

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

UCC_MATAGALPA



Coordinación de Ingenierías e Informática

Proyecto de Graduación

Tema:

“Ampliación de sistema de agua potable por gravedad para el barrio La Fe, mediante la aplicación de NTON 09 007-19 en la ciudad de Rio Blanco, departamento de Matagalpa, durante el II semestre de 2025”

Elaborado por:

Br. Bellorín Blandón Wilmer José

Br. Ramos Manzanares Pablo Antonio

Br. Treminio Villavicencio Andryx Leodel

Tutor Técnico Metodológico:

Ing. Christopher Vargas Lumbi

Fecha: Noviembre 2025

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

UCC_MATAGALPA



Coordinación de Ingenierías e Informática

Proyecto de Graduación

Tema:

“Ampliación de sistema de agua potable por gravedad para el barrio La Fe, mediante la aplicación de NTON 09 007-19 en la ciudad de Rio Blanco, departamento de Matagalpa, durante el II semestre de 2025”

Elaborado por:

Br. Bellorín Blandón Wilmer José

Br. Ramos Manzanares Pablo Antonio

Br. Treminio Villavicencio Andryx Leodel

Tutor Técnico Metodológico:

Ing. Christopher Vargas Lumbi

Fecha: Noviembre 2025

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

CAMPUS MATAGALPA



UCC

COORDINACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto de Graduación

AVAL DEL DOCENTE

Ing. Christopher Vargas Lumbi tiene a bien:

CERTIFICAR

Que el proyecto final titulado: ***“Ampliación de sistema de agua potable por gravedad para el barrio La Fe, mediante la aplicación de NTON 09 007-19 en la ciudad de Río Blanco, departamento de Matagalpa, durante el II semestre de 2025”***, elaborado por los estudiantes **Br. Wilmer José Bellorín Blandón**, **Br. Pablo Antonio Ramos Manzanares** y **Br. Andryx Leodel Treminio Villavicencio** ha sido debidamente dirigido y supervisado por el suscrito, en cumplimiento de los lineamientos académicos establecidos por la Universidad de Ciencias Comerciales (UCC), sede Matagalpa.

Verificado que el referido proyecto cumple con los **requisitos académicos, metodológicos y técnicos** establecidos por la normativa institucional vigente, se **autoriza su presentación y defensa** ante el tribunal evaluador correspondiente.

Para los fines que estime pertinentes, se extiende la presente en la ciudad de **Matagalpa**, a los **tres días del mes de noviembre del año dos mil veinticinco**.

Ing. Christopher Vargas Lumbi

Tutor Técnico y Metodológico

Agradecimiento

Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades te das cuenta por su magnitud que hubiese sido imposible sin la participación de personas e instituciones que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término.

Agradeciendo de manera especial y sincera al ingeniero y docente Christopher Vargas Lumbi por ayudarnos a realizar esta tesis bajo su dirección. Su apoyo y confianza en nuestro trabajo y su capacidad para guiar nuestras ideas ha sido un aporte invaluable.

Al ingeniero Julio Ramos García, Técnico Hidráulico, por su apoyo desde el inicio de este trabajo, quien con su orientación y rigurosidad ha sido clave en nuestro proceso como ingenieros.

Al ingeniero Ramiro Molinares por su gran apoyo y seguimiento en coordinación, a lo largo de esta etapa de nuestra vida universitaria, quien siempre fue un amigo respetable para nosotros.

A la Universidad de Ciencias Comerciales UCC-MATAGALPA la cual nos abrió sus puertas para formarnos de manera integral y crecer como personas para ser profesionales capaces de afrontar las pruebas que se nos presenten.

A todas las personas que me acompañaron en todo este tiempo les agradezco por este logro.

Andryx Treminio

Wilmer Bellorín

Pablo Ramos

Dedicatoria

Dedico este trabajo a **Dios**, por ser luz en los momentos oscuros, por sostenerme cuando casi me caí, y por recordarme que cada paso tiene propósito cuando se camina con fe.

A **mis Padres Leonel y Yansy**, por su amor incondicional, por enseñarme a mirar el mundo con responsabilidad, y por ser el pilar firme que me ha sostenido en cada etapa de este camino.

A **mi Hermano Axel**, porque en presencia y en ausencia siempre me ayudó a no limitarme, y una parte de suya siempre va a vivir conmigo allá donde quiera que vaya, este logro es de ambos allá donde se encuentre.

A **mis Hermanos Leonel y Angie**, por ser una motivación, por todas las batallas que hemos peleado juntos, y por estar presentes, aún en la distancia, con cariño y complicidad.

A **mi Mejor Amiga Alexa**, por estar ahí siempre que lo necesité, por su lealtad que no la encontrare en ningún otro lugar y por ser ese lugar seguro en los días difíciles, sosteniéndome con afecto y verdad.

