciones hidráulicas encontradas en la red.

Al modelar en WaterCAD las condiciones actuales de la red, se encontraron presiones menores a 10 m.c.a. en gran parte de los nodos, llegando incluso a registrarse un valor mínimo de -3.5 m.c.a. A partir de estos valores se reconocieron los puntos de la red con mayores problemas de presión, los cuales fueron considerados posteriormente para plantear las mejoras del sistema.

Los resultados fueron comparados con Ponce et al. (2023), quienes evaluaron mediante EPANET una red de distribución de agua potable y determinaron que esta no satisfacía adecuadamente la demanda de los usuarios, además de presentar pérdidas de

agua cercanas al 43 %. También señalaron que incrementar la extracción del recurso no representaba una solución conveniente debido al riesgo de sobreexplotación de los pozos. Aunque las deficiencias principales fueron diferentes, ya que en San Pedrito destacaron las bajas presiones y en el estudio de Ponce et al. las pérdidas de agua, ambas investigaciones evidenciaron problemas en el funcionamiento hidráulico de las redes.

La comparación con Ponce et al. (2023) también permitió reconocer la utilidad del modelamiento hidráulico para complementar la evaluación realizada en campo. En San Pedrito, WaterCAD permitió conocer las presiones en los nodos y representar el comportamiento de la red existente, mientras que Ponce et al. utilizaron EPANET para evaluar la operatividad de su sistema. Por ello, aunque se emplearon programas distintos, en ambos estudios la simulación constituyó una herramienta para identificar deficiencias y disponer de información técnica antes de formular alternativas de mejoramiento.

Los resultados también presentaron similitud con Romero (2021), quien evaluó un sistema de abastecimiento de agua potable en Potosí, Bolivia, mediante mediciones de caudal y presión y el modelamiento hidráulico con EPANET. El autor identificó deficiencias en la línea de aducción, el tanque de almacenamiento y las presiones de la red, a partir de las cuales planteó un rediseño que consideró una bomba de 2 HP y un reservorio de 37 m³, además del aprovechamiento de parte de la infraestructura existente. En San Pedrito también se partió de la evaluación de un sistema existente y se identificaron deficiencias en componentes como el almacenamiento, el bombeo y la aducción, complementándose el diagnóstico con la simulación hidráulica.

Las soluciones propuestas en ambos estudios fueron diferentes debido a las características particulares de cada sistema. Mientras Romero (2021) consideró una

bomba de 2 HP y un reservorio de 37 m³, para San Pedrito se planteó una bomba sumergible de 3 HP y un almacenamiento de 20 m³. Esta diferencia mostró que las dimensiones y características de los componentes debían responder a las necesidades propias de cada sistema. Sin embargo, ambos estudios coincidieron en el procedimiento general de evaluar la infraestructura existente, analizar su comportamiento hidráulico y utilizar los resultados obtenidos como sustento para formular las mejoras necesarias, conservando aquellos elementos que podían continuar siendo aprovechados.

La propuesta de mejoramiento de San Pedrito consideró el incremento del volumen del reservorio, el reemplazo de la bomba superficial por una bomba sumergible de 3 HP, el aumento del diámetro de la línea de aducción de 2 a 3 pulgadas, el uso de tuberías de HDPE y la sectorización de la red mediante válvulas de control. Después de incorporar estas modificaciones en WaterCAD, las presiones obtenidas se encontraron entre 13.5 y 18.4 m.c.a., mostrando un comportamiento más favorable respecto al sistema existente, donde se habían registrado presiones inferiores a 10 m.c.a. y valores negativos.

Estos resultados fueron comparados con Tunque-Dueñas et al. (2023), en donde encontraron algunos criterios similares en el análisis hidráulico. En dicho estudio se utilizó el algoritmo NSGA-II para definir los diámetros de las tuberías, buscando disminuir los costos y mejorar la confiabilidad de la red sin dejar de cumplir las exigencias de presión y velocidad de la Norma Técnica OS.050. En San Pedrito se siguió un procedimiento diferente, ya que no se aplicó un algoritmo de optimización; sin embargo, las presiones obtenidas y el diámetro de las tuberías también fueron considerados al momento de plantear las mejoras. Por esta razón, se modificó el diámetro de la línea de aducción y posteriormente se comprobó su funcionamiento mediante el modelamiento realizado en WaterCAD.

Finalmente, los resultados permitieron establecer que las deficiencias del sistema de abastecimiento de agua potable de San Pedrito debían analizarse de manera conjunta. La evaluación de los componentes permitió conocer las condiciones de la infraestructura, la metodología SIRAS permitió determinar su nivel de sostenibilidad y la simulación hidráulica permitió identificar las limitaciones de presión existentes en la red. A partir de estos resultados se formuló la propuesta de mejoramiento y se verificó su comportamiento mediante WaterCAD, obteniéndose presiones entre 13.5 y 18.4 m.c.a.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- ❖ La evaluación realizada al sistema permitió obtener un índice de sostenibilidad de 3.31, ubicándolo en la categoría de medianamente sostenible. En cuanto a la infraestructura existente, la captación, impulsión, almacenamiento y aducción fueron calificadas en condición regular. Además, se comprobó que los 10 m³ disponibles en el reservorio no cubren el volumen calculado para el diseño, el cual asciende a 20 m³.
- ❖ Los problemas encontrados están relacionados principalmente con la capacidad limitada del reservorio, las presiones reducidas en diferentes puntos de la red, las pérdidas hidráulicas y las condiciones actuales del bombeo. Al realizar el modelamiento en WaterCAD se obtuvieron presiones menores a 10 m.c.a., llegando hasta -3.5 m.c.a. en algunos nodos. Estos valores muestran que la red existente no trabaja bajo condiciones hidráulicas adecuadas para brindar el servicio previsto.
- ❖ A partir de los problemas encontrados se plantearon modificaciones en los componentes que necesitaban ser mejorados. La propuesta considera un reservorio de 20 m³, el cambio del equipo actual por una electrobomba sumergible de 3 HP, una tubería de aducción de 3" en reemplazo de la existente de 2", el uso de HDPE y la incorporación de válvulas para dividir la red en sectores. Al modelar estas modificaciones en WaterCAD, las presiones obtenidas estuvieron entre 13.5 y 18.4 m.c.a., valores que se encuentran dentro de los parámetros considerados para el diseño.

- ❖ A partir de los hallazgos obtenidos se corroboró lo planteado inicialmente en el estudio. La evaluación realizada en el A.A.H.H. San Pedrito permitió reconocer problemas en el estado de sus componentes y en las condiciones hidráulicas de la red. Por esta razón, se plantearon modificaciones orientadas a corregir las deficiencias encontradas y mejorar las condiciones actuales del servicio de agua.

5.2 Recomendaciones

- ❖ Desarrollar las mejoras propuestas para el sistema de San Pedrito, priorizando el aumento de la capacidad del reservorio, el cambio del equipo de bombeo y las modificaciones previstas en las tuberías de distribución. Estas acciones permitirán mejorar las condiciones actuales del servicio y atender de manera adecuada la demanda de agua de la población.
- ❖ Establecer actividades continuas para el cuidado y conservación de los componentes del sistema, considerando revisiones programadas en tuberías, válvulas, reservorio, equipo de bombeo y unidad de cloración. De esta manera, se podrán detectar oportunamente posibles fallas y mantener la infraestructura en condiciones adecuadas de funcionamiento.
- ❖ Realizar controles periódicos de las presiones obtenidas en los diferentes puntos de la red y verificar las condiciones del agua suministrada. Para ello, se recomienda efectuar evaluaciones hidráulicas y controles de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, a fin de comprobar el cumplimiento de los valores exigidos por la normativa aplicable.

- ❖ Actualizar el modelamiento realizado en WaterCAD ante futuros cambios en el sistema, principalmente cuando aumente la población, se incorporen nuevas tuberías o se modifique alguno de sus componentes. Esto permitirá evaluar previamente el comportamiento hidráulico de la red y contar con información técnica para definir las modificaciones posteriores.
- ❖ Desarrollar investigaciones complementarias orientadas a evaluar la eficiencia energética del sistema de bombeo y la incorporación de tecnologías que contribuyan a optimizar la operación y sostenibilidad del sistema de agua potable.

CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Katsanou, K., & Karapanagioti, H. (2017). *Surface Water and Groundwater Sources*. Springer International Publishing. doi:10.1007/698_2017_140,
- Agustín Pérez, V. D. (2022). Diseño del sistema de agua potable por bombeo fotovoltaico para el Cantón Alta Vista, Aldea El Rodeo, San Marcos. *RIPC, Revista de Investigación Proyección Científica*, 18. doi:https://doi.org/10.56785/ripc.v4i1.12
- Arocha, S. (1977). *Abastecimiento de Agua, Teoría y Diseño*. Ediciones Vega s.r.l.
- Barreto, L. (11 de Febrero de 2019). SSWM. Obtenido de SSWM: <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/acerca-de-esta-herramienta/¿sabes-qué-son-los-sistemas-de-abastecimiento-de-agua%3F#:~:text=Los%20sistemas%20de%20abastecimiento%20de%20agua%20son%20aquellos%20que%20permiten,la%20cantidad%20y%20calidad%20requerida>
- Bartolome, S. (1994). *Albañilería*. Lima: PUCP.
- Calderon Montalico, A. H., Velarde Coaquira, E., Velasquez Viza, O. A., & Velezvia Diaz, J. D. (2023). Sostenibilidad del suministro de agua potable de la comunidad campesina San José de Collana, Paucarcolla, Puno. *Revista De Investigaciones*. doi:https://doi.org/10.26788/ri.v12i4.6079
- Carhuapoma, E. (2018). Diseño del sistema de agua potable y eliminación de excretas en el sector Chiqueros, distrito Suyo, provincia Ayabaca, región Piura. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUMP_4b89de6f444daa3b7f063da05897ffe5/Description#tabnav
- Comisión Nacional del Agua. (2007). *MANUAL DE AGUA POTABLE*. Coyoacán: Diciembre. Obtenido de https://www.academia.edu/12969251/Redes_de_distribucion_de_agua_potable

De Moya Abril, L. S. (2021). Exploración de la viabilidad para uso de la fibra de fique como material sostenible en el reforzamiento del concreto. Un enfoque eco-amigable como alternativa de la fibra de polipropileno. *Maestria*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/80955/1045710019.2021.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Durango Grisales, J., Regino Cárdenas, N., Arteaga, T., Montiel Cardozo, W., Pérez Fera, Y., & Bitar Álvarez, J. D. (2021). PROPUESTA DE RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE VALENCIA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA. *EIEI ACOFI*, 12. doi:<https://doi.org/10.26507/ponencia.1734>

Eurotubo. (2019). *Tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE/PEAD)*. Obtenido de Eurotubo: <https://www.eurotubo.com.pe/assets/media/brochure/catalogos/HDPE-LIGERO/BROCHURE-HDPE-LIGERO.pdf>

Gobierno del Perú. (Setiembre de 2004). *Plataforma del Estado Peruano*. Obtenido de Plataforma del Estado Peruano: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/_4_Criterios_seleccin_opciones_y_niveles_de_Servic_%20sistemas_de_agua_y_saneam_zonas_rurales.pdf

Gobierno del Perú. (2004). *Plataforma del Estado Peruano*. Obtenido de Plataforma del Estado Peruano: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/_3_Parametros_de_dise_de_infraestructura_de_agua_y_saneamiento_C_C_PP_rurales.pdf

- Hermann, E., & Prunes, E. (27 de Marzo de 2022). *World Wildlife Fund*. Obtenido de World Wildlife Fund: <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/que-es-el-agua-subterranea-y-por-que-es-tan-importante>
- INEI. (Diciembre de 2023). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística e Informática: https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_2023.pdf
- López Gomez, D. I. (2019). Evaluación físico-mecánica de concreto adicionado con fibras de polietileno (triturado y molido) y macro-fibra de polipropileno. *Título Profesional*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia. Obtenido de http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/7722/FIC-L-2019-1462.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Magne, F. (2008). ABASTECIMIENTO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE MODERNIZANDO EL APRENDIZAJE Y ENSEÑANZA EN LA ASIGNATURA DE INGENIERÍA SANITARIA I. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/1522.pdf>
- Mardani, A., Biricik, O., & Latifi, M. (2021). Effect of the addition of polypropylene fiber on concrete properties. *Investigation*. ursa Uludag University,, Turkey. Obtenido de <https://doi.org/10.1080/01694243.2021.1922221>
- MINAM. (2007). MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DISEÑO DE PLANTAS POTABILIZADORAS TIPO DE TECNOLOGÍA SIMPLIFICADA. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/manual-agua-potable-alcantarillado-saneamiento-diseno-plantas>

- Ministerio de Vivienda, C. y. (2019). Norma E-070 Albañilería. *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Lima, Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2009). *Norma Técnica OS.050: Redes de distribución de agua para consumo humano*. Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *NORMA TÉCNICA DE DISEÑO: OPCIONES TECNOLÓGICAS PARA SISTEMAS DE SANEAMIENTO EN EL ÁMBITO RURAL*.
- ONU. (Diciembre de 2021). *Naciones Unidas*. Obtenido de Naciones Unidas: https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2021/12/SDG-6-Summary-Progress-Update-2021_Version-July-2021_SP.pdf
- Organización Mundial de la Salud. (2017). Guía para la calidad del agua potable. En O. M. Salud. Obtenido de <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>
- Palomeque Larriva, G. E., Vélez Redrován, R. E., & Verdugo Tenesaca, C. D. (2023). Análisis de alternativas de mejoramiento del abastecimiento de agua potable en la ciudad de Azogues. *EIEI ACOFI*, 9. doi:<https://doi.org/10.26507/paper.2816>
- Pérez, L. (2 de Diciembre de 2018). *SSWM*. Obtenido de *SSWM*: <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/tanque-de-almacenamiento>
- Ponce Martínez, A. E., Martínez Mendoza, E., & Ríos Esperanza, R. (2023). Análisis del desempeño de la red de agua. *Revista Ingeniería Industrial*, 28. doi:<https://doi.org/10.26439/ing.ind2023.n44.6249>
- Román, A. (2019). Desarrollo sostenible y saneamiento ecológico: opciones para los asentamientos humanos de Huaral (Lima, Perú). *Global Business Administration*

https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Global_Business/article/view/2271/2309

Romero Nina, Y. S. (2021). Evaluación y rediseño de sistemas de abastecimiento. *REBI*.

Revista Boliviana de Ingeniería, 14. doi:<https://doi.org/10.33996/REBI.V3I1.3>

Salas, H., & Martinez, O. (2022). Evaluación y determinación del sistema de

abastecimiento óptimo de agua potable del barrio Miraflores-Lircay-Angaraes-

Huancavelica. *Revista Científica Ciencias Ingenieriles*, 5.

doi:<https://doi.org/10.54943/ricci.v2i1.215>

Salas, H., Quispe, H., Soto, J., & Jurado, V. (2023). Diseño de redes de distribución de

abastecimiento de agua utilizando métodos racionales complejos e inteligencia

artificial en Callqui Grande-Huancavelica. *Revista Científica Ciencias*

Ingenieriles, 15. doi:<https://doi.org/10.54943/ricci.v3i1.221>

Segura Peña, S. M., & Díaz reyes, C. M. (2023). Diseño de una Bomba de Ariete

Hidráulico para suministrar agua en el centro poblado San Juan de Tunguillan-

Las Pirias, Jaén-Cajamarca. *Revista Científica Pakamuros*. doi:

<https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.unj02350>

Tixe, S. (2004). *Guía de diseño para Líneas de Conducción e Impulsión de Sistemas de*

Abastecimiento de Agua Rural. Lima: Organización Panamerica de la Salud.

Tunque-Dueñas, T., Ricra-Dueñas, F., Ayala, I., Contreras-Lopez, E., & Portuguez-

Maurtua, M. (2023). Aplicación del algoritmo multiobjetivo NSGA-II en el

diseño óptimo de redes de distribución de agua potable. Caso: Ciudad de

Huancavelica, Perú. *Tecnología y ciencias del agua*, 45.

doi:<https://doi.org/10.24850/j-tyca-16-2-5>

UNICEF . (02 de Julio de 2021). *UNICEF*. Obtenido de UNICEF:
<https://www.unicef.org/peru/comunicados-prensa/miles-de-millones-de-personas-se-quedaran-sin-acceso-servicios-de-agua-potable>

Valdez, E. C. (1994). *Abastecimiento de agua potable* (Vol. 1). Obtenido de <https://es.scribd.com/document/253367859/Abastecimiento-de-Agua-Enrique-Cesar-Valdez>

We Are Water Foundation. (13 de Julio de 2022). *We Are Water Foundation*. Obtenido de We Are Water Foundation: <https://www.wearewater.org/es/insights/captacion-de-agua-de-lluvia-un-recurso-necesario/>

CAPÍTULO VII: ANEXOS

ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
Evaluación y mejoramiento de sistema de abastecimiento de agua potable en el Asentamiento Humano San Pedrito, Samanco-Santa-Áncash, 2025	Cuál es el resultado de la evaluación y mejoramiento de sistema de abastecimiento de agua potable en el Asentamiento Humano San Pedrito, Samanco-Santa-Áncash, 2025?	Evaluar y mejorar los sistemas de abastecimiento de agua potable en el Asentamiento Humano San Pedrito, 2025.	El sistema de abastecimiento de agua potable en el Asentamiento Humano San Pedrito, Samanco-Áncash presentan deficiencias.	Asentamiento Humano San Pedrito
	¿En qué condiciones se encuentran el sistema de abastecimiento de agua potable en el Asentamiento Humano San Pedrito?	Revisar el estado actual en que se encuentran los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable, en el Asentamiento Humano San Pedrito.	El sistema de abastecimiento de agua potable, se encuentra en malas condiciones.	Sistema de abastecimiento de agua potable
	¿Por qué se generan fallas en los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable en el Asentamiento Humano San Pedrito?	Detectar las causas de las deficiencias que tienen los componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable.	El sistema de abastecimiento de agua potable tiene fallas en sus componentes.	
	¿Cómo mejorar el funcionamiento y la eficiencia del sistema de abastecimiento de agua potable en el Asentamiento Humano San Pedrito?	Formular un diseño de mejoramiento para un adecuado sistema de abastecimiento de agua potable.	El funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable mejorará implementando un diseño de mejoramiento.	

ANEXO N° 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLE	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO	TÉCNICA
Asentamiento Humano San Pedrito	De acuerdo con Tolba (1992), un asentamiento humano es una comunidad o un conjunto de individuos que residen en un sitio específico.	Definido por el Asentamiento Humano San Pedrito, Samanco, Áncash, 2025.	Densidad Poblacional	Población total (N° hab)	Cuestionario	Análisis estadístico
			Topografía	Altitud y longitud (m)	Estación total	Levantamiento topográfico
				Curvas de nivel (m)		
Sistema de abastecimiento de agua potable	Según Jiménez (2013), un sistema de abastecimiento de agua potable tiene como objetivo recolectar, tratar, almacenar y distribuir agua potable a los pobladores de una localidad, satisfaciendo de esta manera sus necesidades básicas.	El sistema de abastecimiento de agua potable será evaluado y mejorado para poder brindar excelentes servicios a la población.	Fuente de agua	Color, sabor y olor	Análisis Físico	Análisis de laboratorio
				PH	Análisis Químico	
				Coliformes	Análisis Bacteriológico	
			Captación	Velocidad (m/s)	Guía de observación	Observación directa
				Caudal (m3/s)		
			Tuberías	Diámetro (mm)	Software	Simulación
				Longitud (m)		
				Pendiente		
				Presión (%)		

ANEXO N° 3: ENSAYOS DE CALIDAD DE AGUA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 120

INFORME DE ENSAYO N° 4299/2025



Registro N° LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : 05240512
N° de Protocolo : 3552
Cliente : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMANCO
Dirección : JR. RICARDO PALMA NRO. S/N Z.I. SAMANCO - ANCASH - SANTA - SAMANCO
Procedencia de la Muestra : Muestreado por el Área de Operaciones de ITS del Perú S.A.C.
Plan de Muestreo : FR 050
Método de Muestreo : PR 17
Nombre de Proyecto : Monitoreo y Análisis Ambiental de Agua
Lugar de Proyecto : Centro Poblado San Pedro S/N
Muestra(s) Declarada(s) : Agua Para Uso y Consumo Humano / Agua de Bebida
Cantidad de Muestra(s) para Ensayo : 01 muestra
Forma de Presentación : 04 frascos de plástico estéril de 100mL
03 frascos de plástico de primer uso de 250mL
05 frascos de plástico de primer uso de 500mL
05 frascos de plástico de primer uso de 1000mL por muestra
Fecha de Recepción de Muestra(s) : 2025-03-05
Fecha de Inicio de Análisis : 2025-03-02
Fecha de Fin de Análisis : 2025-03-11
Fecha de Emisión de Informe : 2025-03-28

Codificación y Resultados

Código de Laboratorio	4752		
Identificación de Muestra	Agua Para Uso y Consumo Humano / Agua de Bebida		
Código de Punto de Muestreo	C-01		
Descripción del Punto de Muestreo	RESERVORIO SAN PEDRO		
Fecha Inicial / Hora de Muestreo	02/03/2025 11:25		
Fecha Final / Hora de Muestreo	02/03/2025 12:00		
Tipo de Ensayo	LC	Unidades	Resultados
Parámetros Biológicos			
Organismos de Vida Libre (Fitoplancton (Algas) + Zooplancton (Protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos))*	1	Org/L	<1
Fitoplancton (Algas)*	1	Org/L	<1
Zooplancton (Protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos)*	1	Org/L	<1
Parámetros Microbiológicos			
Coliformes Fecales	1,1	NMP/100mL	< 1,1
Coliformes totales	1,1	NMP/100mL	< 1,1
Escherichia coli	1,1	NMP/100mL	< 1,1
Heterótrofos	1	UFC/mL	2500
Parámetros de Campo			
Cloro residual (libre)	0,04	mg/L	0,5
Conductividad	0,01	uS/cm	1153
pH	---	Valor de pH	6,98
Parámetros Parasitológicos			
Huevos de helmintos, Acanthocephala (Macracanthorhynchus sp.)*	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Cestoda (Taenia sp.)*	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Cestoda (Dipylidium sp.)*	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Cestoda (Hymenolepis sp.)*	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Cestoda (Dipyllobothrium sp.)*	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Nematoda (Ascaris sp.)*	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Nematoda (Ancylostoma sp. / Necator sp.)*	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Nematoda (Trichuris sp.)*	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Nematoda (Capillaria sp.)*	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Nematoda (Trichostrongylus sp.)*	1	Org/L	< 1

1 de 3

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

Versión: 08 Fecha de revisión: 14/03/2025

Sv. Mz. D-1 LT. 27 - Programa Ciudad Mariscal Cáceres Sector I - 2da Etapa (Av. Wiese 3840 - 1er y 3er piso). San Juan de Lurigancho - Lima - Perú
Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itasperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