A **mi Tutor Christopher Lumbi**, por su paciencia, por su mirada crítica y por enseñarme a hilar lo técnico con lo humano. Gracias por confiar en mi proceso y acompañarme con respeto y compromiso.

A **mis Compañeros Wilmer, Pablo, Jarling y Christian**, por haber sido hermanos en esta etapa de nuestras vidas. Siempre seremos nosotros contra todo y todos.

Por siempre y para siempre,

Andryx Treminio

Dedicatoria

Dedico esta culminación de estudios primeramente a Dios por guiarme, darme sabiduría, inteligencia y por permitirme culminar esta etapa de mi vida como profesional.

A mis padres, por ser el pilar incondicional en cada etapa de mi vida, por su apoyo, valores y sacrificios que han sido la base sobre la cual construí cada uno de los logros que hoy celebro. Por su amor, su confianza y por enseñarme el valor del esfuerzo.

A mis docentes, por enseñarme y guiar mi formación con paciencia, dedicación, exigencia y compromiso dejaron una huella imborrable en mi formación con cada clase, cada proyecto, y cada consejo que han contribuido a moldear mis pensamientos críticos y mi vocación como futuro ingeniero civil. Cada enseñanza recibida fue una herramienta valiosa en este camino.

A mis compañeros, por compartir conmigo no solo el aula, sino también los desafíos, planos, desvelos, cálculos, aprendizajes y momentos que hoy se convierten en recuerdos inolvidables. Gracias por caminar a mi lado en esta etapa desafiante, por la colaboración, el compañerismo y las experiencias que hicieron de este recorrido sea algo único.

A todos ustedes, les dedico mi más profundo agradecimiento por haber sido parte fundamental y esencial en la construcción de este logro.

Wilmer Bellorín

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta meta tan importante de mi vida.

También de manera muy especial a mis padres, por su amor incondicional, sus consejos y sacrificios que también formaron parte de este proceso, que han sido el motor y la inspiración de cada paso que doy.

A mis amigos y compañeros, por compartir tiempo y alegrías, aprendizajes, y experiencias que enriquecieron este camino.

Ya te lo he ordenado, se fuerte y valiente, no tengas miedo ni te desanimes, por que el señor tu Dios te acompañara donde quieras que vayas. Josué 1:9

Pablo Ramos

Índice de Contenido

RESUMEN & ABSTRACT	a
Resumen	a
Palabras Clave	a
Abstract.....	b
Keywords.....	b
INTRODUCCION	1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Antecedentes y Contexto del Problema	2
1.1.1 Antecedentes Internacionales	2
1.1.2 Antecedentes Nacionales.....	3
1.1.3 Antecedentes locales	4
1.2 Objetivos del Proyecto	6
1.2.1 Objetivo General	6
1.2.2 Objetivos Específicos	6
1.3 Descripción del Problema	7
Preguntas de Investigación.....	8
1.4 Justificación	9
1.5 Alcance y Limitaciones del Proyecto.....	10
1.5.1 Alcance del Proyecto.....	10
Limitaciones.....	11
CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL	12
2.1 Estado del Arte	12
2.2 Marco Teórico y Conceptual	14
2.2.1 Definición del Agua.....	14

2.2.2 Condiciones de Acceso al Agua	14
2.2.3 Demanda.....	15
2.2.4 Condición Socioeconómica	17
2.2.5 Funcionamiento Hidráulico.....	18
2.2.6 Normativa Aplicada	23
2.2.7 Almacenamiento.....	24
2.2.8 Red de Distribución	26
2.2.9 Costo del Sistema	32
2.2.10 Documentación técnica	42
2.3 Marco legal	43
2.3 Marco Institucional.....	49
CAPITULO III: DISEÑO METODOLOGICO	54
3.1 Tipo de Investigación y Proyecto	54
3.2 Área de Estudio: macro y micro localización	55
3.2.1 Macro localización.....	55
3.2.2 Microlocalización	56
3.3 Unidades de análisis: Población y Muestra	59
3.3.1 Población	59
3.3.2 Muestra	60
3.3.3 Tipo de muestreo.....	60
3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos	61
3.5 Confiabilidad y validez de los instrumentos	62
3.5.1 Confiabilidad de los Instrumentos	63
3.6 Procesamiento de datos y análisis de información	64
3.6.1 Encuesta a Pobladores	64