Huevos de helmintos, Nematoda (Strongyloides sp.)*	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Nematoda (Enterobius sp.)*	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Trematoda (Fasciola hepatica)*	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Trematoda (Schistosoma sp.)*	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Trematoda (Clonorchis sp.)*	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Trematoda (Echinostoma sp.)*	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Trematoda (Paragonimus sp.)*	1	Org/L	< 1
Larvas de Nematoda (Strongyloides sp.)*	1	Org/L	< 1
Quistes, ooquistes de Amebas (Entamoeba sp.)*	1	Org/L	< 1
Quistes, ooquistes de Amebas (Endolimax sp.)*	1	Org/L	< 1
Quistes, ooquistes de Amebas (Blastocystis sp.)*	1	Org/L	< 1
Quistes, ooquistes de Amebas (Iodamoeba sp.)*	1	Org/L	< 1
Quistes, ooquistes de Amebas (Acanthamoeba sp.)*	1	Org/L	< 1
Quistes, ooquistes de Flagelados (Giardia sp.)*	1	Org/L	< 1
Quistes, ooquistes de Ciliados (Balantidium sp.)*	1	Org/L	< 1
Quistes, ooquistes de Esporozoarios (Isospora sp.)*	1	Org/L	< 1
Quistes, ooquistes de Esporozoarios (Cryptosporidium sp.)*	1	Org/L	< 1
Quistes, ooquistes de Esporozoarios (Cyclospora sp.)*	1	Org/L	< 1
Parámetros Fisicoquímicos			
Cianuro Total	0,007	mg/L	<0,007
Cloruros	1	mg Cl-/L	153,0
Color	4,7	Pt-Co	< 4,7
Dureza Total	1	mg CaCO3/L	465,0
Nitratos	0,04	mg NO3-N/L	< 0,04
Nitritos	0,001	mg NO2-N/L	0,001
Sólidos Totales Disueltos (TDS)	4	mg/L	1022,0
Sulfato	0,6	mg (SO4)2-/L	268,5
Turbidez	0,25	NTU	0,30

Observaciones

- LC: Límite de cuantificación

- (*): Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

Metodologías

Tipo de ensayo	Norma de Referencia
Cianuro Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN ⁺ C,E, 24rd Ed. 2023. Cyanide. Total Cyanide after Distillation / Colorimetric Method.
Cloro residual (libre)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl G, 23rd Ed.(VALIDADO - Modificado). 2021. Chlorine (Residual). DPD Colorimetric Method
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 24th Ed. 2023. Chloride. Argentometric Method
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 24th Ed. 2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure, Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C, 24th Ed. 2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Color	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 24th Ed. 2023. Color. Spectrophotometric - Single - Wavelength Method(Proposed)
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B; 24th Ed. 2023. Conductivity. Laboratory Method
Dureza total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340-C, 24th Ed. 2023 Hardness. EDTA Titrimetric Method
Escherichia coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F 1, 24th Ed. 2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate . Escherichia coli Test (EC-MUG Medium)
Heterótrofos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9215 B, 24th Ed. 2023. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Procedure
Huevos de helmintos (Cuantitativo)*	OMS. Rachel M. Ayres & D. Duncan Maria. Item 2.1 Método Baillenger modificado. 1997. Validado (modificado). Validado (Aplicado fuera del alcance). Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Item 2.1 Método Baillenger modificado.
Larvas de helmintos (Cuantitativo)*	OMS. Rachel M. Ayres & D. Duncan Maria. Item 2.1 Método Baillenger modificado. 1997. Validado (modificado). Validado (Aplicado fuera del alcance). Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Item 2.1 Método Baillenger modificado.

2 de 3

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

Versión: 08 Fecha de revisión: 14/03/2025

Sv. Mz. D-1 LT. 27 - Programa Ciudad Mariscal Cáceres Sector I - 2da Etapa (Av. Wiese 3840 - 1er y 3er piso). San Juan de Lurigancho - Lima - Perú
Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - ✉ itsperu@itsperu.com.pe - 🌐 www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO N° 4299/2025

Registro N° LE - 120

Nitratos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3- E, 24th Ed. 2023. Nitrogen (Nitrate). Cadmium Reduction Method
Nitritos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO2 ⁻ B, 24th Ed. 2023. Nitrogen (Nitrite). Colorimetric Method
Organismos de Vida Libre: Fitoplancton (Algas) + Zooplancton (Protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos en todos sus estadios evolutivos)*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.2, F.2. a, F.2.c.1, 24th Ed. // SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 G, 24th Ed. 2023. Plankton. Concentration Techniques. Sedimentation/Settling. Phytoplankton Counting Techniques. Counting procedures // Plankton. Zooplankton Counting Techniques.
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24th Ed. 2023. pH. Electrometric Method
Quistes y ooquistes de protozoarios patógenos (Cuantitativo)*	OMS. Rachel M. Ayres & D. Duncan Maria. Item 2.1 Método Baillenger modificado. 1997. Validado (modificado). Validado (Aplicado fuera del alcance). Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Item 2.1 Método Baillenger modificado.
Sólidos totales disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C; 24th Ed. 2023. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Sulfato	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO4 ²⁻ E, 24th Ed. 2023. Sulfate. Turbidimetric Method
Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24th Ed. 2023. Turbidity. Nephelometric Method

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


Blga. Mblga. Melissa Avalos Tiburcio
C.B.P. 12859
Jefa de Laboratorio de Biología


Ing. Alex Herlyn Depaz Ramos
C.I.P. 225833
Jefe de Laboratorio de Química



Fin de Documento

3 de 3

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

Versión: 08 Fecha de revisión: 14/03/2025

Sv. Mz. D-1 LT. 27 - Programa Ciudad Mariscal Cáceres Sector I - 2da Etapa (Av. Wiese 3840 - 1er y 3er piso). San Juan de Lurigancho - Lima - Perú
Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe



INFORME N° 004-2026-RMLM

A : Sra. MARLENE MAGALY MALDONADO TOLEDO
Gerente General de la Empresa Consultora del Grupo Aguasan SRL

DE : Ing. ROSINA MARIA LEYVA MILLA
Especialista Sanitaria

ASUNTO : INFORME DE INTERPRETACIÓN DE RESULTADO DE LABORATORIO DEL SAP
SAN PEDRITO DEL DISTRITO DE SAMANCO PROVINCIA DE SANTA Y
DEPARTAMENTO DE ANCASH.

PUNTO DE MUESTREO : CAPTACIÓN – SAP SAN PEDRITO.

FECHA : Huaraz, 18 de marzo del 2026.

Mediante el presente, tengo el agrado de dirigirme a Ud., para saludarle cordialmente, con la finalidad hacer de su conocimiento del **INFORME DE INTERPRETACIÓN DE RESULTADO DE LABORATORIO DEL ANALISIS DE MUESTRA DE AGUA EN LOCALIDADES DEL DISTRITO SAMANCO, PROVINCIA DE SANTA Y DEPARTAMENTO DE ANCASH**, mediante la presente información contenida en este documento.

I. ANTECEDENTES

El Cliente, en atención a su necesidad, contrató el servicio denominado "SERVICIO ESPECIALIZADO DE ANÁLISIS DE CONTROL SERVICIO DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO, EN POZOS, RESERVORIOS Y LÍNEAS DE CONDUCCIÓN DEL DISTRITO DE SAMANCO"; al GRUPO AGUASAN SRL, notificado mediante ORDEN DE SERVICIO N°0142 el 17 de febrero del 2026 Con 15 días calendarios como plazo. Así mismo, teniendo la fecha de inicio de ejecución el día 03/03/2026 para la contabilización del plazo contractual, luego de ello se procedió a realizar la toma de muestra de agua de consumo humano, para su posterior análisis en el Laboratorio acreditado NKAP LABORATORIOS AMBIENTALES, con registro INACAL No. LE 026; y ser interpretados en el presente documento.

II. MARCO LEGAL

- Constitución Política del Perú de 1993.
- Ley General de Salud - Ley N° 26842, publicado el 20 de julio de 1997.
- La Ley General del Ambiente - Ley N° 28611, publicado el 15 de octubre de 2005.
- Ley de Recursos Hídricos – Ley N° 29338, publicado el 01 de abril del 2009.
- Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, aprobado con Decreto Supremo N° 001-2010-SA y publicado el 24 de marzo del 2010.
- Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM

III. EVALUACIÓN

Los puntos muestreados implican agua destinada para ser potabilizadas con desinfección y consumo humano; por ende, serán evaluados con Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM-Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

a. UBICACIÓN

Tabla N°01
DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO

N°	LOCALIDAD	DISTRITO	TIPO DE AGUA	PUNTO DE MUESTREO	NOMBRE DE LA FUENTE DE AGUA	CÓDIGO DE CAMPO	COORDENADAS DE UBICACION		
							NORTE	ESTE	ALTITUD
01	SAN PEDRITO	SAMANC O	Agua Subterránea	CAPTACIÓN – SAP SAN PEDRITO	SAP SAN PEDRITO	SAP SAN PEDRITO	8977792	780341	45.0

Fuente. Informe de Ensayo.

b. EVALUACIÓN DE PARÁMETROS: AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA CAPTACIÓN- SAP SAN PEDRITO mediante el INFORME DE ENSAYO N° T-194-AGUASAN

Tabla N°02

Parámetros	Fecha de muestreo	03/03/2026	Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM-Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.	VALIDACIÓN CUMPLE NO CUMPLE
	Hora de muestreo	11:39hrs.		
	Punto de muestreo	CAPTACIÓN		
	Código de campo	CAPTACION-SAP SAN PEDRITO		
	Código de laboratorio	T-194-01		
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 mL	94	50	NO CUMPLE
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	<1.8	20	CUMPLE
Escherichia Coli	NMP/100 mL	<1.8	0	CUMPLE
Bacterias Heterotróficas	N° de organismos/mL	38x10 ²	0	NO CUMPLE
ORGANISMOS DE VIDA LIBRE				

Flagelados	N°Org/L	<1	0	CUMPLE
Amoebas	N°Org/L	<1	0	CUMPLE
Ciliados	N°Org/L	<1	0	CUMPLE
Rotíferos	N°Org/L	<1	0	CUMPLE
Algas	N°Org/L	<1	0	CUMPLE

ORGANOLÉPTICOS

pH	Unidades de pH	7.70	6,5 – 8,5	CUMPLE
Conductividad	uS/cm	1187	1 500	CUMPLE
Color	Unidades Pt/Co	<1	15	CUMPLE
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	705.0	1 000	CUMPLE
Turbiedad	UNT	<0.3	5	CUMPLE
Cloruros	mg/L	84.688	250	CUMPLE
Cianuro Total	mg/L	<0.030	**	CUMPLE
Dureza	mg/L	336.6	**	CUMPLE
Cloruros	mg/L	84.688	250	CUMPLE
Sulfatos	mg/L	226.26	250	CUMPLE
Nitritos	mg/L	0.006	3.00	CUMPLE
Nitratos	mg/L	0.519	50	CUMPLE
Fluoruros	mg/L	0.039	**	CUMPLE
Uranio	mg/L	<0.013	0,02	CUMPLE

HUEVOS HELMINTOS

Ascaris lumbricoides	N°Org/L	Ausencia	**	CUMPLE
Strongyloides Stercoralis	N°Org/L	Ausencia	**	CUMPLE
Ancylostomidos	N°Org/L	Ausencia	**	CUMPLE
Trichuris Trichiura	N°Org/L	Ausencia	**	CUMPLE
Taenia sp	N°Org/L	Ausencia	**	CUMPLE
Hymenolepis nana	N°Org/L	Ausencia	**	CUMPLE
Fasciola Hepática	N°Org/L	Ausencia	**	CUMPLE

QUIMICOS INORGÁNICOS

Plata	mg/L	<0.0043	**	CUMPLE
Aluminio	mg/L	<0.0067	0,9	CUMPLE
Arsénico	mg/L	<0.004	0.01	CUMPLE
Boro	mg/L	0.354	2.4	CUMPLE
Bario	mg/L	<0.0076	0.7	CUMPLE
Berilio	mg/L	<0.0068	0,012	CUMPLE
Calcio	mg/L	85.985	**	CUMPLE
Cadmio	mg/L	<0.0066	0,003	CUMPLE
Cerio	mg/L	<0.0135	**	CUMPLE
Cobalto	mg/L	<0.0075	**	CUMPLE
Cromo	mg/L	<0.0119	0.05	CUMPLE
Cobre	mg/L	<0.0077	2.0	CUMPLE
Hierro	mg/L	<0.013	0,3	CUMPLE
Mercurio	mg/L	<0.0009	0.001	CUMPLE
Potasio	mg/L	1.047	**	CUMPLE
Litio	mg/L	<0.0119	**	CUMPLE
Magnesio	mg/L	22.448	**	CUMPLE
Manganeso	mg/L	<0.006	0.4	CUMPLE
Molibdeno	mg/L	<0.0066	**	CUMPLE
Sodio	mg/L	65.766	**	CUMPLE
Níquel	mg/L	<0.0085	**	CUMPLE
Fósforo	mg/L	<0.0156	**	CUMPLE
Plomo	mg/L	<0.008	0.01	CUMPLE
Antimonio	mg/L	<0.0075	0.02	CUMPLE
Selenio	mg/L	<0.004	0.04	CUMPLE
Sílice	mg/L	19.194	**	CUMPLE
Estaño	mg/L	<0.0126	**	CUMPLE
Estroncio	mg/L	0.463	**	CUMPLE
Titanio	mg/L	<0.0089	**	CUMPLE
Talio	mg/L	<0.0093	**	CUMPLE
Vanadio	mg/L	<0.0065	**	CUMPLE
Zinc	mg/L	<0.0084	3.0	CUMPLE
Uranio	mg/L	<0.013	0.02	CUMPLE

Fuente. Informe de ensayo N° T-194-AGUASAN



No supera los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM-Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Supera los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM-Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Tabla N°03
LÍMITES DE DETECCIÓN DE LABORATORIO

Parámetros		Límite de Detección de Laboratorio
ORGANOLÉPTICOS		
pH	Unidades de pH	-
Conductividad	uS/cm	-
Color	Unidad Pt/Co	1
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3..15
Turbiedad	UNT	0.3
Uranio	mg/L	0.013
Cianuro Total	mg/L	0.030
Cloro	mg/L	0.10
Dureza	mg/L	1.97
Cloruros	mg/L	0.041
Sulfatos	mg/L	0.046
Nitratos	mg/L	0.030
Nitritos	mg/L	0.004
Fluoruros	mg/L	0.005
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8
Coliformes Fecales	NMP/100mL	1.8
Escherichia Coli	NMP/100mL	1.8
Bacterias Heterotróficas	UFC/mL	1
Organismos de Vida Libre	N°Org/L	1
Huevos Helmintos	Ausencia/1000mL	Ausencia
QUÍMICOS INORGÁNICOS		
Plata	mg/L	0.0043

Aluminio	mg/L	0.0067
Arsénico	mg/L	0.0040
Boro	mg/L	0.0088
Bario	mg/L	0.0076
Berilio	mg/L	0.0068
Calcio	mg/L	0.1975
Cadmio	mg/L	0.0066
Cobalto	mg/L	0.0075
Cromo	mg/L	0.0119
Cobre	mg/L	0.0083
Hierro	mg/L	0.0130
Mercurio	mg/L	0.0009
Potasio	mg/L	0.1385
Litio	mg/L	0.0119
Magnesio	mg/L	0.1530
Manganeso	mg/L	0.1530
Molibdeno	mg/L	0.0066
Sodio	mg/L	0.1657
Níquel	mg/L	0.0085
Fósforo	mg/L	0.0156
Plomo	mg/L	0.0080
Antimonio	mg/L	0.0075
Selenio	mg/L	0.0040
Óxido de Silicio	mg/L	0.0350
Estaño	mg/L	0.0126
Estroncio	mg/L	0.0104
Titanio	mg/L	0.0089
Talio	mg/L	0.0093
Vanadio	mg/L	0.0065
Zinc	mg/L	0.0084

IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

Según el informe de ensayo presentado en la referencia, en la muestra analizada del agua del CAPTACION- SAP SAN PEDRITO del distrito de Samanco de la Provincia de Santa y Departamento de Ancash, **EXCEDEN** los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM-Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección los parámetros

- Coliformes Totales
- Bacterias Heterotróficas

V. CONCLUSIÓN:

En la tabla N° 02, la interpretación de resultados del análisis de agua CAPTACION- SAP SAN PEDRITO del Distrito de Samanco de la Provincia de Santa y Departamento de Ancash; indican lo siguiente en los parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y microbiológicos-parasitológicos evaluados:

- El agua de CAPTACION- SAP SAN PEDRITO del distrito de Samanco de la Provincia de Santa - Departamento de Ancash, al evaluarse con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM-Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, **CUMPLEN**, EXCEPTO el parámetro Coliformes Totales y Bacterias Heterotróficas.
- Con respecto Alos resultados de las muestras monitoreadas el 03/03/2026 se puede concluir que no se puede consumir de manera directa por contar bacterias en la calidad de agua los cuales son perjudiciales para la salud por el cual se debe realizar la potabilización con el hipoclorito de calcio (cloro).

VI. RECOMENDACIONES:

- Se recomienda realizar posteriores análisis para constatar las concentraciones de los parámetros que sobrepasan las los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM-Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.
- Se recomienda realizar cloración de agua para su potabilización y distribución.
- Se recomienda a las áreas competentes realizar el diagnóstico de las causas que pueden ser determinantes sobre los resultados obtenidos de la calidad de agua para implementar acciones según corresponda.

- Se recomienda remitir el presente informe al sector salud según jurisdicción para su validación y a fines según sus funciones.
- Se recomienda remitir el presente informe a las autoridades competentes, para su conocimiento y afines.

VII. PANEL FOTOGRÁFICO

4. CAPTACIÓ- SAP SAN PEDRITO	
Toma de Muestra	Punto de Muestreo
 3 mar. 2026, 11:19:22 a. m. 17L 780341 8977792 Departamento de Ancash Punto de Muestreo 45.0 m s.n.m. Velocidad: 0.4 km/h ACCIÓN SAN PEDRITO- CC.PP. SAN PEDRITO - SAMANCO	 3 mar. 2026, 11:42:43 a. m. 17L 780339 8977794 Departamento de Ancash Punto de Muestreo 45.0 m s.n.m. Velocidad: 0.0 km/h ACCIÓN SAN PEDRITO- CC.PP. SAN PEDRITO - SAMANCO
Adición de preservantes	Foto Panorámica
 3 mar. 2026, 11:43:54 a. m. 17L 780339 8977795 Departamento de Ancash Punto de Muestreo 45.3 m s.n.m. Velocidad: 0.0 km/h ACCIÓN SAN PEDRITO- CC.PP. SAN PEDRITO - SAMANCO	 3 mar. 2026, 11:45:24 a. m. 17L 780345 8977796 Departamento de Ancash Punto de Muestreo 45.0 m s.n.m. Velocidad: 0.0 km/h ACCIÓN SAN PEDRITO- CC.PP. SAN PEDRITO - SAMANCO

Es todo en canto informo.
Atte.

GRUPO AGUASAN S.R.L.
RUC: 20606916150
Marlene M. Maldonado Villacaque
GERENTE GENERAL
DNI: 47915580

MARLENE MALDONADO VILLACAQUE
GERENTE GENERAL
GRUPO AGUASAN S.R.L.
RUC: 20606916150

ANEXO N° 4: FORMATOS SIRAS 2010

ENCUESTA COMUNAL PARA EL REGISTRO DE COBERTURA Y CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO

FORMATO N° 01

ESTADO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

INFORMACIÓN GENERAL DEL CASERÍO /COMUNIDAD.

A. Ubicación:

1. Comunidad / Caserío: A.A.H.H. San Pedro 2. Código del lugar (no llenar):
Centro Poblado
3. Anexo /sector: 4. Distrito: Samanco
5. Provincia: Santa 6. Departamento: Ancash
7. Altura (m.s.n.m.): Altitud: 40 msnm X: 780268.342 Y: 6978211.205
8. Cuántas familias tiene el caserío / anexo o sector:
9. Promedio integrantes / familia (dato del INEI, no llenar):
10. ¿Explique cómo se llega al caserío / anexo o sector desde la capital del distrito?

Desde	Hasta	Tipo de vía	Medio de Transporte	Distancia (Km.)	Tiempo (horas)
<u>Chimbote</u>	<u>AAHH San Pedro</u>	<u>Panamericana N.</u>	<u>Automovil</u>	<u>25</u>	<u>0.25</u>
<u>Samanco</u>	<u>AAHH San Pedro</u>	<u>Panamericana N. Norte</u>	<u>Automovil</u>	<u>12</u>	<u>0.50</u>

11. ¿Qué servicios públicos tiene el caserío? Marque con una X

Establecimiento de Salud	SI	NO <u>X</u>
Centro Educativo	SI <u>X</u>	NO
	Inicial <u>X</u>	Primaria <u>X</u> Secundaria
Energía Eléctrica	SI <u>X</u>	NO
12. Fecha en que se concluyó la construcción del sistema de agua potable: 28 / 12 / 2012
dd / mmm / aaaa
13. Institución ejecutora: Consorcio San Pedro
14. ¿Qué tipo de fuente de agua abastece al sistema? Marque con una X

Manantial	Pozo <u>X</u>	Agua Superficial
-----------	---------------	------------------
15. ¿Cómo es el sistema de abastecimiento? Marque con una X

Por gravedad	Por bombeo <u>X</u>
--------------	---------------------

B. Cobertura del Servicio:

16. ¿Cuántas familias se benefician con el agua potable? (Indicar el número) 93
 Numero comunidades que tienen acceso al SAP 1

C. Cantidad de Agua:

17. ¿Cuál es el caudal de la fuente en *época de sequía*? En litros / segundo 2.8

18. ¿Cuántas conexiones domiciliarias tiene su sistema? (Indicar el número) 93

19. ¿El sistema tiene piletas públicas? Marque con una X.

SI

NO ☒ (Pasar a la pgta. 21)

20. ¿Cuántas piletas públicas tiene su sistema? (Indicar el número) 1

D. Continuidad del Servicio:

21. ¿Cómo son las fuentes de agua? Marque con una X

NOMBRE DE LAS FUENTES	DESCRIPCIÓN			Mediciones					CAUDAL
	Permanente	Baja cantidad pero no se seca	Se seca totalmente en algunos meses.	1°	2°	3°	4°	5°	
F 1: <i>Pozo</i>	☒			2.2	2.4	2.3	2.1	2.5	2.345
F 2:									
F 3:									
F 4:									
F 5:									
...									