3.7 Tabla de Operacionalización de las Variables.....	66
CAPITULO IV: PROYECTO	69
Parte 1. Diagnóstico del Proyecto	69
I. Aspectos Generales.....	69
II. Agua Potable y Saneamiento Urbano	70
Parte 2. Identificación del Proyecto	73
I. Identificación del Proyecto	73
Parte 3. Formulación del Proyecto.....	86
I. Análisis de la Demanda.....	86
II. Análisis de la Oferta	98
III. Balance Oferta y Demanda	101
Parte 4. Evaluación del Proyecto.....	116
I. Aspectos Generales	116
II. Instalación de Servicio de Agua Potable	116
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACION	120
CAPITULO VI: RECOMENDACIONES	122
Bibliografía	123
Anexos	130

Índice de Tablas

Tabla 1 - Publicaciones en bases de datos científicas	12
Tabla 2 - Tabla de principales teorías y contribuyentes a la línea de investigación ...	13
Tabla 3 - Parámetros según la normativa.....	28
Tabla 4 - Marco Legal.....	44
Tabla 5 : Resultado Obtenido de Ecuación 5	59
Tabla 6 - Técnicas de Recolección de Datos	61

Tabla 7 - Tabla de Operacionalización de las Variables	66
Tabla 8 - Acciones identificadas para los Medios.....	84
Tabla 9 - Dotaciones de Agua para Poblaciones Dispersas.....	89
Tabla 10 - Resultados Consumo Promedio Diario	90
Tabla 11 - Resultados Consumo Máximo Día	92
Tabla 12 - Resultados Consumo Máxima Hora.....	93
Tabla 13 - Libreta de Campo de Levantamiento Topográfico	94
Tabla 14 - Proyecciones de Consumo	96
Tabla 15 - Resultados de Presiones Máximas y Mínimas.....	97
Tabla 16 - Tabla de pruebas de presión	99
Tabla 17 - Alternativas de Solución	101
Tabla 18 - Presupuesto	105
Tabla 19 - Alcance de Proyecto	107
Tabla 21 - Estado de Flujo de Efectivo – Agua Potable	117

Índice de Figuras

Figura 1 - Mapa de Macrolocalización.....	55
Figura 2 - Mapa de Micro localización	56
Figura 3 - Foto Satelital del Barrio La Fe.....	57
Figura 4 - Resumen de Procesamiento SPSS	63
Figura 5 - Gráfico de Barras – Alfa de Cronbach.....	64
Figura 6 - Sistema de Abastecimiento por Gravedad	72
Figura 7 - Esquema de Diagnostico de Área de Influencia	73
Figura 8 - Barrio la Fe, Esquema con proyecto de abastecimiento	74
Figura 9 - Comunidades de Rio Blanco.....	75
Figura 10 - Bosque de Rio Blanco, Matagalpa	77
Figura 11 - Cerro Musun, Rio Blanco	78
Figura 12 - Árbol de Causas.....	79
Figura 13 - Árbol de Efectos.....	80
Figura 14 - Árbol de Medios	82
Figura 15 - Árbol de Fines	83

Figura 16 - Alternativas de Solución.....	85
Figura 17 - Levantamiento Topográfico en Sitio	93
Figura 18 - Prueba hidráulica en Fuente	98
Figura 19 - Isométrico del Tanque	100
Figura 20 - Pregunta 3 - ¿Cuál es su nivel máximo de educación?	110
Figura 21 - Pregunta 4 - ¿Cuál es su situación laboral actual?	110
Figura 22 - Pregunta 5 – ¿Cuál es el ingreso mensual en su hogar?	111
Figura 23 - Pregunta 6 - ¿Cuál es su fuente de abastecimiento de agua potable?..	111
Figura 24 - Pregunta 5 - ¿Reorganizo mis actividades diarias con frecuencia debido al agua?	112
Figura 25 - Pregunta 6 - ¿La Comunidad Participa en Reuniones Relacionadas al Manejo del Servicio de Agua?	113
Figura 26 - Pregunta 12 – ¿Creo que el proyecto reducirá mis gastos mensuales en transporte y almacenamiento de Agua?	114
Figura 27 - Pregunta 13 - ¿Estoy dispuesto a participar en talleres de capacitación sobre uso, cuidado y ahorro de agua?	115
Figura 28 - Beneficios Sociales del proyecto de Instalación de Servicio de Agua Potable	118
Figura 29 - Resultados de los Beneficios Sociales.....	119

Índice de Anexos

Anexo 1 - Visita de Campo para Aplicación de Encuestas a Pobladores del Barrio La Fe	131
Anexo 2 - Visita de campo en sitio de máxima altura para la construcción de tanque de almacenamiento.	131
Anexo 3 - Realización de Levantamiento Topográfico para detalles del terreno.	132
Anexo 4 - Exploración de campo de algunos pozos clausurados en sitios vecinales del barrio La Fe.....	132
Anexo 5 - Formato Encuesta INIDE y SPSS	133
Anexo 6 - Preg1: Edad	139