22. ¿En los últimos doce (12) meses, cuánto tiempo han tenido el servicio de agua? Marque con una X

Todo el día durante todo el año

Por horas sólo en época de sequía

Por horas todo el año ☒

Solamente algunos días por semana

E. Calidad del Agua:

23. ¿Colocan cloro en el agua en forma periódica? Marque con una X

☒

NO (Pasar a la pgta. 25)

24. ¿Cuál es el nivel de cloro residual? Marque con una X

Lugar de toma de muestra	DESCRIPCIÓN		
	Baja cloración (0 – 0.4 mg/lit)	Ideal (0.5 – 0.9 mg/lit)	Alta cloración (1.0 – 1.5 mg/lit)
Parte alta		0.8	
Parte media		0.7	
Parte baja		0.5	

25. ¿Cómo es el agua que consumen? Marque con una X

Agua clara ☒

Agua turbia

Agua con elementos extraños

26. ¿Se ha realizado el análisis bacteriológico en los últimos doce meses? Marque con una X

SI ☒

NO

27. ¿Quién supervisa la calidad del agua? Marque con una X

Municipalidad ☒

MINSA

JASS

Otro (nombrarlo).....

Nadie

F. Estado de la Infraestructura:

o **Captación.**

Altitud: 40 msnm

X: 78.465125

Y: 9.2382132

28. ¿Cuántas captaciones tiene el sistema? (Indicar el número)

29. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción de las captaciones. Marque con una X

Captación	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción de la captación		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene.	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y
	En buen estado.	En mal estado.						
Capt. 1			☒	☒		40 msnm	78.465125	9.2382132
Capt. 2								
Capt. 3								
Capt. 4								
⋮								

Captación	Identificación de peligros:							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o arboles	Contaminación de la fuente de agua
Capt. 1	☒							
Capt. 2								
Capt. 3								
Capt. 4								
...								

30. Determine el tipo de captación y describa el estado de la infraestructura? Marcar con una X

Las condiciones se expresan en el cuadro de la siguiente manera:

B = Bueno

R = Regular ☒

M = Malo

o Caja o buzón de reunión.

31. ¿Tiene caja de reunión? Marque con una X

SI

NO X

32. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción de las cajas o buzones de reunión. Marque con una X

Caja o buzón de Reunión	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción de la Caja de Reunión		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene	Concreto	Artesanal	Altitud	X	Y
	En buen estado	En mal estado						
C 1								
C 2								
C 3								
C 4								
:								

Caja o buzón de Reunión	Identificación de peligros:							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o árboles	Contaminación de la fuente de agua
C 1								
C 2								
C 3								
C 4								
...								

33. Describa el estado de la estructura. Marque con una X

Las condiciones se expresan en el cuadro de la siguiente manera:

B = Bueno

R = Regular

M = Malo

B – Bueno			R – Regular						M – Malo											
Descripción	No tiene	Tapa Sanitaria						Estructura	Canastilla		Tubería de limpia y rebose		Dado de protección							
		Si tiene							No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene						
		Concreto			Metal										Madera	No tiene	Si tiene			
		B	R	M	B	R	M													
C 1																				
C 2																				
C 3																				
C 4																				
:																				

o Cámara rompe presión CRP-6.

34. ¿Tiene cámara rompe presión CRP-6? Marque con una X

SI

NO X (Pasar a la pgta. 38)

35. ¿Cuántas cámaras rompe presión tiene el sistema? (Indicar el número)

36. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción de las cámaras rompe presión (CRP-6). Marque con una X

CRP 6	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción de la CRP6		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene.	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y
	En buen estado.	En mal estado.						
CRP6 1								
CRP6 2								
CRP6 3								
CRP6 4								
:								

CRP 6	Identificación de peligros:							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o árboles	Contaminación de la fuente de agua
CRP6 1								
CRP6 2								
CRP6 3								
CRP6 4								
...								

37. Describir el estado de la infraestructura. Marque con una X:

Las condiciones se expresan en el cuadro de la siguiente manera:

B = Bueno

R = Regular

M = Malo

B – Bueno		R – Regular						M – Malo											
Descripción	No tiene	Tapa Sanitaria						Estructura	Canastilla			Tubería de limpia y rebose			Dado de protección				
		Si tiene							No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene					
		Concreto	Metal			Madera	No tiene								Si tiene				
			B	R	M											B	R	M	
CRP 1																			
CRP 2																			
CRP 3																			
CRP 4																			
:																			

38. ¿Tiene el sistema tubo rompe carga en la línea de conducción? Marque con una X

SI

NOX (Pasar a la pgta. 40)

39. ¿En qué estado se encuentran los tubos rompe carga? Marque con una X

Descripción	Tubos rompe carga						
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7
Bueno							
Malo							

o Línea de conducción.

40. ¿Tiene tubería de conducción? Marque con una X

SI ☒

NO (Pasar a la pgta. 44)

Identificación de peligros:

☒ No presenta

☐ Huaycos

☐ Crecidas o avenidas

☐ Hundimiento de terreno

☐ Inundaciones

☐ Deslizamientos

☐ Desprendimiento de rocas o árboles

☐ Contaminación de la fuente de agua

Especifique:

41. ¿Cómo está la tubería? Marque con una X

Enterrada totalmente

Enterrada en forma parcial ☒

Malograda

Colapsada

42. ¿Tiene cruces / pases aéreos?

SI

NO ☒

~~43.~~ ¿En qué estado se encuentra el cruce /pase aéreo? Marque con una X

Bueno

Regular

Malo

Colapsado

o Planta de Tratamiento de Aguas.

~~44.~~ ¿El sistema tiene Planta de Tratamiento de Aguas? Marque con una X

SI

NO ☒ (Pasar a la pgta. 47)

Identificación de peligros:

☐ No presenta

☐ Huaycos

☐ Crecidas o avenidas

☐ Hundimiento de terreno

☐ Inundaciones

☐ Deslizamientos

☐ Desprendimiento de rocas o árboles

☐ Contaminación de la fuente de agua

Especifique:

45. ¿Tiene cerco perimétrico la estructura? Marque con una X

SI, en buen estado

SI, en mal estado

No tiene X

46. ¿En que estado se encuentra la estructura? Marque con una X

Bueno

Regular

Malo

o Reservorio.

47. ¿Tiene reservorio? Marque con una X

SI X

NO

48. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción del reservorio. Marque con una X

RESERVORIO	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción del Reservorio		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene.	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y
	En buen estado.	En mal estado.						
RESERVORIO 1			X	X		40 msnm	78.44644	78.44644
RESERVORIO 2								
RESERVORIO 3								
RESERVORIO 4								
:								

RESERVORIO	Identificación de peligros:							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o árboles	Contaminación de la fuente de agua
Reservorio 1	X							
Reservorio 2								
Reservorio 3								
Reservorio 4								
...								

49. ¿Describir el estado de la estructura? Marque con una X.

DESCRIPCIÓN Volumen: m³		ESTADO ACTUAL					
		No tiene	Si Tiene			Seguro	
			Bueno	Regular	Malo	Si Tiene	No tiene
Tapa sanitaria 1 (T.A)	49.1a De concreto.						
	Metálica.			X			X
	Madera						
Tapa sanitaria 2 (C.V)	49.1b De concreto.						
	Metálica.			X			
	Madera.						
Reservorio / Tanque de Almacenamiento	49.2			X			
Caja de válvulas	49.3	X					
Canastilla	49.4		X				
Tubería de limpia y rebose	49.5		X				
Tubo de ventilación	49.6		X				
Hipoclorador	49.7		X				

Válvula flotadora	49.8		X		
Válvula de entrada	49.9		X		
Válvula de salida	49.10		X		
Válvula de desagüe	11		X		
Nivel estático	12		X		
Dado de protección	13	X			
Cloración por goteo	14		X		
Grifo de enjuague	15	X			

En el caso de que hubiese más de un reservorio, utilizar un cuadro por cada uno de ellos y adjuntar a la encuesta.

o **Línea de Aducción y red de distribución.**

50. ¿Cómo está la tubería? Marque con una X

Cubierta totalmente ☒ Cubierta en forma parcial
Malograda Colapsada No tiene

Identificación de peligros:

- ☒ No presenta ☐ Huaycos
☐ Crecidas o avenidas ☐ Hundimiento de terreno
☐ Inundaciones ☐ Deslizamientos
☐ Desprendimiento de rocas o árboles
☐ Contaminación de la fuente de agua

Especifique:

51. ¿Tiene cruces / pases aéreos? Marque con una X

SI NO ☒

52. ¿En qué estado se encuentra el cruce / pases aéreos? Marque con una X

Bueno Regular Malo Colapsado

o **Válvulas.**

53. Describa el estado de las válvulas del sistema. Marque con una X e indique el número:

DESCRIPCIÓN	SI TIENE			NO TIENE	
	Bueno	Malo	Cantidad	Necesita	No Necesita
Válvulas de aire	☒				
Válvulas de purga	☒				
Válvulas de control	☒				

o **Cámaras rompe presión CRP-7.**

54. ¿Tiene cámaras rompe presión CRP-7? Marque con una X

SI NO ☒

55. ¿Cuántas cámaras rompe presión tipo 7 tiene el sistema? (Indicar el número)

56. Describa el cerco perimétrico y material de construcción de las CRP-7. Marque con una X

CRP 7	Cerco Perimétrico			Material de construcción CRP7		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene.	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y
	En buen estado.	En mal estado.						
CRP7 1								
CRP7 2								
CRP7 3								
CRP7 4								
CRP7 5								
CRP7 6								
CRP7 7								
CRP7 8								
CRP7 9								
CRP7 10								
CRP7 11								
CRP7 12								
CRP7 13								
CRP7 15								
CRP7 16								
...								

CRP 7	Identificación de peligros:							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o árboles	Contaminación de la fuente de agua
CRP7 1								
CRP7 2								
CRP7 3								
CRP7 4								
CRP7 5								
CRP7 6								
CRP7 7								
CRP7 8								
CRP7 9								
CRP7 10								
CRP7 11								
CRP7 12								
CRP7 13								
CRP7 14								
CRP7 15								
CRP7 16								
...								

17. ¿Describir el estado de la infraestructura? Marque con una X
 Las condiciones se expresan en el cuadro de la siguiente manera:
 B = Bueno R = Regular M = Malo

Descripción	SITUACIÓN ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	Tapa Sanitaria 1										Tapa Sanitaria 2 (caja de válvulas)										Estruc- tura			Canastilla		Tubería de limpia y rebose		Válvula de Control		Válvula Flotadora		Dado de protección																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	Si tiene					Seguro					Si tiene					Seguro																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	Concreto		Metal		Ma der a	No tiene	Concreto		Metal		Ma der a	No tiene	Si tiene		No tiene		Si tiene		No tiene																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
CRP-7 N° 1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

o Piletas públicas.

58. Describir el estado de las piletas públicas. Marque con una X

DESCRIPCION	PEDESTAL O ESTRUCTURA				VÁLVULA DE PASO			GRIFO		
	Bueno	Regular	Malo	No tiene	Bueno	Malo	No tiene	Bueno	Malo	No tiene
P 1										
P 2										
P 3										
P 4										
P 5										
P 6										
P 7										
P 8										
P 9										
P 10										
:										

o Piletas domiciliarias.

59. Describir el estado de las piletas domiciliarias. Marque con una X
(muestra de 15% del total de viviendas con pileta domiciliaria)

DESCRIPCION	PEDESTAL O ESTRUCTURA				VÁLVULA DE PASO			GRIFO		
	Bueno	Regular	Malo	No tiene	Bueno	Malo	No tiene	Bueno	Malo	No tiene
Casa 1		X			X			X		
Casa 2		X			X			X		
Casa 3		X			X			X		
Casa 4		X			X			X		
Casa 5		X			X			X		
Casa 6		X			X			X		
Casa 7		X			X			X		
Casa 8										
Casa 9										
Casa 10										
Casa 11										
Casa 12										
Casa 13										
Casa 14										
Casa 15										
Casa 16										
Casa 17										
Casa 18										
Casa 19										
Casa 20										

Fecha: / /

Nombre del encuestador: Nayeli Polo Vasquez

**ENCUESTA COMUNAL PARA EL REGISTRO DE COBERTURA
Y CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO**

FORMATO N° 03

**ENCUESTA SOBRE GESTIÓN DE LOS SERVICIOS
(CONCEJO DIRECTIVO)**

Comunidad / Caserío: AAU San Pedro Anexo/sector:
Centro Poblado
Distrito: Samaná Provincia: Santa Departamento: Ancash

81. ¿Quién es responsable de la administración del servicio de agua? Marque con una X

- | | |
|---------------------------------|---------------------|
| - Municipalidad <u>X</u> | - Autoridades |
| - Núcleo ejecutor / Comité..... | - Nadie |
| - Junta Administradora | - EPS |
| - JASS reconocida | |

82. ¿Identificar a cada uno de los integrantes del Concejo Directivo? Marque con una X si fue entrevistado

Nombres y Apellidos	D.N.I.	Cargo	Entrevistado
<u>Gina Irma Valera Morales</u>	<u>32239958</u>	<u>Gerente de Servicios Públicos</u>	<u>X</u>
<u>Jorge Luis Bayona Guio</u>	<u>32991030</u>	<u>Sub Gerencia de Medio Ambiente, Saneamiento</u>	<u>X</u>
<u>Martin Cesena Sanchez</u>	<u>70151159</u>	<u>Asistente del área servicio municipal</u>	<u>X</u>

83. ¿Quién tiene el expediente técnico, memoria descriptiva o expediente replanteado? Marque con una X

- | | | |
|--------------------------------|-------------------|-------------------------|
| - Municipalidad <u>X</u> | - JASS | - EPS |
| - Comunidad | - No existe | - Entidad ejecutora.... |
| - Núcleo ejecutor ... | - No sabe | |

84. ¿Qué instrumentos de gestión usan? Marque con una X

- | | |
|--|--|
| - Reglamento y Estatutos <u>X</u> | - Padrón de asociados y control de recaudos <u>X</u> |
| - Libro de actas..... <u>X</u> | - Libro caja..... <u>X</u> |
| - Recibos de pago de cuota familiar.. <u>X</u> | - Otros: (Especificar) |
| - Asignación del recurso agua: (Licencia, Permiso, Autorización) | |
| - No usan ninguna de las anteriores | |

85. ¿Cuántos usuarios existen en el padrón de asociados del sistema? 49 (Indicar número)

86. ¿Existe una cuota familiar establecida para el servicio de agua potable? Marque con una X.

SI X

NO (Pasará a la pág. 89)

87. ¿Cuánto es la cuota por el servicio de agua? S/. 7 (Indicar en Nuevos Soles)

88. ¿Cuántos no pagan la cuota familiar? (Indicar el número)

89. ¿Cuántas veces se reúne la directiva con los usuarios del sistema? Marque con una X

- Mensual.....
- 3 veces por año ó más X
- 1 ó 2 veces por año.....
- Sólo cuando es necesario.....
- No se reúnen.....

90. ¿Cada qué tiempo cambian la Junta Directiva? Marque con una X

- Al año.....
- A los dos años.....
- A los tres años X
- Mas de tres años.....

91. ¿Quién ha escogido el modelo de pileta que tienen? Marque con una X

- La esposa.....
- El esposo.....
- La familia.....
- El proyecto X

92. ¿Cuántas mujeres participan de la Directiva del Sistema? Marque con una X

- De 2 mujeres a más X
- 1 mujer.....
- Ninguna.....

93. ¿Han recibido cursos de capacitación? Marque con una X

SI

NO

Charlas a veces X

94. ¿Qué tipo de cursos han recibido?

Marque con una X; cuando se trate de los directivos.

Cuando se trate de los usuarios, colocar el número de los que se beneficiaron.

DESCRIPCIÓN	TEMAS DE CAPACITACIÓN		
	Limpieza, desinfección y cloración	Operación y reparación del sistema.	Manejo administrativo
A Directivos:			
Presidente		X	X
Secretario	X		
Tesorero			
Vocal 1			
Vocal 2			
Fiscal			
A Usuarios:			

95. ¿Se han realizado nuevas inversiones, después de haber entregado el sistema de agua potable a la comunidad? Marque con una X

SI X

NO

96. ¿En que se ha invertido? Marque con una X

Reparación... Mejoramiento... ☒ Ampliación... Capacitación...

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

97. ¿Existe un plan de mantenimiento? Marque con una X

- SI, y se cumple... ☒
- SI, pero no se cumple.....
- SI, se cumple a veces
- NO existe

98. ¿Los usuarios participan en la ejecución del plan de mantenimiento? Marque con una X

- SI
- A veces algunos.....
- NO ☒
- Solo la Junta

99. ¿Cada que tiempo realizan la limpieza y desinfección del sistema?. Marque con una X

- Una vez al año.....
- Cuatro veces al año
- Dos veces al año.....
- Más de cuatro veces al año.....
- Tres veces al año ☒
- No se hace

100. ¿Cada qué tiempo cloran el agua? Marque con una X

- Entre 15 y 30 días... ☒
- Mas de 3 meses
- Cada 3 meses.....
- Nunca

101. ¿Qué prácticas de conservación de la fuente de agua, en el área de influencia del manantial existen? Marque con una X

- Zanjias de infiltración.....
- Conservación de la vegetación natural.....
- Forestación
- No existe ☒

102. ¿Quién se encarga de los servicios de gasfitería? Marque con una X

- Gasfitero / operador... ☒
- Los usuarios.....
- Los directivos
- Nadie

103. ¿Es remunerado el encargado de los servicios de gasfitería? Marque con una X

SI ☒ NO

104. ¿Cuenta el sistema con herramientas necesarias para la operación y mantenimiento? Marque con una X

- SI... ☒
- Algunas
- NO.....
- Son del gasfitero.....

Fecha: ...15... / ...01... / 2025

Nombre del encuestador: ...Nayeli Polo Vasquez...

**ANEXO N° 5: CENSO DE VIVIENDAS DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN
PEDRITO – 2025**

CENSO DE VIVIENDAS – AAHH SAN PEDRITO (2025)					
RESPONSABLE (TESISTA)			NAYELI EDITH POLO VASQUEZ		
N°	MANZANA	LOTE	ESTADO	N° HAB.	OBSERVACIONES
1	A	1	Habitada	4	Con conexión de agua
2	A	2	Habitada	3	Con conexión de agua
3	A	3	Habitada	5	Con conexión de agua
4	A	4	Deshabitada	0	Con conexión de agua
5	A	5	Habitada	3	Con conexión de agua
6	A	6	Habitada	4	Con conexión de agua
7	A	7	Habitada	6	Con conexión de agua
8	A	8	Habitada	5	Con conexión de agua
9	A	9	Habitada	2	Con conexión de agua
10	A	10	Habitada	4	Con conexión de agua
11	A	11	Deshabitada	0	Vivienda en construcción
12	A	12	Habitada	5	Con conexión de agua
13	A	13	Habitada	6	Con conexión de agua
14	A	14	Habitada	4	Con conexión de agua
15	A	15	Habitada	4	Con conexión de agua
16	A	16	Habitada	5	Con conexión de agua
17	A	17	Habitada	1	Con conexión de agua
18	A	18	Habitada	3	Con conexión de agua
19	A	19	Habitada	4	Con conexión de agua
20	B	1	Habitada	4	Con conexión de agua
21	B	2	Habitada	4	Con conexión de agua
22	B	3	Habitada	5	Con conexión de agua
23	B	4	Habitada	5	Con conexión de agua
24	B	5	Habitada	4	Con conexión de agua
25	B	6	Habitada	2	Con conexión de agua
26	B	7	Habitada	3	Con conexión de agua
27	B	8	Habitada	2	Con conexión de agua
28	B	9	Deshabitada	0	Con conexión de agua
29	B	10	Habitada	1	Con conexión de agua
30	B	11	Habitada	4	Con conexión de agua
31	B	12	Habitada	3	Con conexión de agua
32	B	13	Habitada	3	Con conexión de agua
33	C	1	Habitada	4	Con conexión de agua
34	C	2	Deshabitada	0	Sin conexión de agua
35	C	3	Deshabitada	0	Sin conexión de agua
36	C	4	Habitada	8	Con conexión de agua

37	C	5	Habitada	3	Con conexión de agua
38	C	6	Habitada	3	Con conexión de agua
39	C	7	Habitada	4	Con conexión de agua
40	C	8	Habitada	6	Con conexión de agua
41	C	9	Habitada	6	Con conexión de agua
42	C	10	Habitada	4	Con conexión de agua
43	C	11	Habitada	4	Con conexión de agua
44	D	1	Habitada	5	Con conexión de agua
45	D	2	Habitada	4	Con conexión de agua
46	D	3	Habitada	4	Con conexión de agua
47	D	4	Deshabitada	0	Con conexión de agua
48	D	5	Habitada	4	Con conexión de agua
49	D	6	Deshabitada	0	Con conexión de agua
50	D	7	Habitada	3	Con conexión de agua
51	D	8	Deshabitada	0	Con conexión de agua
52	D	9	Habitada	4	Con conexión de agua
53	D	10	Habitada	3	Con conexión de agua
54	D	11	Habitada	3	Con conexión de agua
55	E	1	Habitada	4	Con conexión de agua
56	E	2	Habitada	3	Con conexión de agua
57	E	3	Habitada	5	Con conexión de agua
58	E	4	Habitada	3	Con conexión de agua
59	E	5	Habitada	4	Con conexión de agua
60	E	6	Habitada	3	Con conexión de agua
61	E	7	Habitada	3	Con conexión de agua
62	Ampliación	1	Habitada	3	Con conexión de agua
63	Ampliación	2	Habitada	4	Con conexión de agua
64	Ampliación	3	Habitada	2	Con conexión de agua
65	Ampliación	4	Habitada	4	Con conexión de agua
66	Ampliación	5	Habitada	3	Con conexión de agua
67	Ampliación	6	Habitada	3	Con conexión de agua
68	Ampliación	7	Habitada	3	Con conexión de agua
69	Ampliación	8	Habitada	4	Con conexión de agua
70	Ampliación	9	Habitada	5	Con conexión de agua
71	Ampliación	10	Habitada	3	Con conexión de agua
72	Ampliación	11	Habitada	2	Con conexión de agua
73	Ampliación	12	Habitada	3	Con conexión de agua
74	Ampliación	13	Habitada	3	Con conexión de agua
75	Ampliación	14	Habitada	4	Con conexión de agua
76	Ampliación	15	Habitada	2	Con conexión de agua
77	Ampliación	16	Habitada	3	Con conexión de agua
78	Ampliación	17	Habitada	3	Con conexión de agua
79	Ampliación	18	Habitada	4	Con conexión de agua

80	Ampliación	19	Habitada	4	Con conexión de agua
81	Ampliación	20	Habitada	5	Con conexión de agua
82	Ampliación	21	Habitada	4	Con conexión de agua
83	Ampliación	22	Habitada	2	Con conexión de agua
84	Ampliación	23	Habitada	2	Con conexión de agua
85	Ampliación	24	Habitada	2	Con conexión de agua
86	Ampliación	25	Habitada	3	Con conexión de agua
87	Ampliación	26	Habitada	3	Con conexión de agua
88	Ampliación	27	Habitada	3	Con conexión de agua
89	Ampliación	28	Habitada	2	Con conexión de agua
90	Ampliación	29	Habitada	2	Con conexión de agua
91	Ampliación	30	Habitada	3	Con conexión de agua
92	Ampliación	31	Habitada	4	Con conexión de agua
93	Ampliación	32	Habitada	4	Con conexión de agua

ANEXO N° 6: CÁLCULO DE SISTEMA DE BOMBEO EN EXCEL

CÁLCULO DEL SISTEMA DE BOMBEO

CÁLCULOS PARA LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

A.- CONSUMO PROMEDIO (LT/SEG)		1.406
B.- CONSUMO MAXIMO DIARIO (LT/SEG)		
	$Q_{md} = 1.30 * Q$	1.83
C.- CONSUMO MAXIMO HORARIO (LT/SEG)		
	$Q_{mh} = 2.00 * Q$	2.81

LINEA DE SUCCION E IMPULSION

A.- CAUDAL DE BOMBEO (m3/seg.)		
$Q_b = (24 / N) * Q_{md}$		0.00292
N : N° de horas de bombeo =		15.00
B.- LINEA DE IMPULSION		
$D = 1.3 (N/24)^{(1/4)} * (Q_b)^{(1/2)} =$	0.063 m =	2.0"
Diámetro Nominal Asumido		2.00"
Diámetro Interno Comercial		54.20 mm
C.- LINEA DE SUCCION		
Diámetro Nominal Asumido		2.0"
(Se recomienda un diámetro comercial mayor al de Impulsión)		

PÉRDIDAS DE CARGA

Altura de Succión:	Hs =	15.00 m
Long. tubo Succión:	Ls =	15.00 m
Altura de Impulsión:	Hi =	17.60 m
Long. tubo Impulsión:	Li =	17.60 m
Velocidad:	$V = Q_b / A$	1.268 m/seg
		¡Cumple!