Anexo 7 - Preg2: Genero.....	139
Anexo 8 - Preg3: Nivel Máximo de Educación.....	140
Anexo 9 - Preg4: Situación Laboral Actual.....	140
Anexo 10 - Preg5: Ingreso Mensual del Hogar en córdobas.....	141
Anexo 11 - Preg6: Fuente Principal de Agua Potable.....	141
Anexo 12 - Preg7: Tipo de Saneamiento.....	142
Anexo 13 - Preg1: Uso Agua de Pozo Comunitario en mi Hogar.....	143
Anexo 14 - Preg2: El Servicio de Agua Está Disponible Durante el Dia.....	143
Anexo 15 - Preg3: Mi Familia Guarda Agua para Uso Posterior por Falta de Disponibilidad.....	144
Anexo 16 - Preg4: Utilizo Agua Embotellada por Desconfianza en el Agua del Sistema Publico.....	144
Anexo 17 - Preg5: Reorganizo mis Actividades Diarias con Frecuencia debido a Cortes de Agua.....	145
Anexo 18 - Preg6: La Comunidad Participa en Reuniones Relacionadas al Manejo del Servicio de Agua.....	145
Anexo 19 - Preg7: Considero que Disponer de Agua Potable en mi Hogar es una Necesidad Urgente para mi Familia.....	146
Anexo 20 - Preg8: Estoy Dispuesto a Pagar una Tarifa Mensual para Acceder al Agua Potable del Nuevo Sistema.....	146
Anexo 21 - Preg9: Creo que el Costo Propuesto de Agua será Accesible para mi Economía Familiar.....	147
Anexo 22 - Preg10: Espero que el Proyecto Cubra mis Necesidades de Agua de manera Constante.....	147
Anexo 23 - Preg11: Confío en que la Calidad del Agua Suministrada No Requerirá Tratamientos Adicionales en Casa.....	148
Anexo 24 - Preg12: Creo que el Proyecto Reducirá mis Gastos Mensuales en Transporte y Almacenamiento de Agua.....	148
Anexo 25 - Preg13: Estoy Dispuesto a Participar en Talleres de Capacitación sobre Uso, Cuidado y Ahorro de Agua.....	149

Anexo 26 - Preg14: Considero que el Diseño Técnico del Tanque se Adapta Bien a las Condiciones de nuestra Zona	149
Anexo 27 - Preg15: Me siento Tranquilo sabiendo que habrá un Plan de Contingencia ante Fallas o Cortes prolongados	150
Anexo 28 - Juego de Planos	151
Anexo 29 - Simulación en EPANET 2.0.....	164
Anexo 30 - Especificaciones Técnicas de Actividades	166

RESUMEN & ABSTRACT

Resumen

En Nicaragua, el acceso al agua potable sigue siendo un desafío debido a la expansión poblacional y la necesidad de sistemas eficientes y sostenibles. La planificación de proyectos de abastecimiento de agua implica el análisis de demanda poblacional, el diseño hidráulico de redes de distribución y la aplicación de normativas técnicas que garanticen la funcionalidad y seguridad del sistema.

Este estudio se basa en la formulación de un Mini Acueducto por Gravedad, una alternativa ampliamente utilizada en comunidades con acceso limitado a energía eléctrica y fuentes de bombeo. Este tipo de sistema permite la conducción del agua de manera eficiente, reduciendo costos operativos y asegurando una distribución equitativa.

Obteniendo resultados para el abastecimiento del barrio La Fe, con una fuente que aporta 52PSI de presión de agua, una capacidad de tanque de 88,84 metros cúbicos de agua que abastecerá en 2025 a 633 habitantes y en 2046 a 1064 habitantes, con redes simuladas en Epanet que facilitó la validación del diseño, permitiendo evaluar variables clave como presiones, caudales y pérdidas de carga y un presupuesto de cinco millones setecientos ochenta y un mil trescientos noventa y nueve córdobas con veintinueve centavos ó 5, 781, 399.29 C\$.

Palabras Clave

- Abastecimiento de agua potable
- Mini Acueducto por Gravedad
- Modelación hidráulica
- EPANET 2.0
- Norma Técnica NTON 09 007-19

Abstract

Access to potable water in Nicaragua remains a challenge due to population growth and the need for efficient and sustainable systems. The planning of water supply projects requires an analysis of population demand, the hydraulic design of distribution networks, and the application of technical standards to ensure system functionality and safety.

This study focuses on the formulation of a Mini Gravity Aqueduct, a widely used alternative in communities with limited access to electricity and pumping systems. This type of system enables efficient water transportation, reducing operational costs and ensuring equitable distribution.