A.- Pérdidas de Carga por Fricción (Darcy W.)

v : 0.000001004 m²/s

Re : 68432.35 Flujo turbulento.

Pérdidas de carga : $h_f = f \cdot (L/D) \cdot (V^2/2g)$ =

0.985 m

B.- Pérdidas de Carga Locales

Longitud Hidráulica en el sistema

$$L = (k/f) \cdot D$$

NRO. REYNOLDS: 6.84E+04

f: 0.0200

CODO DE 90°	CANTIDAD	K	D mm	LONG. EQUIV	LONG. EQUIV
				UNITARIA m	TOTAL m
ENTRADA	1	0.50	54.20	1.36	1.36
CODO DE 90°	1	0.75	54.20	2.03	2.03
VÁLVULA COMPUERTA	1	0.15	54.20	0.41	0.41
MANÓMETRO	1	0.00	54.20	-	0.00
GRIFO	1	1.50	54.20	4.07	4.07
SALIDA	1	1.00	54.20	2.71	2.71
TOTAL LONGITUD EQUIVALENTE					10.57

Pérdidas de carga: $h_f = f \cdot (L/D) \cdot (V^2/2g)$ =

0.32

m

Presión de Salida:

0.50

m.c.a.

Altura Dinámica Total: $HDT = H_s + H_i + h_f$ =

34.40

m

POTENCIA DE LA BOMBA

POTENCIA TEORICA DE LA BOMBA:

$$P = (1000 \cdot Q_b \cdot HDT) / (75 \cdot E)$$

$$= \boxed{2.40} \text{ H.P.}$$

Potencia Recomendada: $P_i = P + dP = P + 0.15 P$

$$= \boxed{2.8} \text{ H.P.}$$

Potencia Comercial de la Bomba

3.0 H.P.

ANEXO N° 7: MODELAMIENTO EN WATERCAD

Simulación del estado actual:

Se inició con la configuración del software WaterCAD CONNECT Edition denominando al proyecto “Simulación de red de distribución actual”.

Figura 1.

Configuración del modelo hidráulico del sistema existente en WaterCAD.

The image shows a screenshot of the 'Info' dialog box in WaterCAD. The dialog box has a title bar and a main area with several fields. The 'Title' field contains 'Simulación de red de distribución actual'. The 'File Name' field contains 'C:\Users\Edith\OneDrive\Documentos\TESIS\WATERCAD\San Pedrito.wtg'. The 'Engineer' field contains 'BACH. NAYELI EDITH POLO VASQUEZ'. The 'Company' field contains 'UNS'. The 'Date' field contains '15/04/2026'. Below these fields is a 'Notes' section with a text area containing 'Agua a 20°C' and 'Método Hazen- Williams'.

Info	
Title	Simulación de red de distribución actual
File Name:	C:\Users\Edith\OneDrive\Documentos\TESIS\WATERCAD\San Pedrito.wtg
Engineer	BACH. NAYELI EDITH POLO VASQUEZ
Company	UNS
Date	15/04/2026
Notes	
Agua a 20°C Método Hazen- Williams	

Nota. Fuente: Software WaterCAD

Luego en la parte de “option” en “units” se configuro las unidades del proyecto que son empleadas en el modelamiento hidráulico. Y en “labeling” los prefijos, con el propósito de facilitar la organización y el reconocimiento de los componentes del sistema.

Figura 2.

Unidades del proyecto

Options

Global Hydraulic Model Drawing Units Labeling ProjectWise Engine

Save As... Load... Reset Defaults

Default Unit System for New Hydraulic Model: SI

	Label	Unit	Display Precision	Format
1	Absolute Roughness	mm	5	Number
2	Acceleration	m/s ²	3	Number
3	Angle	radians	2	Number
4	Area	m ²	1	Number
5	Area - Large	km ²	2	Number
6	Area - Medium	ha	3	Number
7	Background Layer Unit	m	0	Number
8	Break Rate	breaks/yr/km	3	Number
9	Bulk Reaction Rate	(mg/L) ^{^(1-n)} /da	3	Number
10	Capita	L/capita/day	2	Number
11	Coefficient		3	Number
12	Concentration (Bulk)	mg/L	1	Number
13	Concentration (Wall)	mg/m ²	2	Scientific
14	Coordinate	m	2	Number
15	Coordinate (Latitude, Longitu...		5	Number
16	Cost per Unit Energy	S//kWh	2	Number
17	Cost per Unit Power	S//kW	1	Number
18	Cost per Unit Volume	S//ML	0	Number
19	Count (Bulk)	Count/L	0	Number
20	Count (Wall)	Count/m ²	0	Number
21	Culvert Coefficient		4	Number
22	Currency	S/	2	Number

OK Cancel Help

Nota. Fuente: Software WaterCAD

Figura 3.

Prefijos del proyecto

Options

Global Hydraulic Model Drawing Units Labeling ProjectWise Engine

Save As... Load... Reset

	On	Next	Increment	Prefix	Digits	Suffix	Previe
Pipe	☒	207	1	P-	1		P-207
Lateral	☒	3980	1	L-	1		L-3980
Junction	☒	2042	1	J-	1		J-2042
Customer Meter	☒	7	1	CU-	1		CU-7
Tap	☒	3818	1	Tap-	1		Tap-3818
SCADA Element	☒	1	1	SE-	1		SE-1
Hydrant	☒	1	1	H-	1		H-1
Tank	☒	1	1	T-	1		T-1
Reservoir	☒	15	1	R-	1		R-15
Periodic Head-Flow	☒	1	1	PER-	1		PER-1
Pump	☒	1	1	PMP-	1		PMP-1
Variable Speed Pump	☒	1	1	VSPB-	1		VSPB-1
Turbine	☒	1	1	TBN-	1		TBN-1
PRV	☒	176	1	PRV-	1		PRV-176
PSV	☒	1	1	PSV-	1		PSV-1
PBV	☒	1	1	PBV-	1		PBV-1
FCV	☒	1	1	FCV-	1		FCV-1
TCV	☒	1	1	TCV-	1		TCV-1
GPV	☒	1	1	GPV-	1		GPV-1
Valve With Linear Are	☒	1	1	VLA-	1		VLA-1
Check Valve	☒	1	1	CV-	1		CV-1
Orifice Between Pipes	☒	1	1	OR-	1		OR-1
Discharge To Atmosp	☒	1	1	D2A-	1		D2A-1
Surge Tank	☒	1	1	ST-	1		ST-1

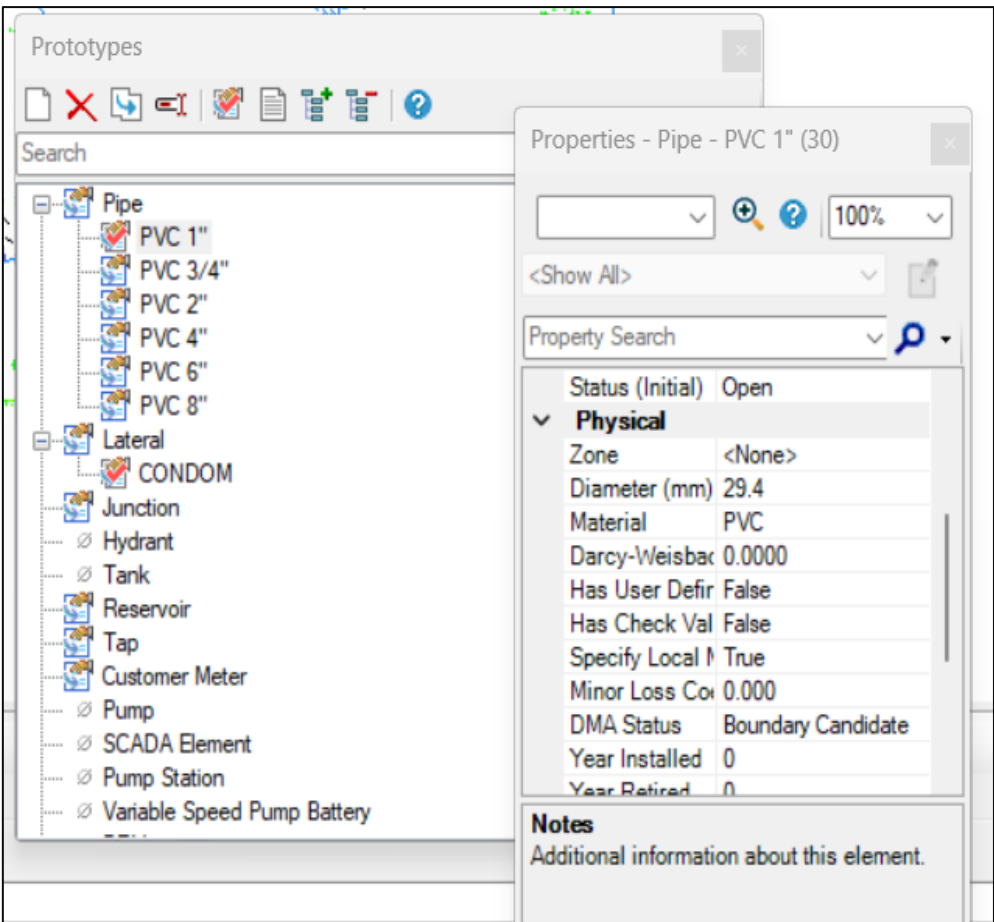
OK Cancel Help

Nota. Fuente: Software WaterCAD

Posteriormente, en “View” en la opción “Prototypes”, se definieron las propiedades de los elementos que conforman el modelo hidráulico. En el elemento “Pipe” se creó un prototipo para la tubería denominado “PVC de 1 pulgada”, asignándole un diámetro interno de 29.4 mm y el material PVC, parámetros que serían utilizados durante la modelación de la red de distribución, tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 4.

Prototipos para tuberías

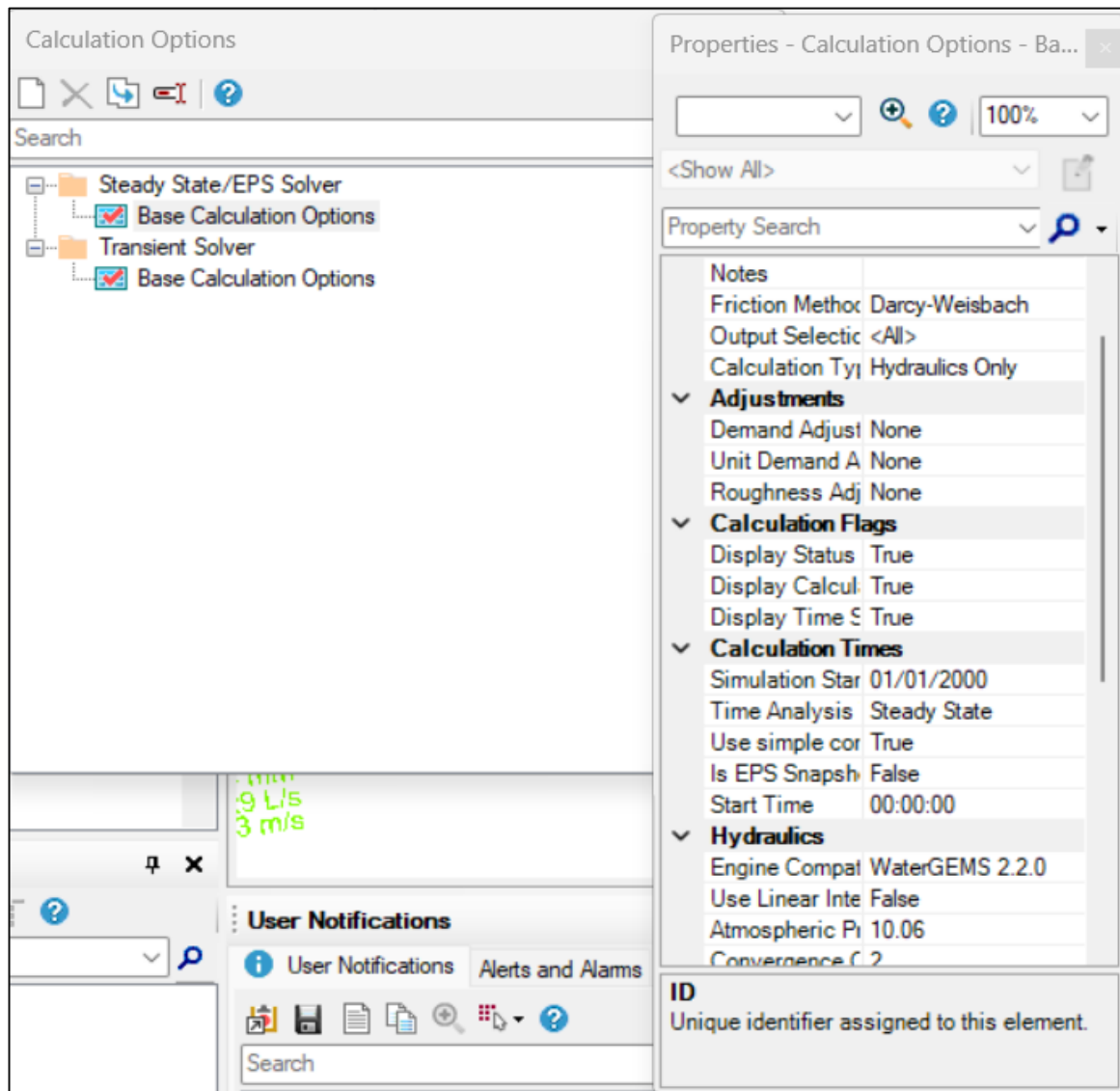


Nota. Fuente: Software WaterCAD

Continuando, en la parte de “Analysis” en la opción “calculation options”, se configuro los datos con respecto al agua.

Figura 5.

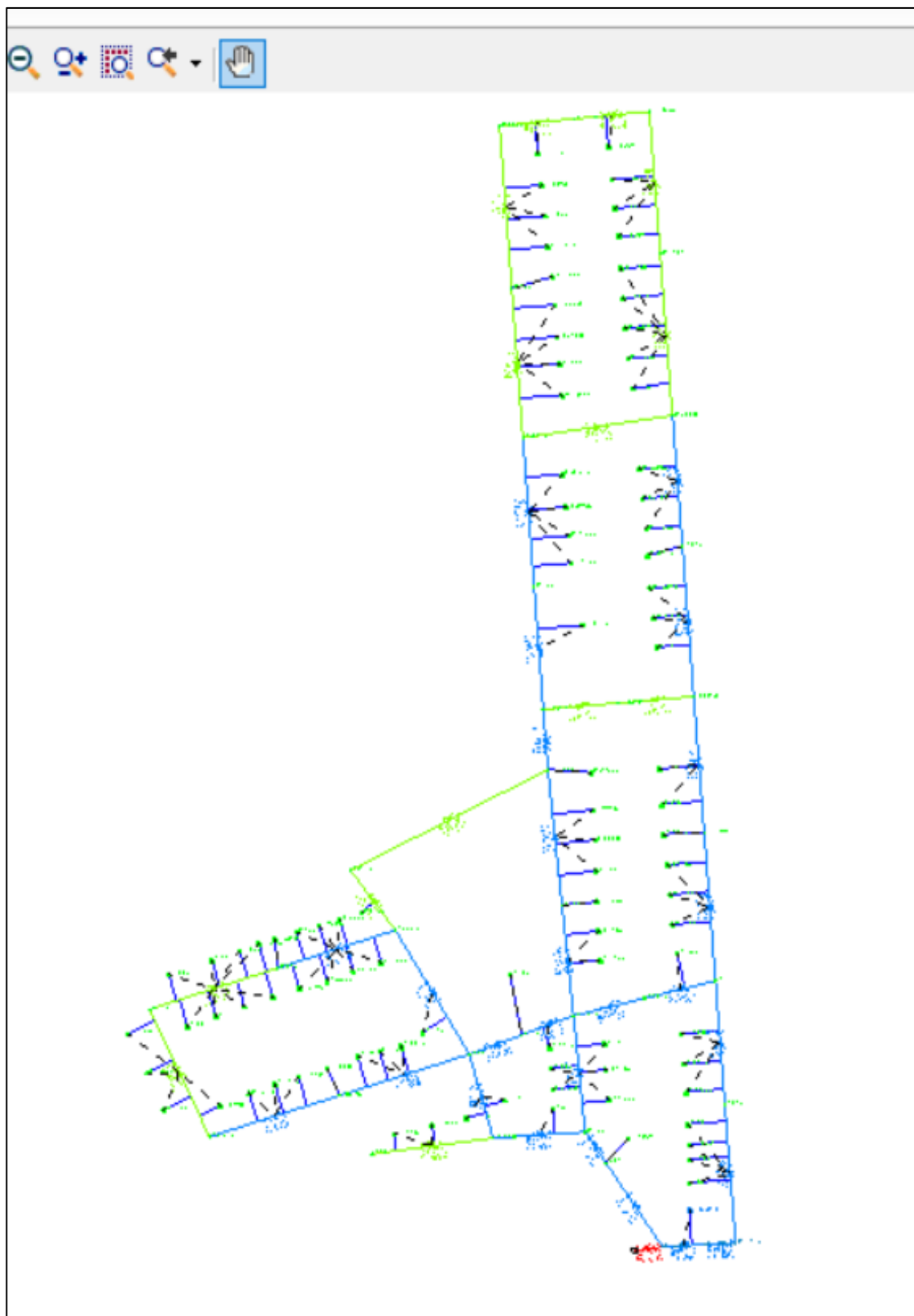
Calculation option



Nota. Fuente: Software WaterCAD

Figura 6.

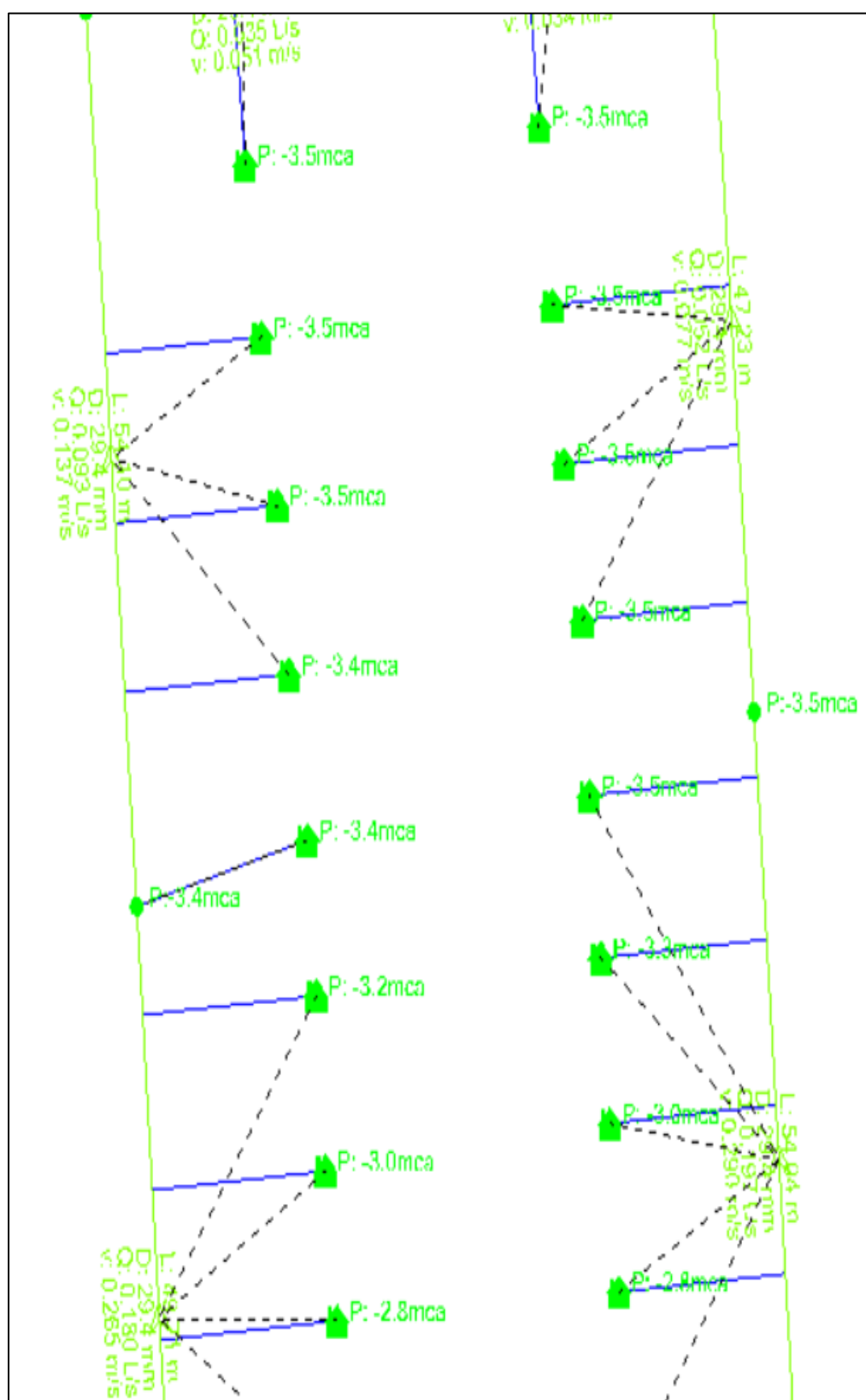
Simulación en WaterCAD de red de distribución de A.A.H.H. San Pedrito



Nota. Fuente: Software WaterCAD

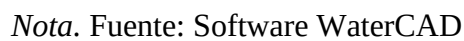
Figura 7.