Obtaining results for the water supply system of the La Fe neighborhood, with a source providing 52 PSI of water pressure, a tank capacity of 88.84 cubic meters to supply 633 inhabitants by 2025 and 1,064 inhabitants by 2046, with networks simulated in EPANET that facilitated the validation of the design, allowing the evaluation of key variables such as pressures, flow rates, and head losses, and a budget of five million seven hundred seventy-eight thousand six hundred thirty-nine córdobas and sixty-three cents (C\$5,781,399.29)

Keywords

- Potable water supply
- Mini Gravity Aqueduct
- Hydraulic modeling
- EPANET 2.0
- Technical Standard NTON 09 007-19

INTRODUCCION

El acceso al agua potable es una necesidad esencial para el bienestar humano y el desarrollo sostenible. En el barrio La Fe, municipio de Rio Blanco, la ausencia de un sistema adecuado de abastecimiento de agua ha generado dificultades que afectan la calidad de vida de sus habitantes. Este proyecto propone una solución técnica y viable, asegurando el suministro continuo del recurso hídrico mediante el diseño de una red de distribución optimizada. Con una estructura formalizada por medio de la metodología SNIP para proyectos de agua y un diseño transversal.

El desarrollo de este sistema será MiniAcueducto por Gravedad (MAG) y se fundamenta en la Norma Técnica NTON 09 007-19, usando como fuente la red municipal de Rio Blanco asegurando estándares de calidad y eficiencia en los cálculos hidráulicos. La modelación realizada con EPANET 2.0 ha permitido validar la funcionalidad del diseño, asegurando que las presiones y caudales cumplan con los parámetros establecidos. Además, el análisis de tarifa confirma la rentabilidad del proyecto. Con una inversión total de C\$ 5, 781, 399.29 el sistema generará ingresos sostenibles a través de un esquema de pago mensual, proyectando una autosostenibilidad económica en el largo plazo. Con una tarifa de ciento veintiocho córdobas con noventa y siete centavos ó 128.97 C\$ para la mensualidad a cobrarse en cada vivienda.

Desde el punto de vista social y ambiental, la implementación de este sistema reducirá los riesgos sanitarios asociados al consumo de agua de fuentes no reguladas, mejorará la gestión del recurso hídrico en el barrio y contribuirá al desarrollo económico local. La planificación del proyecto ha considerado aspectos técnicos, financieros y sociales, garantizando que el abastecimiento de agua potable en el barrio La Fe no solo sea una solución inmediata, sino una infraestructura sostenible con impacto positivo para las próximas décadas.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes y Contexto del Problema

1.1.1 Antecedentes Internacionales

Primer antecedente consultado procede de Guatemala (Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la colonia Las Victorias, aldea El Barreal, Jutiapa – Guatemala, 2022): El estudio realizado por la Universidad de San Carlos de Guatemala enfrentó la problemática del acceso limitado a servicios básicos en Las Victorias, Jutiapa. A través de un diagnóstico técnico-social y levantamientos topográficos, se diseñó un sistema de abastecimiento por gravedad que incluyó captación, conducción, almacenamiento y distribución, respaldado por normativas nacionales y proyecciones poblacionales. También se incorporó el diseño del alcantarillado sanitario, logrando una propuesta integral orientada a mejorar la calidad de vida, con sostenibilidad técnica, económica y social en el mediano y largo plazo. (Castillo, 2022)

Segundo antecedente consultado procede de Perú (Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable en el centro poblado El Convento, distrito de Tambogrande – Piura, 2020), La Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote realizó un estudio para mejorar el abastecimiento de agua potable en el centro poblado El Convento, distrito de Tambogrande. La investigación incluyó diagnóstico técnico del sistema existente, levantamientos topográficos, aforo de fuentes y modelación hidráulica utilizando WaterCAD y AutoCAD, con base en la norma técnica RM-192-2018 y datos del INEI. Se diseñó una red de distribución por gravedad con tuberías de PVC y un reservorio de 10 m³, considerando caudales máximos de 0.67 l/s y presiones adecuadas para el entorno rural. El análisis fisicoquímico del agua confirmó su calidad para el consumo humano. La propuesta buscó asegurar la eficiencia hidráulica, sostenibilidad operativa y adaptación al contexto social y geográfico de la zona. (Yesquen, 2020)

Tercer antecedente consultado también procede de Perú (Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable con modelamiento de WaterCAD y

EPANET en la comunidad de Tambillo – Puno, 2021), La Universidad César Vallejo desarrolló una tesis centrada en el diseño hidráulico de un sistema de agua potable para Tambillo, Puno. El estudio se basó en normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (OS 0.10, OS 0.30, OS 0.50) y la OTSSAR, e incluyó empadronamiento de viviendas, aforo de fuentes, levantamiento topográfico y análisis de calidad del agua. Se proyectó una población futura de 694 habitantes, con caudales diarios y horarios. Usando WaterCAD y EPANET, se diseñó una red con tuberías entre $\frac{3}{4}$ " y 2". La propuesta buscó optimizar la infraestructura existente y mejorar las condiciones de vida a través de un enfoque técnico eficiente y sostenible. (Tafur, 2021)

1.1.2 Antecedentes Nacionales

El primer antecedente consultado fue el proyecto “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable de la ciudad de Matagalpa”, desarrollado por Vielca Ingenieros en 2023, aborda la optimización integral del sistema urbano de abastecimiento de agua, incorporando componentes como captación, tratamiento, almacenamiento y distribución conforme a criterios técnicos y normativas nacionales vigentes. La propuesta considera proyecciones demográficas para el periodo 2023–2043, mejoras en la infraestructura hidráulica existente, y un enfoque sostenible que responde al crecimiento poblacional y a las demandas operativas del entorno urbano. (Vielca Ingenieros, 2020)

El segundo antecedente consultado fue “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable mediante miniacueducto por gravedad en el reparto Marvin Meléndez, municipio El Viejo – Chinandega”, este estudio, realizado en el municipio El Viejo, documenta las condiciones críticas de acceso al agua potable en el reparto Marvin Meléndez, donde la población dependía de pozos artesanales y abastecimiento intermitente por cisternas. Se efectuó un diagnóstico riguroso con estudios en topografía, geología e hidrología, aplicando criterios hidráulicos basados en la norma NTON 09-001-99. La propuesta incluyó el diseño de un miniacueducto por gravedad, considerando caudal de diseño, presiones admisibles y eficiencia en la distribución, con un horizonte técnico de veinte años. Además, se incorporó planificación estratégica con enfoque social y ambiental, presupuesto estimado y cronograma de

ejecución, orientado a garantizar sostenibilidad operativa y mejora de calidad de vida. (Carrasco Méndez et al., 2023)

El tercer antecedente consultado fue “Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable mediante Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico en la comunidad Los Ranchos”, en la comunidad Los Ranchos, municipio de Santa Lucía (Boaco), se evidenció una situación crítica en el acceso al agua potable, con fuentes insuficientes y métodos informales de abastecimiento. El estudio, desarrollado bajo la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 09-001-99, incluyó levantamientos topográficos, hidrológicos y geológicos, además de modelación hidráulica en EPANET. Se aplicaron criterios de diseño para redes y componentes del sistema MABE, considerando estimaciones de caudales, presiones y almacenamiento. La propuesta técnica, con horizonte de veinte años, buscó establecer una solución viable, económica y adaptada a las condiciones rurales, alineada con los lineamientos nacionales y orientada a mejorar la calidad de vida. (Membreño Mejía et al., 2023)

1.1.3 Antecedentes locales

Para el primer antecedente consultado fue que, en el municipio Matagalpa, Departamento de Matagalpa “DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS, CRUZ ROJA FRANCESA Y ADIC-VENANCIA, MUNICIPIO DE MATAGALPA, DEPARTAMENTO DE MATAGALPA”. La finalidad de este proyecto fue realizar el diseño de un sistema de agua potable, que brinde servicio eficiente y continuo durante su periodo de diseño, este proyecto beneficio a los barrios Cruz Roja Francesa y Adic - Venancia los cuales se ubican al sur de la Ciudad de Matagalpa. (Palacios Jarquín & Cruz Stulzer, 2022)

El segundo antecedente consultado fue que, en el municipio de San Ramon, Departamento de Matagalpa “Diagnostico y Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable por Gravedad para la Comunidad La Reina, Municipio de San Ramon, Departamento de Matagalpa”. En el cual se presentó la descripción de Proyecto de Diagnostico, La alcaldía de San Ramon, realizo un censo poblacional al 100% de 253 viviendas habitadas en las comunidades de la Reyna, Monte Grande y La Lima, la cual ascendió a un total de 1049 habitantes. El diseño hidráulico de la red se realizó en el

software de análisis y modelación Hidráulica EPANET bajo las condiciones de CMH y CMD. Con un costo total de C\$ 2, 853, 535.98 córdobas. (Jarquin Martinez & Aguirre Vasquez, 2012)

1.2 Objetivos del Proyecto

1.2.1 Objetivo General

Proponer diseño de ampliación del sistema de agua potable por gravedad para el barrio La Fe mediante la aplicación de la norma NTON 09 007-19 en la ciudad de Rio Blanco, departamento de Matagalpa, durante el II cuatrimestre de 2025.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar las condiciones de acceso de agua potable considerando aspecto socioeconómico y demanda actual del barrio La Fe.
- Identificar el funcionamiento hidráulico del sistema potable municipal conforme a lo establecido por la Norma Técnica NTON 09 007-19.
- Dimensionar un nuevo tanque de almacenamiento para el sistema de agua potable en el barrio La Fe, con base en la demanda actual de la población, garantizando la continuidad y suficiencia del servicio.
- Modelar red de distribución del sistema de agua potable en el barrio La Fe, de Rio Blanco, utilizando Software EPANET 2.0 para su diseño hidráulico.
- Elaborar la memoria de cálculo y la estimación presupuestaria del sistema de agua potable en el barrio La Fe, conforme al catálogo de etapas del Nuevo FISE y precios locales de Rio Blanco.