Presiones negativas en la red de distribución de la manzana A.



Nota. Fuente: Software WaterCAD

Presiones bajas en la red de distribución en la manzana C.



Presiones bajas en la red de distribución en la parte de la ampliación de A.A.H.H. San Pedrito.

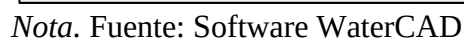


Figura 9.*Tabla de resultados de presiones*

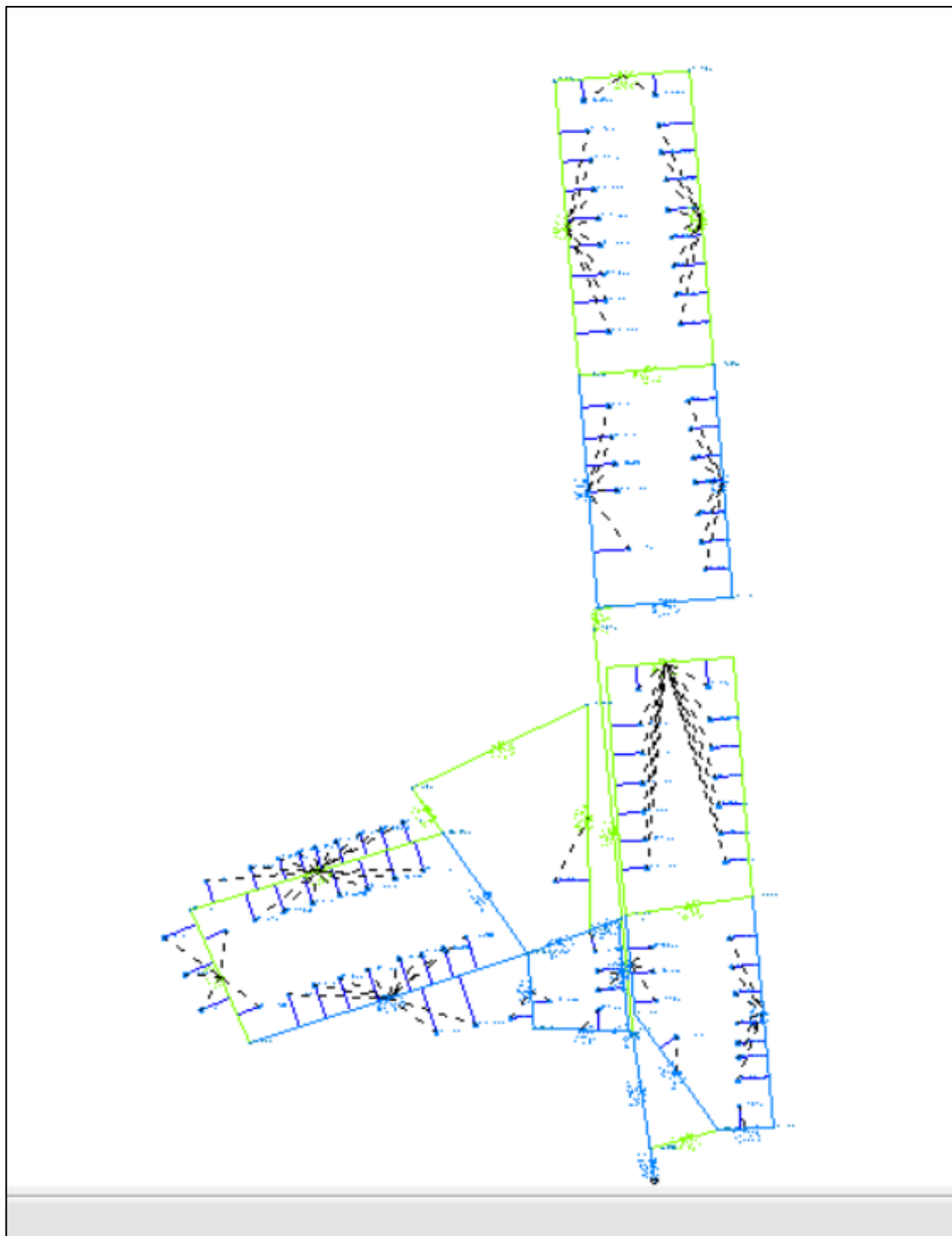
	ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
16351: J-2007	16351	J-2007	55.12	<None>	<Collection:	0.000	68.03	12.9
16353: J-2008	16353	J-2008	55.05	<None>	<Collection:	0.029	66.47	11.4
16354: J-2009	16354	J-2009	55.00	<None>	<Collection:	0.029	65.41	10.4
16356: J-2010	16356	J-2010	54.68	<None>	<Collection:	0.116	59.33	4.6
16357: J-2011	16357	J-2011	54.60	<None>	<Collection:	0.029	61.60	7.0
16360: J-2012	16360	J-2012	54.84	<None>	<Collection:	0.029	56.96	2.1
16361: J-2013	16361	J-2013	55.10	<None>	<Collection:	0.059	57.18	2.1
16363: J-2014	16363	J-2014	55.16	<None>	<Collection:	0.116	57.47	2.3
16365: J-2015	16365	J-2015	56.37	<None>	<Collection:	0.029	55.40	-1.0
16366: J-2016	16366	J-2016	56.32	<None>	<Collection:	0.087	55.75	-0.6
16368: J-2017	16368	J-2017	55.21	<None>	<Collection:	0.174	55.85	0.6
16369: J-2018	16369	J-2018	55.92	<None>	<Collection:	0.000	55.83	-0.1
16371: J-2019	16371	J-2019	55.28	<None>	<Collection:	0.029	57.67	2.4
16373: J-2020	16373	J-2020	55.38	<None>	<Collection:	0.058	57.92	2.5
16375: J-2021	16375	J-2021	57.35	<None>	<Collection:	0.029	53.89	-3.4
16376: J-2022	16376	J-2022	57.40	<None>	<Collection:	0.058	53.89	-3.5
16378: J-2023	16378	J-2023	57.40	<None>	<Collection:	0.058	53.90	-3.5
16380: J-2024	16380	J-2024	56.46	<None>	<Collection:	0.029	55.40	-1.1
16381: J-2025	16381	J-2025	56.44	<None>	<Collection:	0.000	55.40	-1.0
16384: J-2027	16384	J-2027	56.47	<None>	<Collection:	0.145	54.17	-2.3
16386: J-2028	16386	J-2028	56.69	<None>	<Collection:	0.087	54.17	-2.5
16389: J-2029	16389	J-2029	54.42	<None>	<Collection:	0.087	57.90	3.5
16393: J-2030	16393	J-2030	55.65	<None>	<Collection:	0.087	56.56	0.9
16396: J-2031	16396	J-2031	56.34	<None>	<Collection:	0.058	54.76	-1.6
16398: J-2032	16398	J-2032	54.70	<None>	<Collection:	0.145	60.99	6.3
16400: J-2033	16400	J-2033	54.15	<None>	<Collection:	0.029	57.89	3.7
16402: J-2034	16402	J-2034	54.94	<None>	<Collection:	0.261	55.59	0.7
16404: J-2035	16404	J-2035	56.55	<None>	<Collection:	0.145	54.53	-2.0
16407: J-2036	16407	J-2036	56.24	<None>	<Collection:	0.145	56.31	0.1
16410: J-2037	16410	J-2037	54.60	<None>	<Collection:	0.145	55.60	1.0
16412: J-2038	16412	J-2038	53.80	<None>	<Collection:	0.087	55.79	2.0
16414: J-2039	16414	J-2039	54.54	<None>	<Collection:	0.145	56.16	1.6
16417: J-2040	16417	J-2040	57.40	<None>	<Collection:	0.145	53.91	-3.5
16422: J-2041	16422	J-2041	57.40	<None>	<Collection:	0.087	53.97	-3.4

Nota. Fuente: Software WaterCAD

Simulación de la propuesta de mejoramiento:

Figura 10.

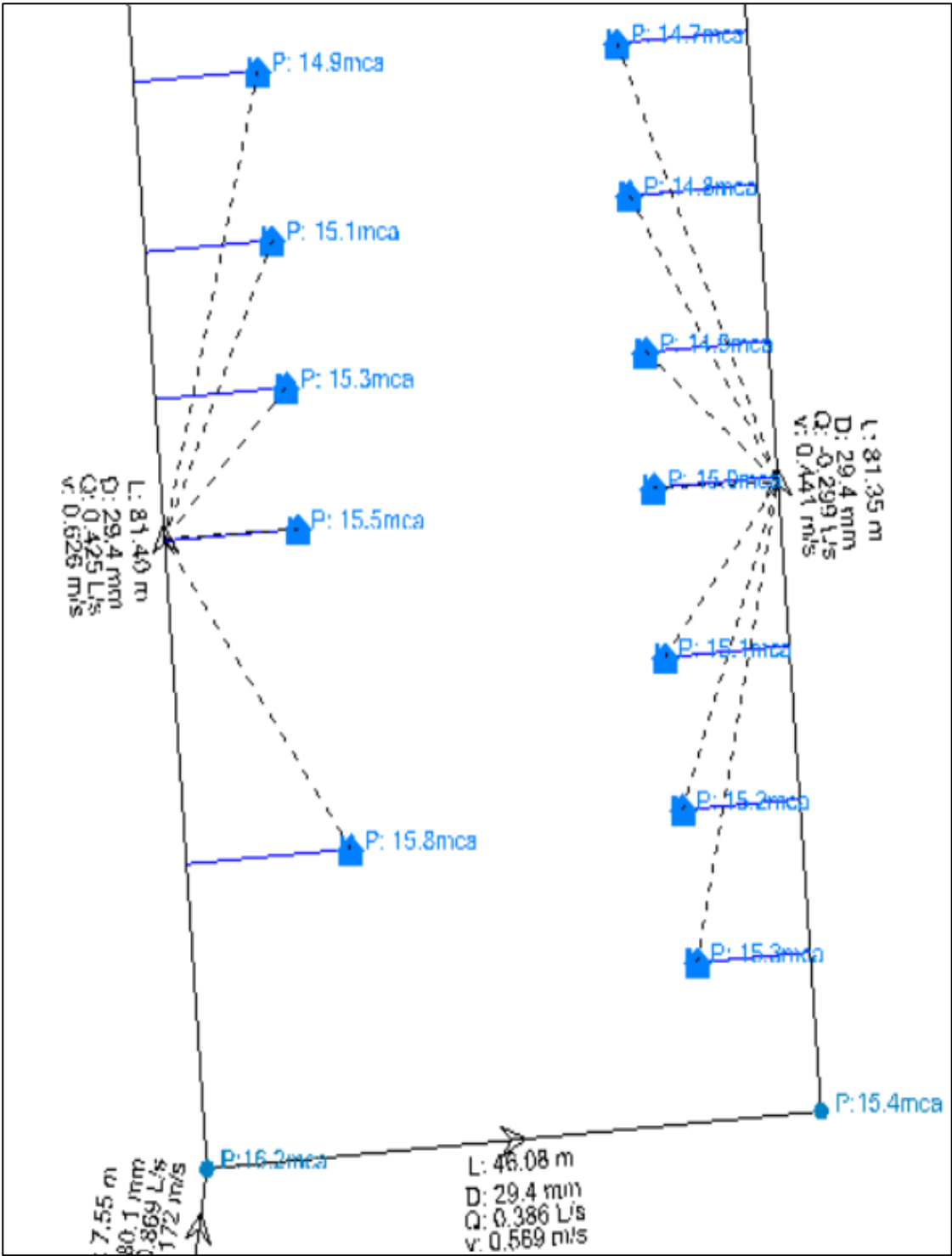
Simulación de la propuesta para la red de distribución.



Nota. Fuente: Software WaterCAD

Figura 11.

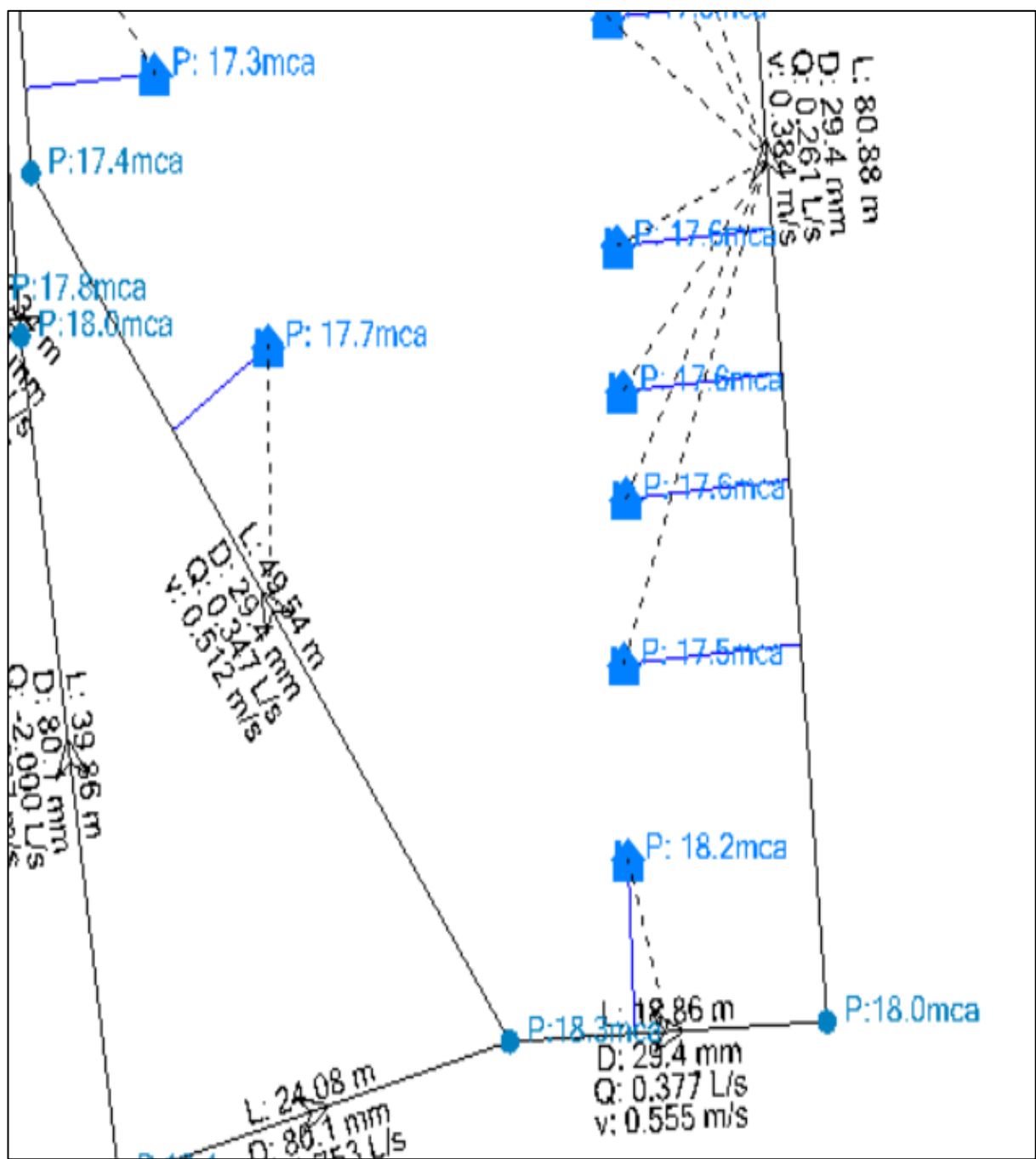
Resultados de simulación en sector 1.



Nota. Fuente: Software WaterCAD

Figura 12.

Resultados de simulación en sector 2.



Nota. Fuente: Software WaterCAD

Resultados de simulación en sector 3.

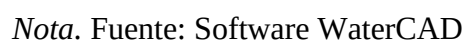


Figura 14.

Tabla de resultados de presiones

	ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
17015: J-2060	17015	J-2060	55.15	<None>	<Collection:	0.029	71.45	16.3
17016: J-2061	17016	J-2061	55.21	<None>	<Collection:	0.088	71.19	16.0
17018: J-2062	17018	J-2062	54.48	<None>	<Collection:	0.029	72.81	18.3
17019: J-2063	17019	J-2063	54.50	<None>	<Collection:	0.116	72.54	18.0
17021: J-2064	17021	J-2064	55.26	<None>	<Collection:	0.261	70.58	15.3
17022: J-2065	17022	J-2065	55.84	<None>	<Collection:	0.000	70.65	14.8
17024: J-2066	17024	J-2066	54.80	<None>	<Collection:	0.174	71.04	16.2
17026: J-2067	17026	J-2067	54.46	<None>	<Collection:	0.058	71.62	17.1
17028: J-2068	17028	J-2068	54.69	<None>	<Collection:	0.058	72.49	17.8
17030: J-2069	17030	J-2069	54.76	<None>	<Collection:	0.087	72.19	17.4
17031: J-2070	17031	J-2070	55.23	<None>	<Collection:	0.232	71.92	16.7
17034: J-2071	17034	J-2071	55.35	<None>	<Collection:	0.290	71.91	16.5
17037: J-2072	17037	J-2072	56.62	<None>	<Collection:	0.232	71.15	14.5
17038: J-2073	17038	J-2073	56.37	<None>	<Collection:	0.203	71.18	14.8
17040: J-2074	17040	J-2074	57.40	<None>	<Collection:	0.145	70.88	13.5
17041: J-2075	17041	J-2075	57.40	<None>	<Collection:	0.145	70.88	13.5
17043: J-2076	17043	J-2076	56.40	<None>	<Collection:	0.058	72.65	16.2
17044: J-2077	17044	J-2077	56.47	<None>	<Collection:	0.087	71.95	15.4
17047: J-2078	17047	J-2078	54.63	<None>	<Collection:	0.290	70.16	15.5
17048: J-2079	17048	J-2079	53.81	<None>	<Collection:	0.174	70.23	16.4
17051: J-2080	17051	J-2080	56.25	<None>	<Collection:	0.000	70.90	14.6
17061: J-2081	17061	J-2081	54.66	<None>	<Collection:	0.000	72.73	18.0
17063: J-2082	17063	J-2082	56.39	<None>	<Collection:	0.000	72.65	16.2
17066: J-2084	17066	J-2084	54.40	<None>	<Collection:	0.000	72.82	18.4

Nota. Fuente: Software WaterCAD

ANEXO N° 8: PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 1.

AAHH San Pedrito



Fotografía 2.

Ampliación de AAHH San Pedrito



Fotografía 3.

Entrada de AAHH San Pedrito



Fotografía 4.

Inspección de la caseta de bombeo con la participación del operador encargado del sistema.



Fotografía 5.

Encuesta a pobladores de la manzana A del AAHH San Pedrito.



Fotografía 6.

Encuesta a pobladores de la manzana C del AAHH San P



Fotografía 7.

Encuesta a pobladores de la ampliación de AAHH San Pedrito.



Fotografía 8.

Llenado de SIRAS 2010 con entidad encargada (Municipalidad Distrital de Samanco)



Fotografía 9.

Caseta de bombeo.



Fotografía 10.

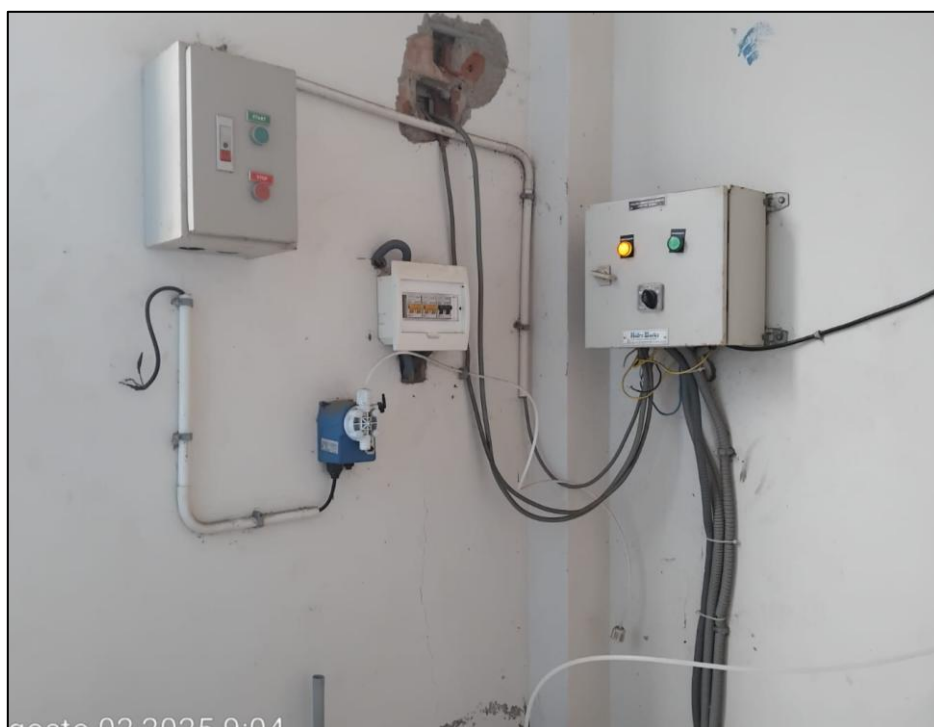
Equipo de bombeo



Electrobomba marca Hidrostral



Tableros eléctricos



Fotografía 13.

Sistema de cloración



Fotografía 14.

Bomba Dosificadora de Cloro



Fotografía 15.

Vista exterior del pozo.



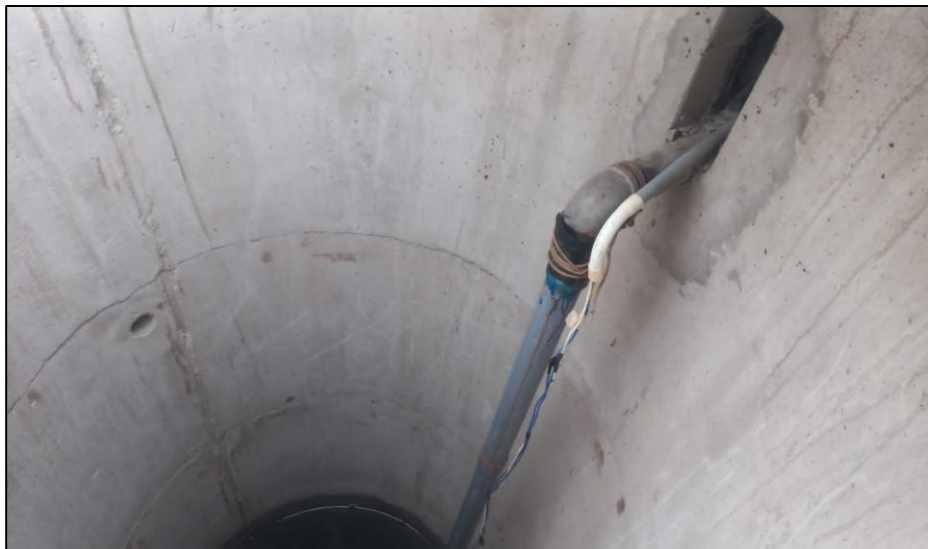
Fotografía 16.

Vista interior del pozo.



Fotografía 17.

Tubería de succión e ingreso a la estructura del pozo.



Fotografía 18.

Reservorio



Fotografía 19.

Levantamiento topográfico



Fotografía 20.

Verificación de una conexión domiciliar de agua potable.



Fotografía 21.

Verificación en campo del flujo de agua en una conexión domiciliar de manzana C.



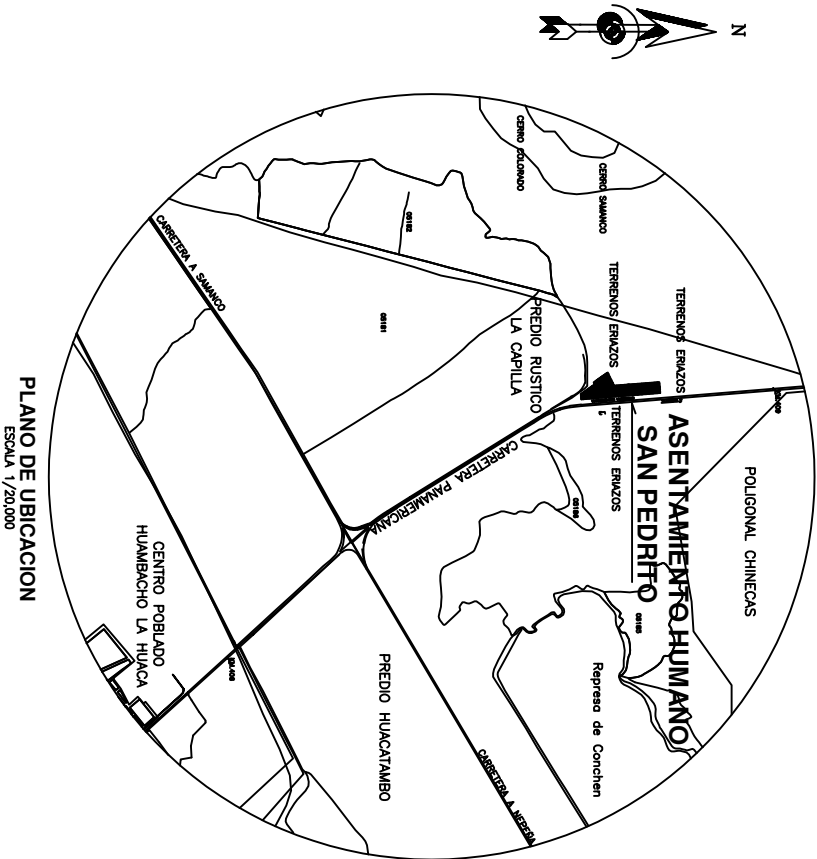
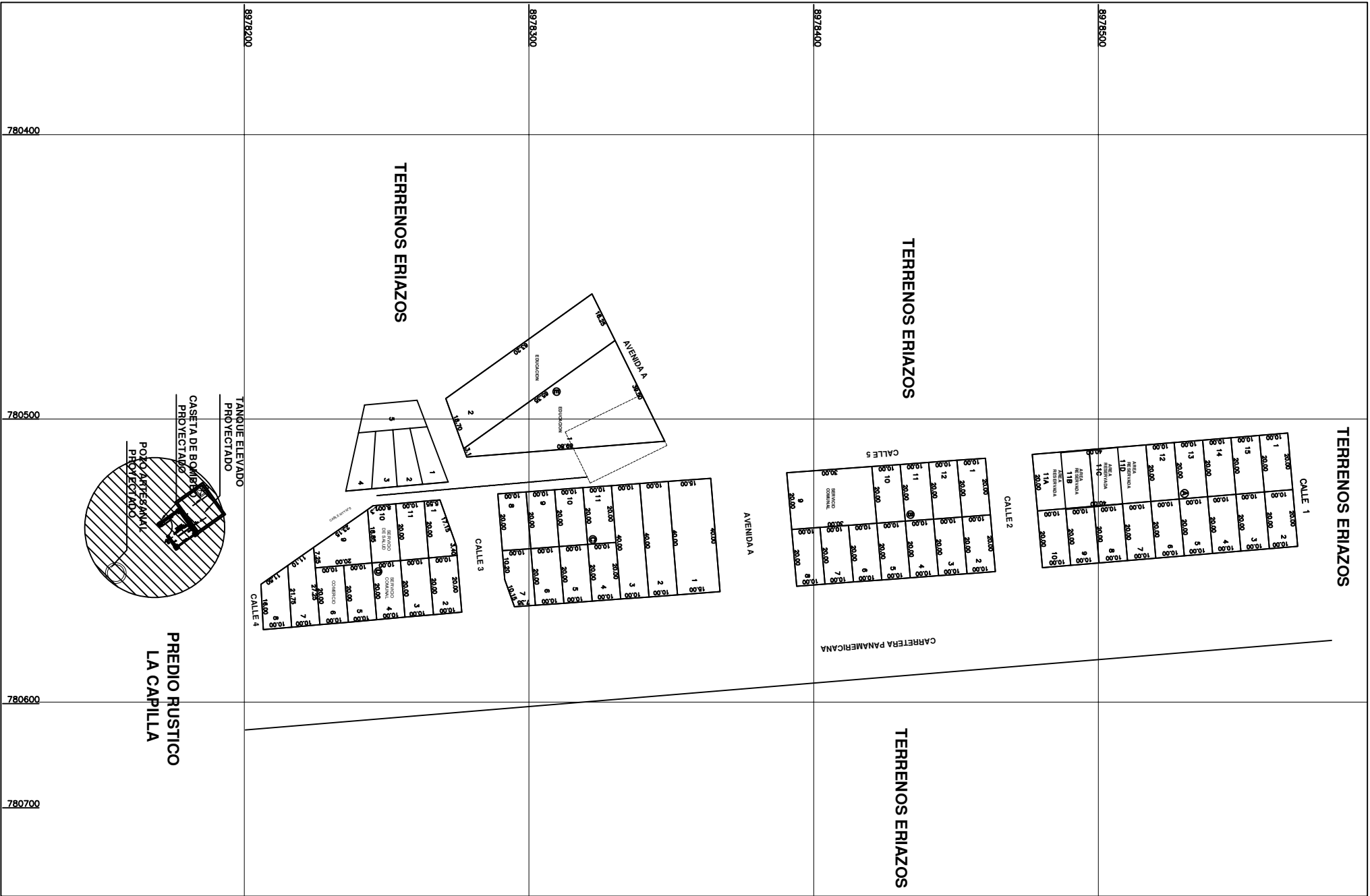
Fotografía 22.

Verificación en campo del flujo de agua en una conexión domiciliar de manzana A.



ANEXO N° 9:

PLANOS

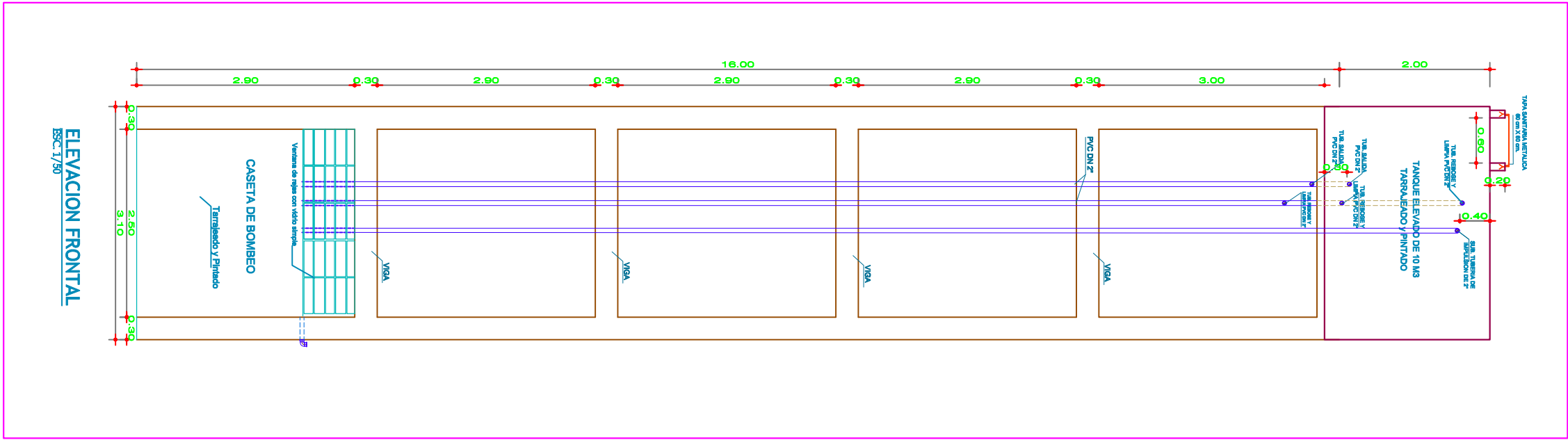
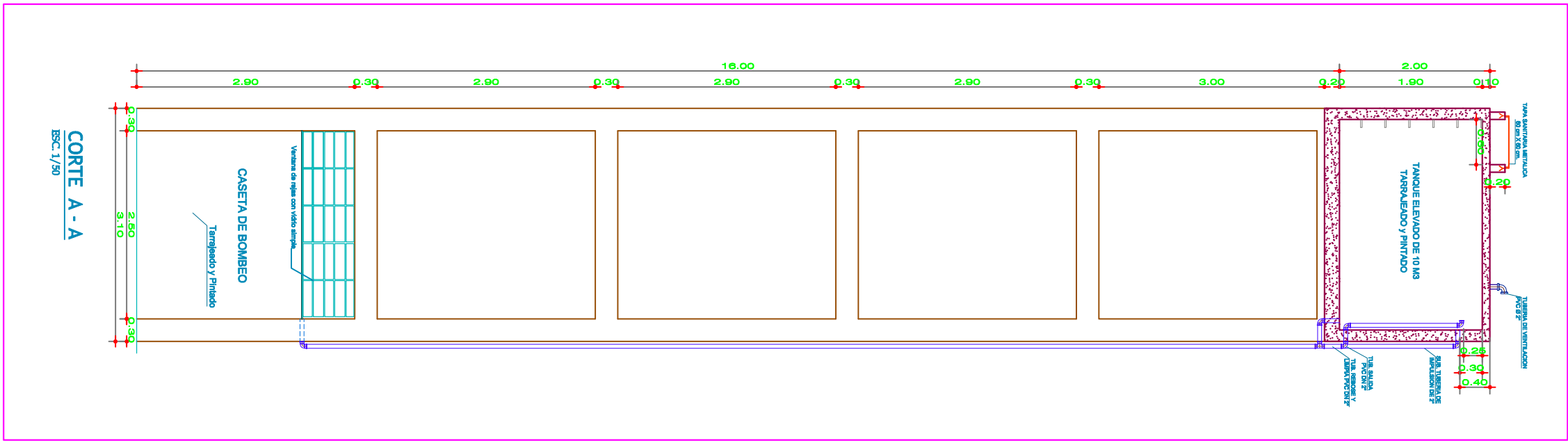
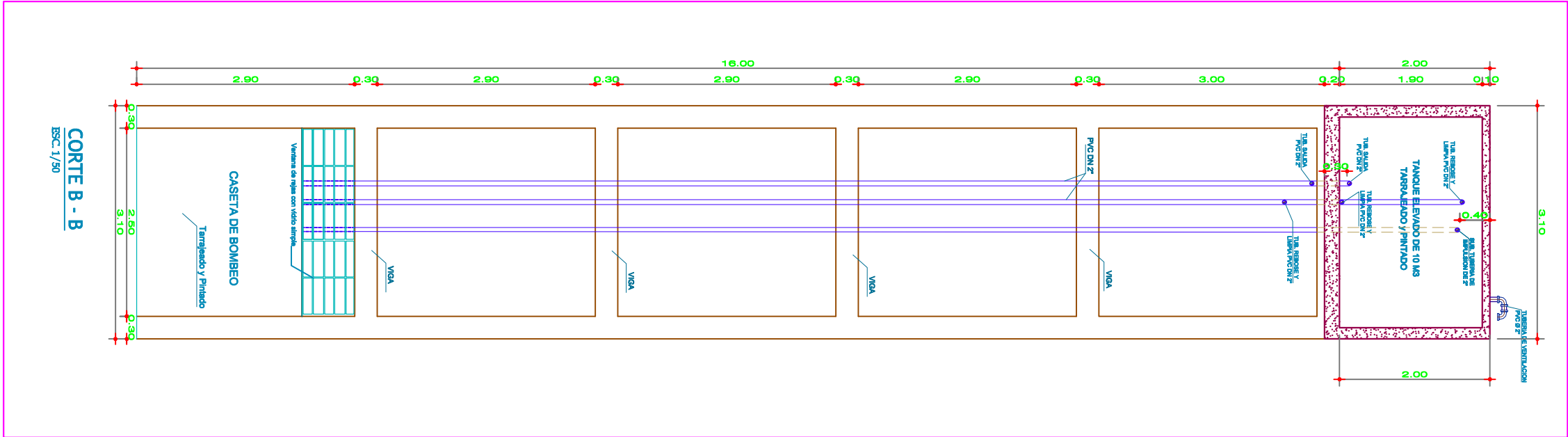
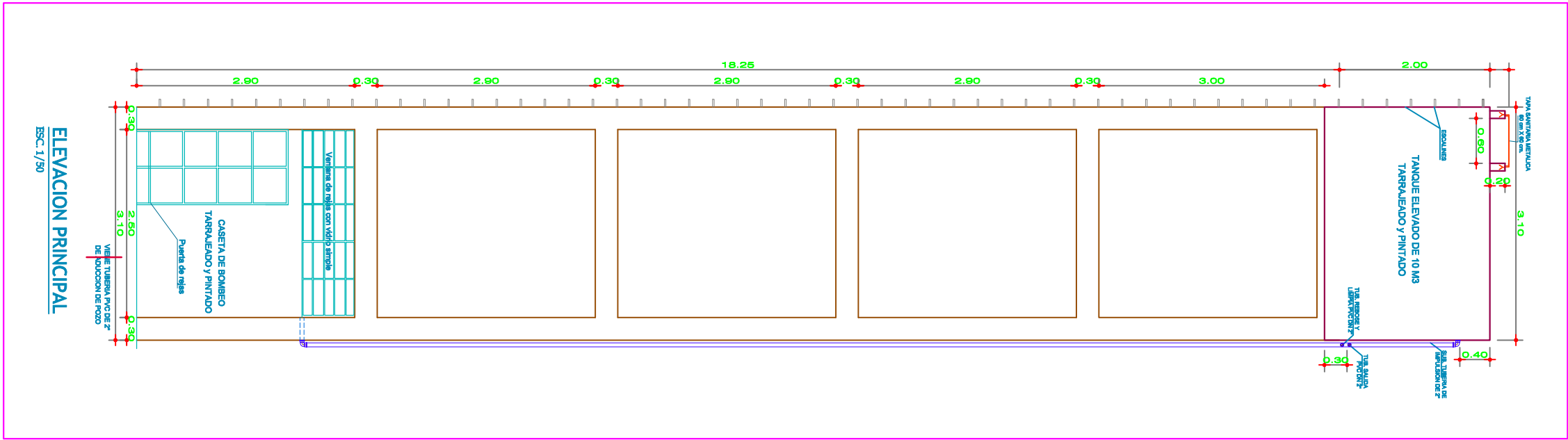


**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

TESIS: "EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO AGUA POTABLE EN ASENTAMIENTO HUMANO SAN PEDRITO, SAMANCO-SANTA-ANCASH,2025"

PLANO : UBICACION Y LOCALIZACION

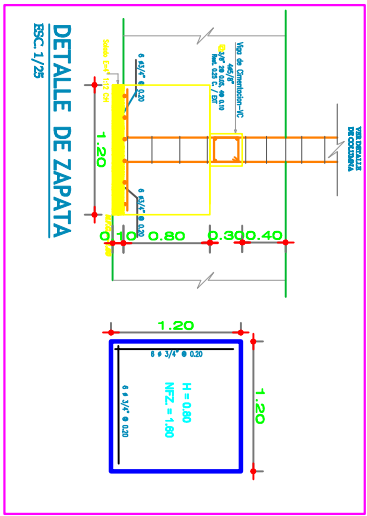
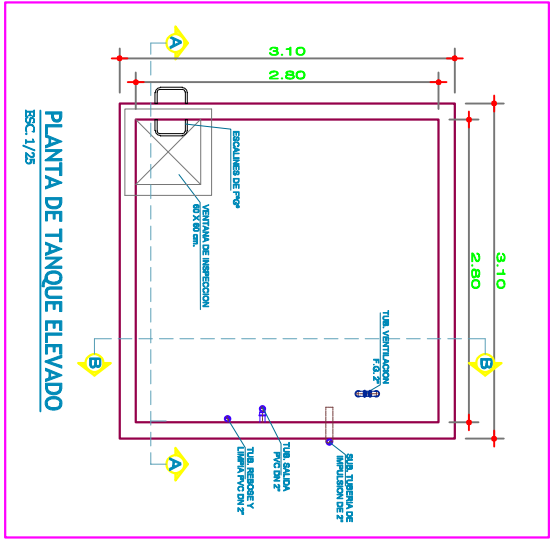
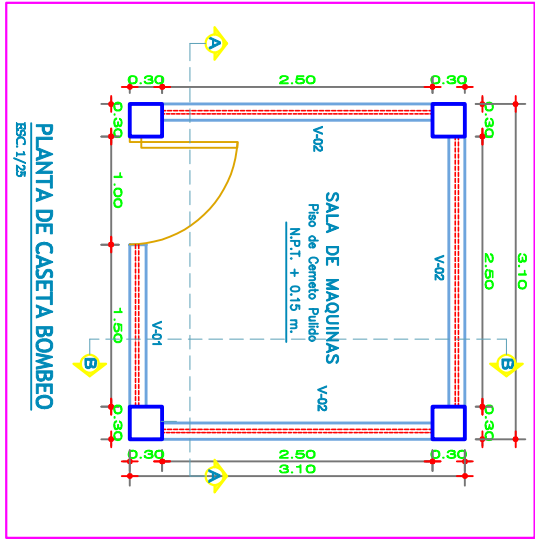
ALUMNO : POLO VASQUEZ NAYELI EDITH		DEPTO : ANCASH	LABOR :
ASesor: MS. ING. EDGAR GUSTAVO SPARROW ALAMO	ESCALA : 1/2500	PROF: DEL SANTA	T-01



CUADRO DE VANOS

PUERTAS			
TIPO	ANCHO	ALTO	OBSERV.
P01	1.00	2.20	MADERA CEDRO

VENTANAS					
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	OBSERV.	
VO1	1.50	0.70	2.20	METAL-VIDRIO	
VO2	2.50	0.70	2.20	METAL-VIDRIO	





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TESIS: "EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO AGUA POTABLE EN ASENTAMIENTO HUMANO SAN PEDRITO, SAMANCO-SANTA-ANCASH, 2025"