1.3 Descripción del Problema

Según (Organización Mundial de la Salud, 2023), el agua contaminada y el saneamiento deficiente contribuyen a la transmisión de enfermedades como el cólera, otras enfermedades diarreicas, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis. Si no hay servicios de agua y saneamiento, o si estos son insuficientes o están gestionados de forma inapropiada, la población se expone a riesgos para su salud que, en realidad, se pueden prevenir. Esta prevención se podría conseguir especialmente en los establecimientos de salud sin servicios de suministro de agua, saneamiento e higiene, donde tanto pacientes como profesionales corren más riesgo de contraer infecciones y enfermedades.

Según (Organización Panamericana de la Salud, 2023), los déficits en cuanto a cobertura y calidad de los servicios tienden a concentrarse en los grupos de bajos ingresos, grupos vulnerables y poblaciones rurales. A esta situación, se suma la carencia de acceso de servicios adecuados de agua, saneamiento e higiene en Establecimientos de Salud. El saneamiento es un determinante importante de la Desnutrición Crónica Infantil; no obstante, es el servicio que menor avance ha tenido en los últimos 10 años en la región, registrando una diferencia de 43 puntos porcentuales entre la población con acceso a agua gestionada de forma segura y población con saneamiento gestionado de forma segura.

Según (Herrera, 2016), expresidenta ejecutiva de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), la situación del agua está en su punto crítico porque el agua subterránea está escaseando y la afectación se siente con mayor fuerza en la zona norte, central y del Caribe del país. Aunque Nicaragua posee la mayor cantidad de fuentes de agua dulce en Centroamérica, ya se está enfrentando una crisis extrema del recurso hídrico, esto se debe al cambio climático y la mala gestión de la reforestación, que cada vez hace menos posible la infiltración de agua en el subsuelo de donde se abastece el 90% del país mediante pozos.

Para combatir esta problemática se tiene que garantizar que cada vivienda debe contar con el servicio básico de agua potable. Es por ello por lo que se construirán línea de conducción, la red de distribución y las conexiones domiciliarias a cada una de las

viviendas conectándose a la red principal del sector urbano del Municipio de Rio Blanco.

Se define el problema como acceso limitado al servicio de agua potable en el municipio. El cual se debe a varios factores, entre ellos el crecimiento poblacional desmedido y la baja organización de las entidades para las gestiones y administración de los servicios en Rio Blanco. (Ministerio de Salud, 2011)

Es necesario la habilitación del servicio de agua durante el día, para que los pobladores de los barrios de externos de Rio Blanco, como La Fe, Los Ángeles, German Pomares, Las Parcelas, aprovechen de realizar sus actividades. También, el hecho que la comunidad esté rodeada de huertos agrícolas y la falta de infraestructura vial genere ventiscas de polvo, expone a los pobladores a enfermedades y buscan maneras de disminuirlo haciendo riego constante en las afueras de sus casas y vías, esto conlleva a aumentar el uso del agua, desperdiciándola.

Preguntas de Investigación

¿Cómo puede diseñarse un sistema de agua potable sostenible, inclusivo y pertinente para el barrio La Fe, considerando sus condiciones técnicas, sociales e institucionales?

1.4 Justificación

Según (Agenda 2030, 2015), el acceso al agua potable, el saneamiento y la higiene representan la necesidad humana más básica para el cuidado de la salud y el bienestar. Miles de millones de personas no tendrán acceso a estos servicios básicos en 2030 a menos que se cuadrupliquen los avances. El rápido crecimiento de la población, la urbanización y las crecientes necesidades en materia de agua de los sectores agrícola, industrial y energético están provocando un aumento de la demanda de agua.

El ODS 6 no solo busca resolver los problemas actuales relacionados con el agua, sino también garantizar que este recurso vital se gestione de manera sostenible para las generaciones futuras. Las estrategias clave para encauzar el Objetivo 6 incluyen aumentar la inversión y la capacitación en todo el sector, promover la innovación y la acción a partir de pruebas, mejorar la coordinación y la cooperación intersectorial entre todas las partes interesadas y adoptar un enfoque más integrado y holístico de la gestión del agua. (ODS6, 2023)

La investigación se configura con una metodología adaptada a las necesidades de la problemática del sitio, siendo la del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), aplicada a un contexto rural con características especiales para el barrio La Fe. Este proceso ha implicado el uso de instrumentos técnicos establecidos, sino también un ajuste participativo y contextualizado.