PLANO : ARQUITECTURA

TANQUE ELEVADO Y CASSETA DE BOMBEO

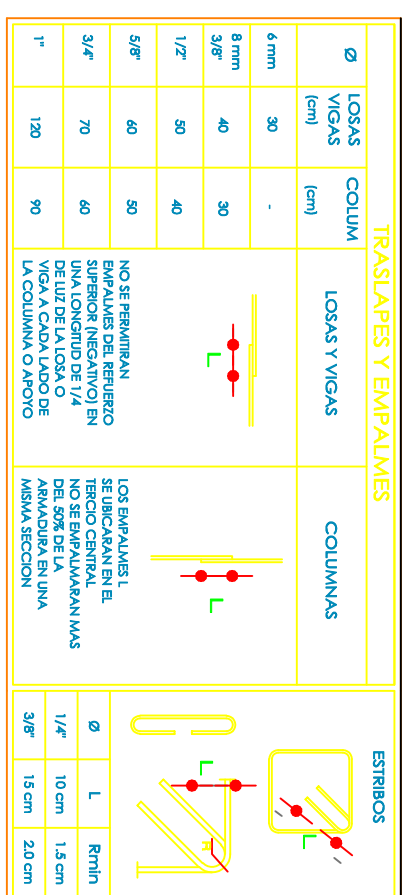
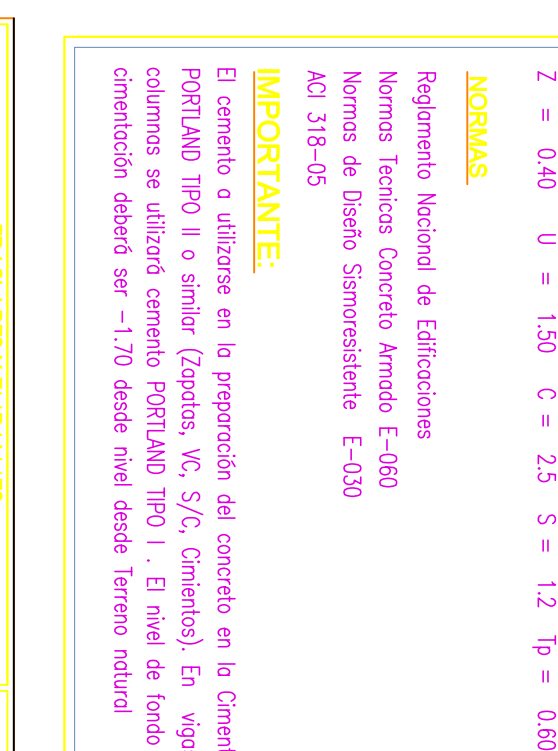
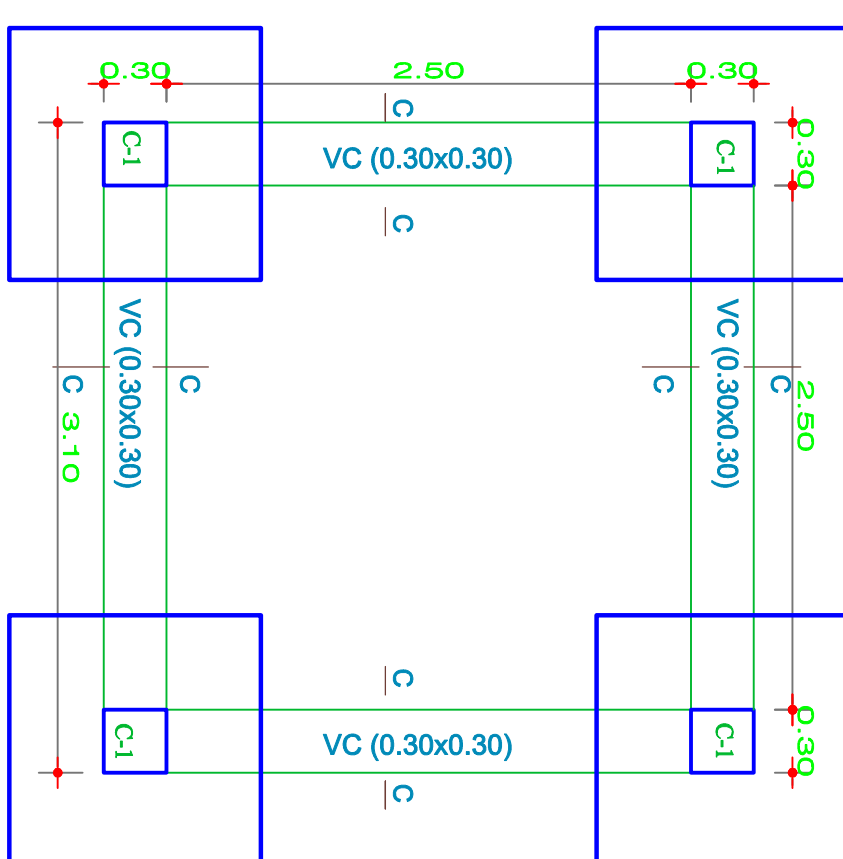
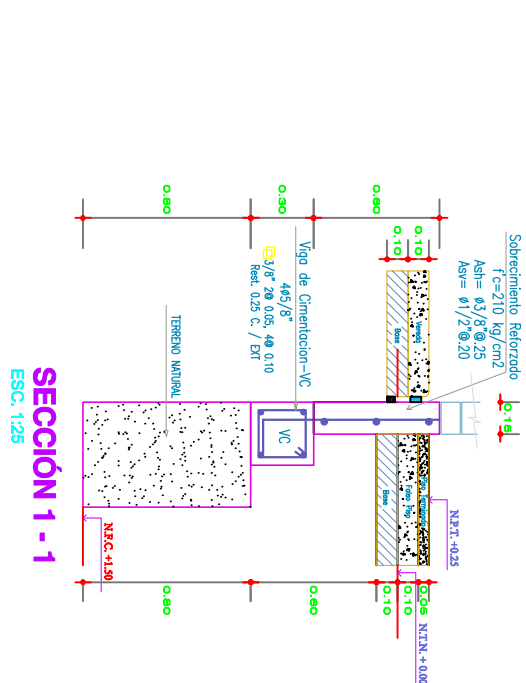
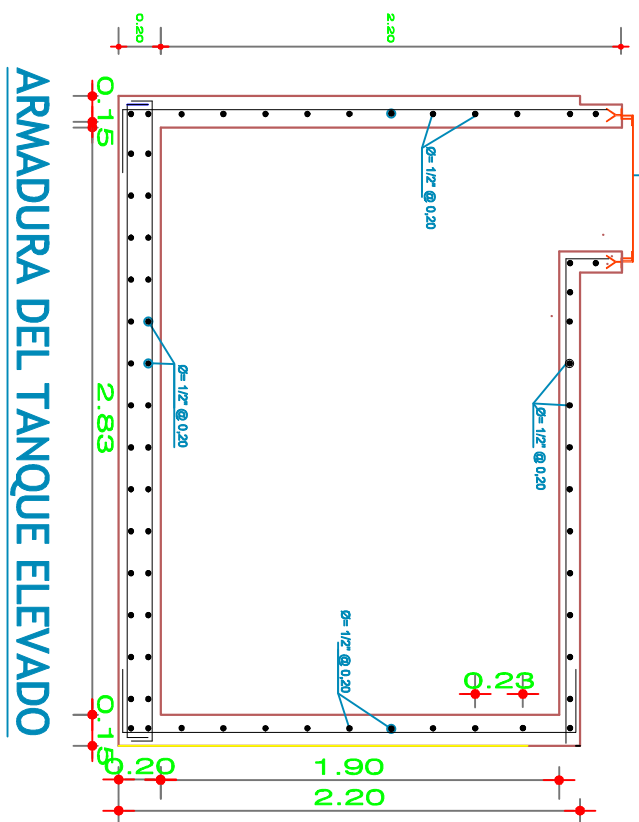
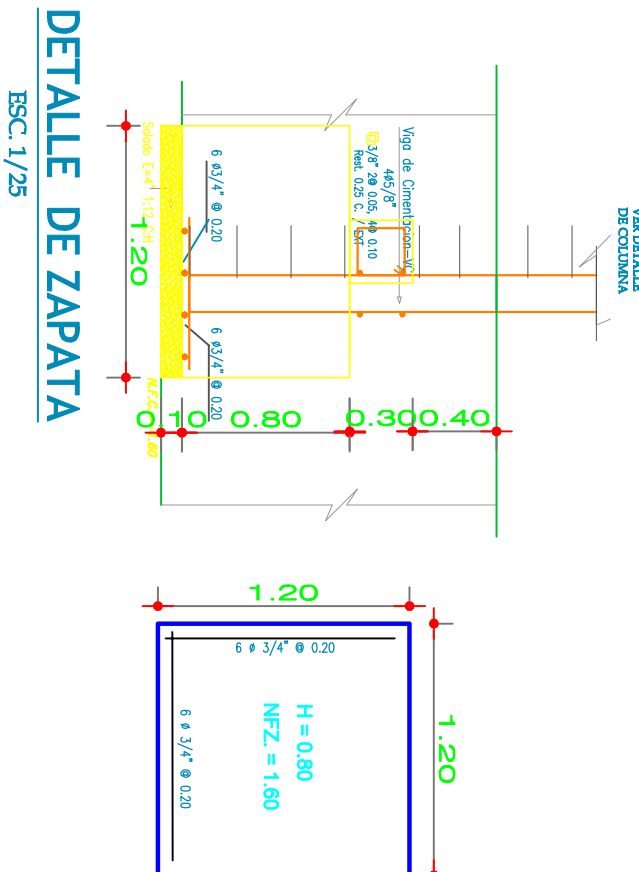
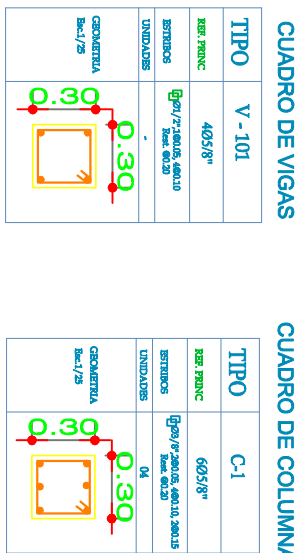
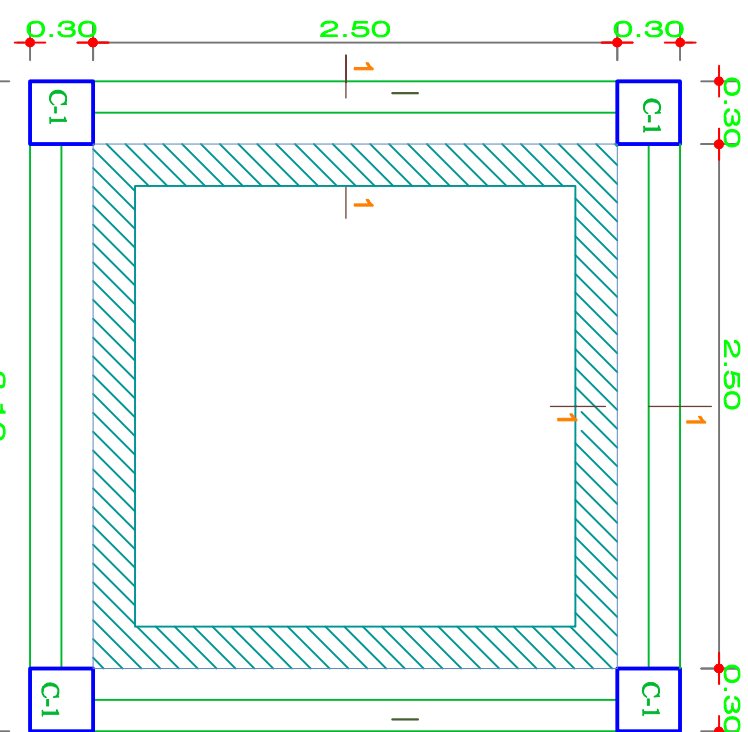
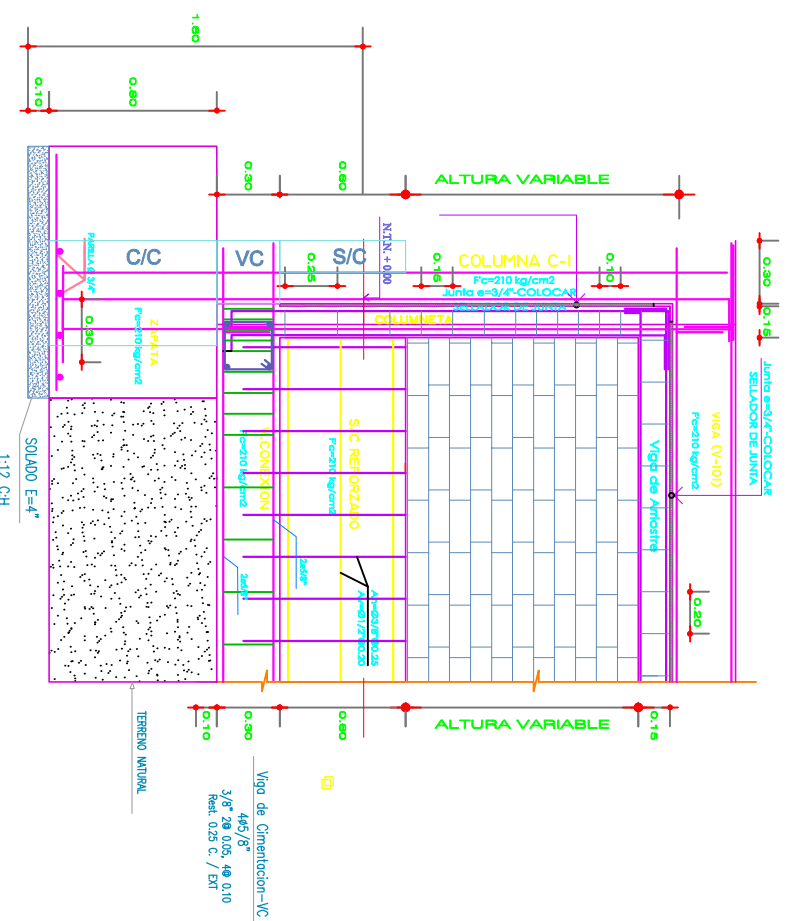
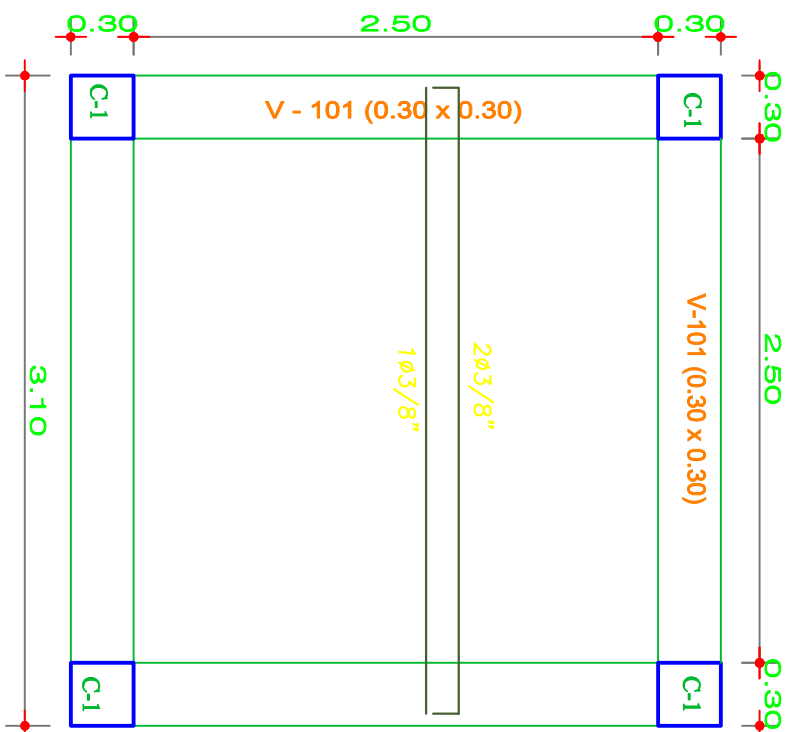
ALUMNO : POLO VASQUEZ NAYEL EDITH

ASesor: MS. ING. EDGAR GUSTAVO SPARROW ALAMO

PROF: DEL. SANTA

DEPT: SAMANCO

LÁMINA : T-02



CONCRETO:

Cimiento corrido	: 1:10 C:H + 30 % P.G.
Sobrecimiento	: 1:8 C:H + 25 % P.M.

Soldaos	: 1:12 C:
Falso piso	: 1:8 C:H

Concreto Armado :

Zapatas	: $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Vigas, columnas, losa aligerada, placas – Estructurales	: $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
	: $f'_s = 4750 \text{ kg/cm}^2$

Columnas y vigas de amarre

Sobrecimiento reforzado

REFUERZO:

En general : $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ (corrugado SIDERPERU)

TERRENO: 1.02 ha/ano e 1.00m Cofre al Estudio

de Mecánica de Suelos.

RECUBRIMIENTOS:

Zapatas

Column

Columnas y vigas de Confinamiento	: $r = 3.00$ cm.
Vigas VA	: $r = 3.50$ cm.
Vigas VP y S/C Reforz.	: $r = 4.00$ cm.

Losas

TABQUERIA

El ladrillo para tabiquería será K-K tipo IV, 18 huecos de 9x13x24cm con mortero C:A 1:4 ; f'm=40 Kg/cm²

PARAMETROS DE DISEÑO

$$Z = 0.40 \quad U = 1.50 \quad C = 2.5 \quad S = 1.2 \quad T_p = 0.60$$

NORMAS

Reglamento Nacional de Edificaciones

Normas Técnicas Concreto Armado E-060

Normas de Diseño Sísmoresistente E-030

ACI 318-05

IMPORTANT:

El cemento u utilizarse en la preparación del concreto en la Cimentación será PORTLAND TIPO II o similar (Zapatas, VC, S/C, Cimientos). En vigas, losas, columnas se utilizará cemento PORTLAND TIPO I. El nivel de fondo de cimentación deberá ser -1.70 desde nivel desde Terreno natural

TESIS: "EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO AGUA POTABLE EN ASENTAMIENTO HUMANO SAN PEDRITO, SAMANCO-SANTA-ANCAASH, 2025"

PLANO :

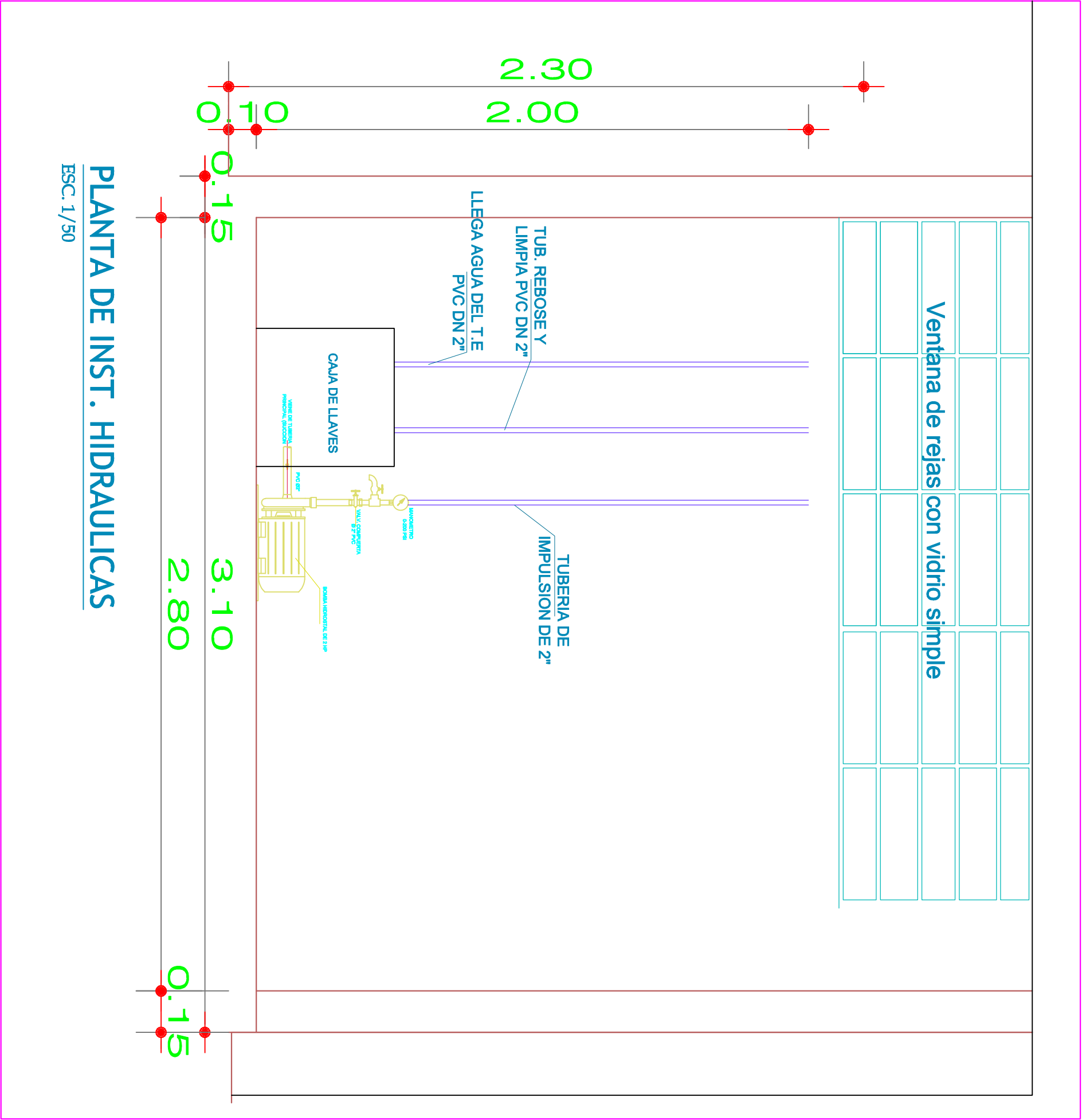
ESTRUTURA

TANQUE ELEVADO-CASETA DE BOMBEO

ALUMNO :
POLO VASQUEZ NAYELI EDITH

ASesor:	MS. ING. EDGAR GUSTAVO SPARROW ALAMO	ESCALA :	1/50
DEL SANTO		DIST:	SAMANCO

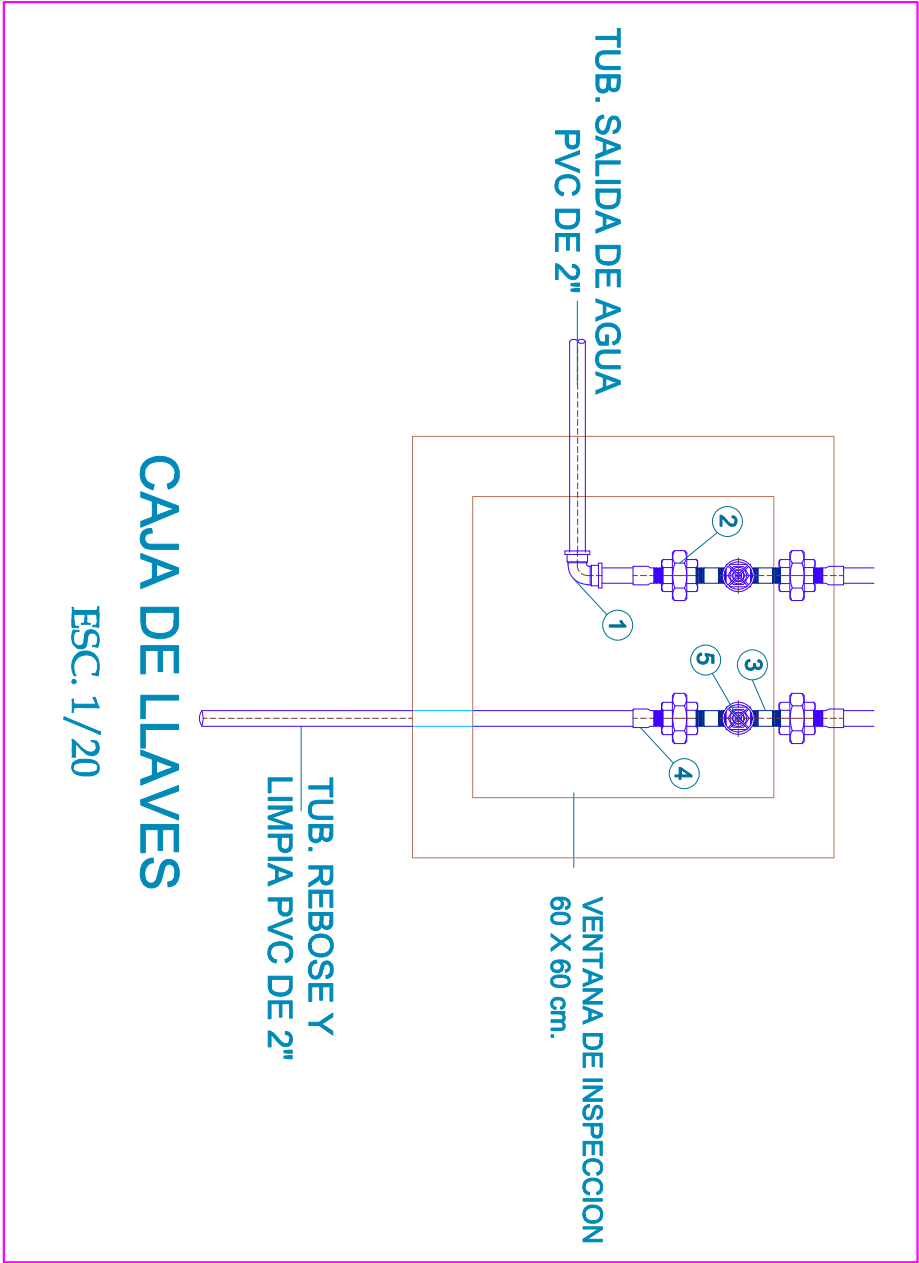
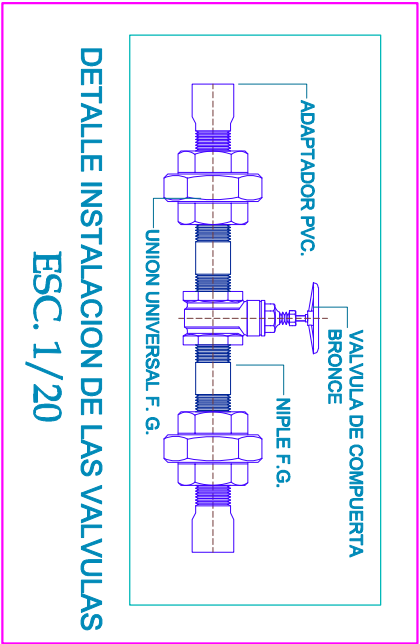
T-03



PLANTA DE INST. HIDRAULICAS

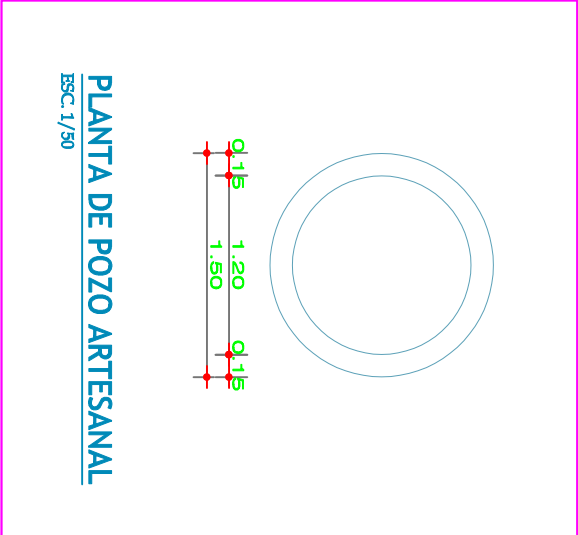
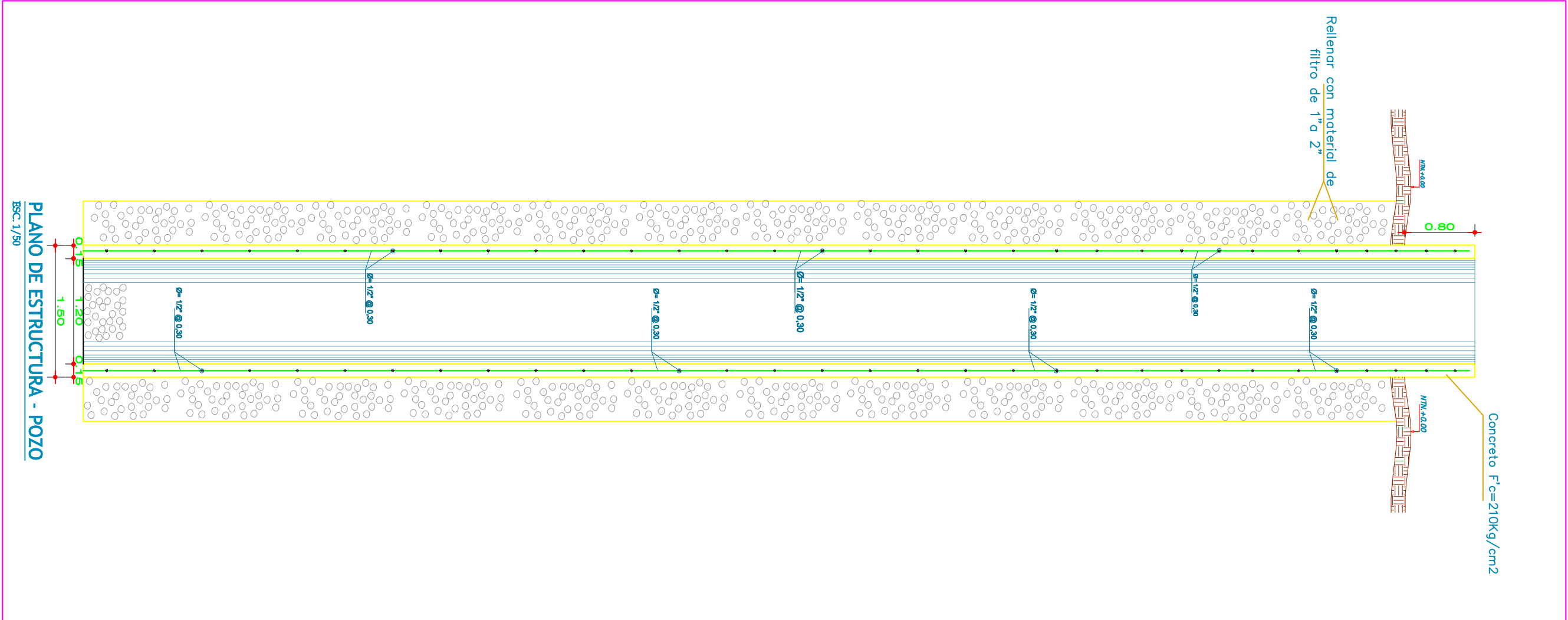
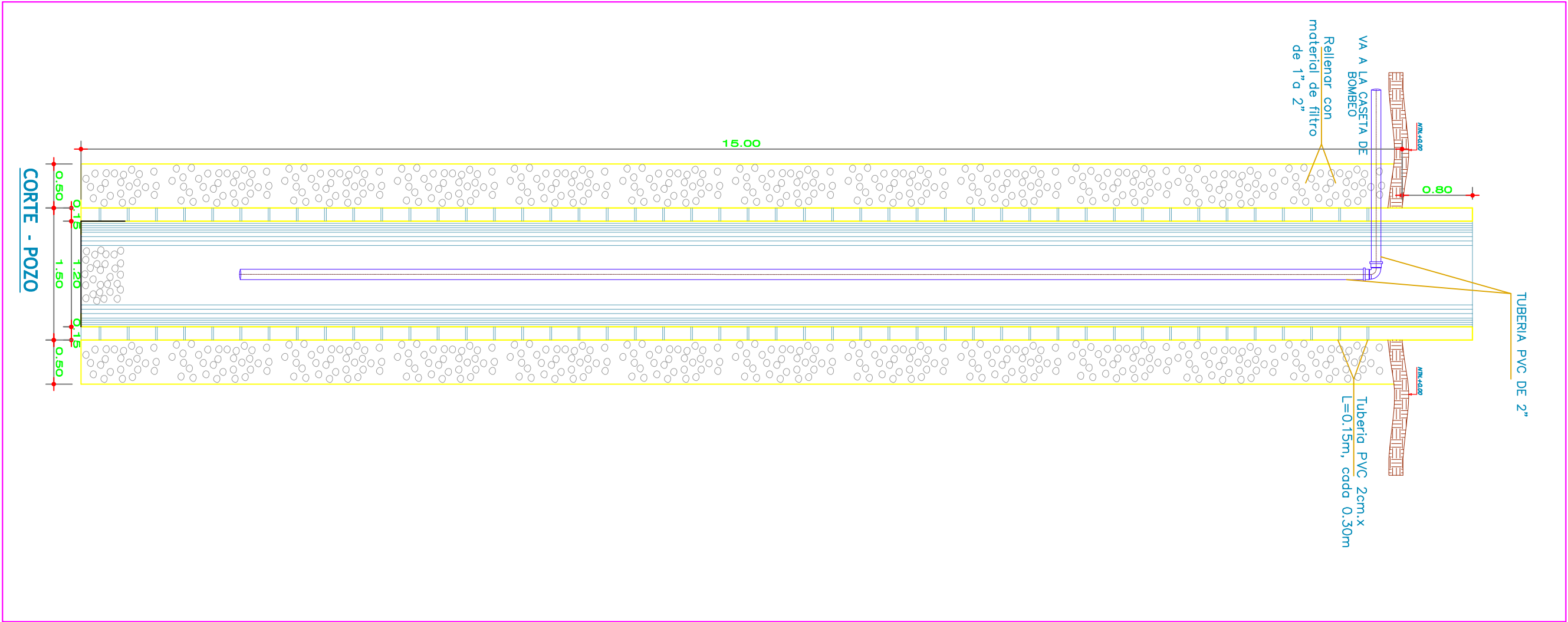
ESC. 1/50

ACCESORIOS		
ITEM	DESCRIPCION	CANT.
1	CODO PVC DN DE 2"/90°	1
2	UNION UNIVERSAL F" G" DN DE 2"	4
3	NIPLE F" G" DN DE 2"	4
4	ADAPTADOR PVC DN DE 2"	1
5	VALV. COMP. BRONCE DN DE 2"	2

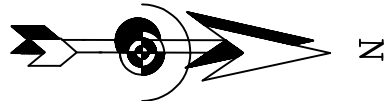


CAJA DE LLAVES

ESC. 1/20



ESPECIFICACIONES TECNICAS	
1.00 CONCRETO:	
CONCRETO ARMADO:	
Muros de Pozo	
2.00 ACERO DE REFUERZO:	
Fierro Corrugado $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$	
3.00 NORMAS:	
Normas Técnicas de Concreto Armado E-060	
Normas Técnicas Albañilería E-070	$f'_c=210\text{kg/cm}^2$
Normas Diseño Sismoresistente E-030	
A.C.I. 2000	
NOTAS:	
El Cemento a utilizar en la preparacion del concreto sera Portland Tipo M/S	



MANZANA	LOTES	AREA m2
A	15	3600.00
B	12	2799.90
C	11	2987.00
D	11	2248.40
E	2	2535.40
TOTAL (5)	51	14170.70

CUADRO DE RESUMEN POR MANZANAS

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA PVC AGUA POTABLE PROYECTADO
	VALVULA P" Fdo. PROYECTADA
	TEE PVC PROYECTADA
	CODOS PVC 90° PROYECTADOS
	GRIFO CONTRA INCENDIO PROYECTADO
	REDUCCION PVC PROYECTADA
	COTAS



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TESIS: "EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO AGUA POTABLE EN ASENTAMIENTO HUMANO SAN PEDRITO, SAMANCO-SANTA-ANCASH,2025"

PLANO : RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

AUTUNO : POLO VASQUEZ NAYELI EDITH

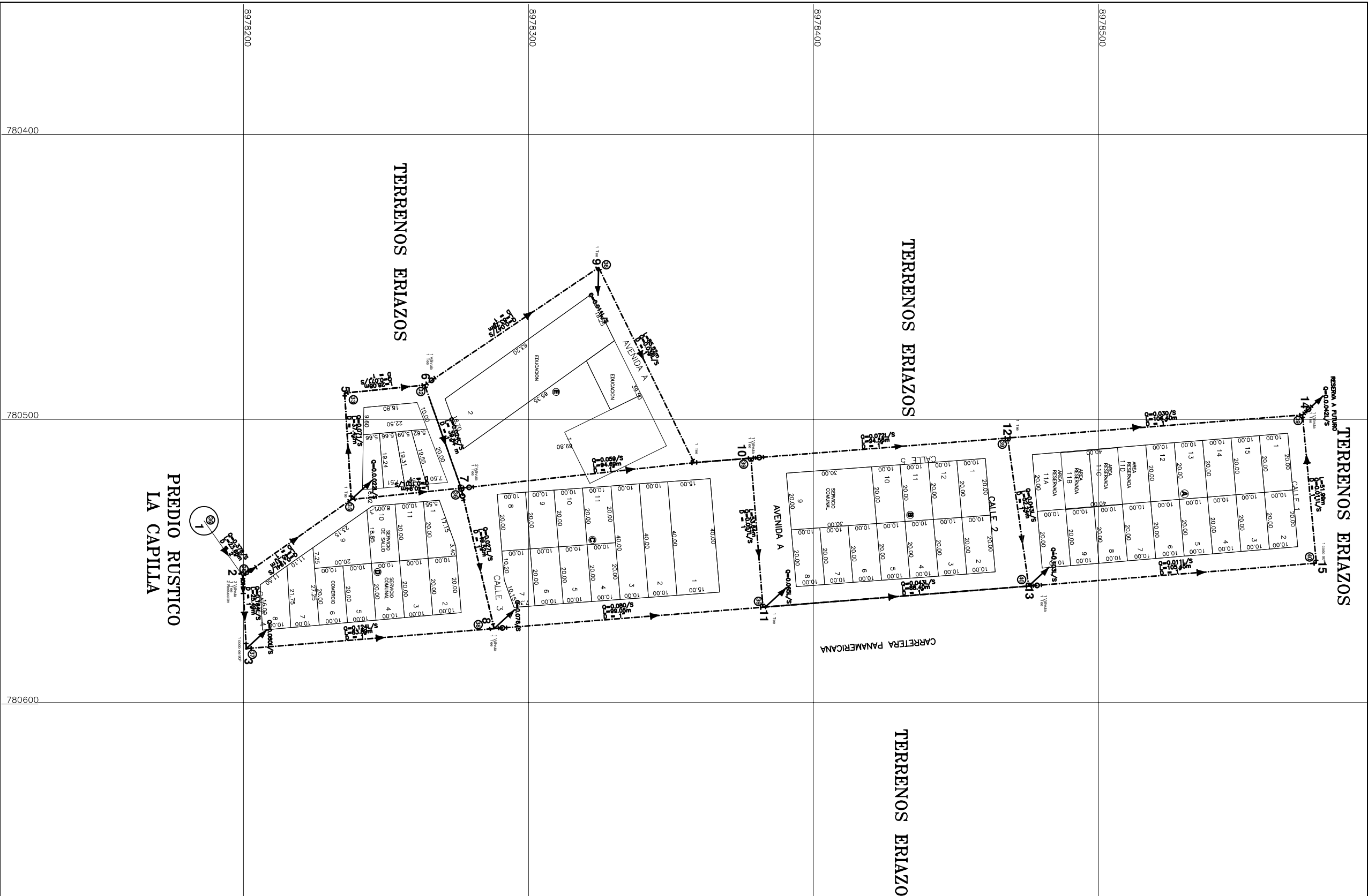
ASROB: MS. ING. EDGAR GUSTAVO SPARROW ALAMO

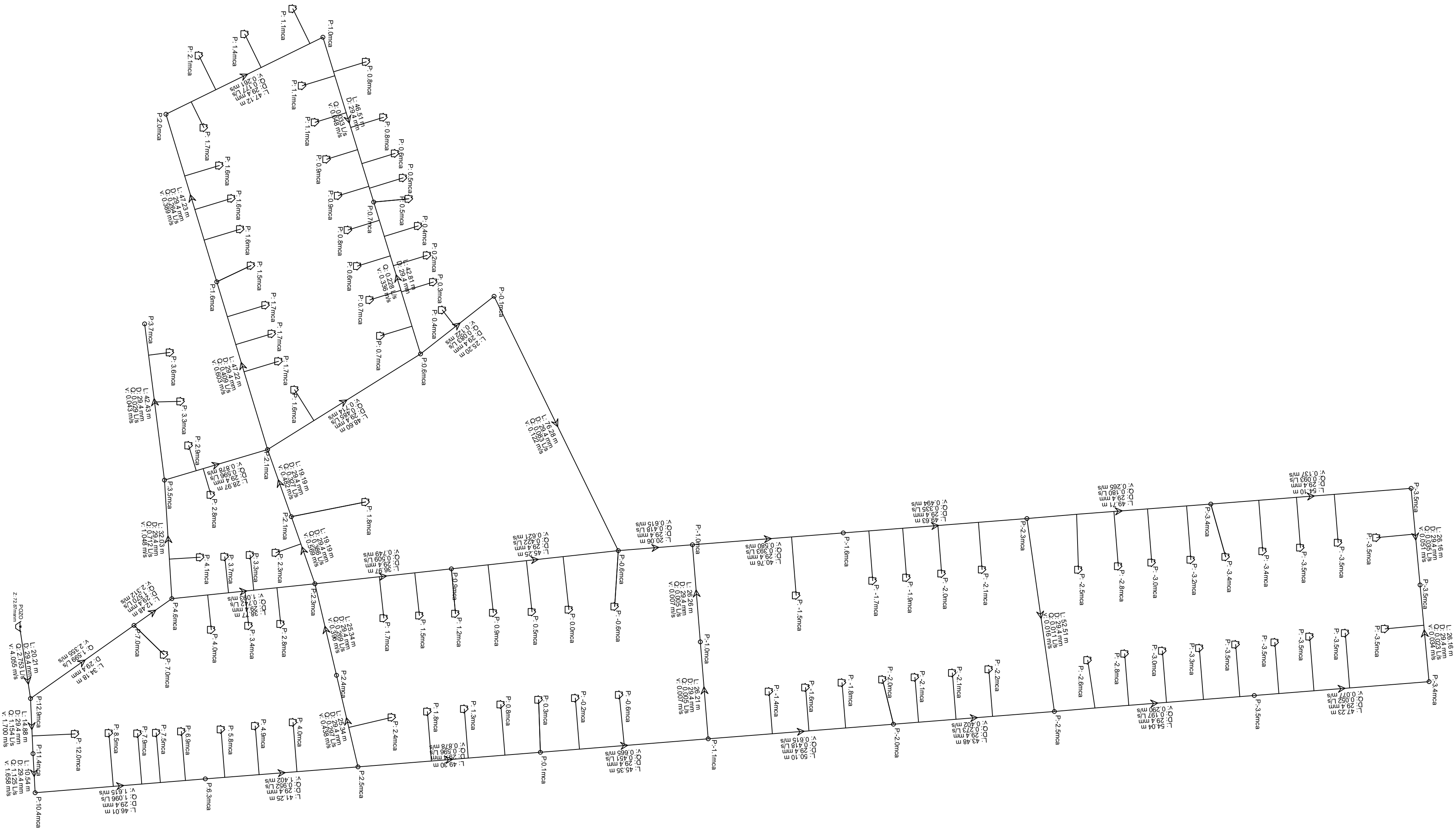
PROV: DEL SANTA

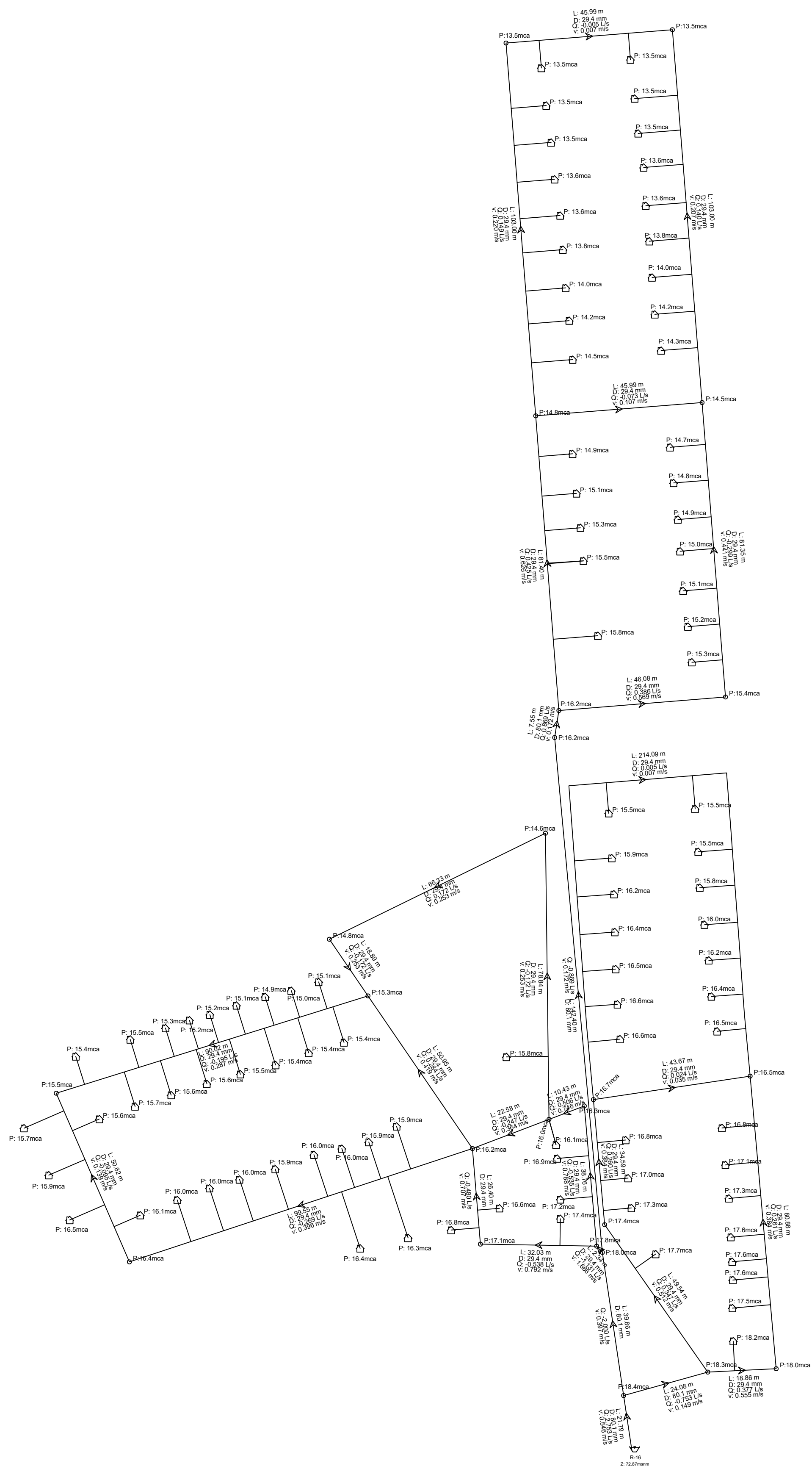
ESCALA : 1/2500

DIST: SAMANCO

LAMINA : T-06







UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TESIS: "EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO AGUA POTABLE EN ASENTAMIENTO HUMANO SAN PEDRITO, SAMANCO-SANTA-ÁNCASH,2025"

PLANO : **MODELAMIENTO DE PROPUESTA**

ALUMNO : **POLO VASQUEZ NAYELI EDITH**

DPTO : **ANCASH**

LAMINA :

ASESOR: **MS. ING. EDGAR GUSTAVO SPARROW ALAMO**

ESCALA : **1/2500**

PROV: **DEL SANTA**
DIST: **SAMANCO**

T-09