Desde el punto de vista teórico, esta investigación contribuye a la comprensión de las relaciones entre el acceso al agua potable, la organización comunitaria y la sostenibilidad de los sistemas rural-urbano. Se fundamenta en enfoques de desarrollo participativo y planificación estratégica, incluyendo marcos conceptuales con la realidad vivida por la población.

La problemática que dio origen a la propuesta del proyecto es principalmente que el barrio no cuenta con un sistema de agua potable, es por eso necesario el diseño del acueducto; debido a que la población no recibe de forma adecuada el vital líquido. Sin duda alguna la ejecución del proyecto del sistema de red de agua potable traerá beneficios ambientales y sociales a este sector de la población.

1.5 Alcance y Limitaciones del Proyecto

1.5.1 Alcance del Proyecto

- Diagnóstico de acceso al recurso y aspectos socioeconómicos

Se desarrollará una caracterización integral sobre el acceso actual al agua potable en el barrio La Fe, abordando variables como cobertura, calidad fisicoquímica, continuidad del servicio y condiciones de infraestructura existente. Paralelamente, se ejecutará un levantamiento de información socioeconómica mediante encuestas y entrevistas, considerando factores como ingresos familiares, composición demográfica, nivel educativo, y hábitos de uso y percepción del agua. Esta etapa permitirá entender el nivel de vulnerabilidad de la población y establecer criterios contextualizados para el diseño del sistema.

- Estimación de la demanda poblacional

Utilizando datos censales, tasas de crecimiento estimadas y parámetros establecidos en la normativa NTON 09 007-19, se calculará la demanda actual y proyectada de agua potable en función de diferentes escenarios poblacionales. Se considerarán variables como consumo per cápita, variaciones estacionales, demandas especiales (escuelas, centros de salud) y factores de corrección, con el fin de asegurar que el sistema propuesto tenga capacidad hidráulica suficiente durante toda su vida útil proyectada, estimada en veinte años.

- Dimensionamiento hidráulico del sistema

Se diseñará técnicamente el sistema de abastecimiento por gravedad, incluyendo componentes como captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución. Se aplicarán principios de hidráulica de canales cerrados, considerando el cálculo de caudal de diseño, presión mínima y máxima admisible, pérdidas de carga lineales y localizadas, eficiencia operativa y materiales adecuados. Todo el diseño se regirá por los criterios establecidos en la NTON 09 007-19 y se adaptará a las condiciones topográficas y geológicas del área de intervención.

- Modelación con software EPANET 2.0

La red de distribución será modelada digitalmente mediante EPANET 2.0 para simular y analizar el comportamiento hidráulico del sistema bajo distintos escenarios operativos. Las simulaciones incluirán presiones por tramo, caudales, velocidad de flujo, tiempo de recorrido, comportamiento de nodos críticos y funcionamiento de reservorios. Esta herramienta permitirá validar el diseño teórico y realizar ajustes para optimizar la eficiencia, seguridad operativa y sostenibilidad del sistema, evitando riesgos como presiones negativas o sobrepresión.

- Elaboración de memoria de cálculo y presupuesto

Se elaborará una memoria de cálculo completa que documente los fundamentos teóricos, parámetros empleados, fórmulas aplicadas y resultados obtenidos en el diseño del sistema. Asimismo, se formulará un presupuesto estimado de inversión considerando el catálogo de precios unitarios del FISE (Fondo de Inversión Social Económica), cotizaciones locales en Río Blanco, y análisis de costos directos e indirectos. Se incluirán partidas de obra civil, adquisición de materiales, transporte, mano de obra y contingencias, con el objetivo de presentar una estimación financiera realista, transparente y adaptable a procesos de licitación pública.

Limitaciones

Infraestructura inexistente: El barrio no cuenta con un sistema formal de agua potable.

Datos hidrológicos limitados: Muy pocos estudios locales sobre caudales y presiones.

Simulación dependiente de supuestos: El uso de EPANET 2.0 se basa en parámetros estimados, no medidos directamente.

Financiamiento Incierto: El presupuesto estimado no garantiza la ejecución, y depende de fuentes externas que no se pueden confirmar.

CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1 Estado del Arte

Tabla 1

Publicaciones en bases de datos científicas

Bases de datos científicas utilizadas	No. De publicaciones relacionadas con la investigación de acuerdo con la base de datos	No. De publicaciones con mayor reconocimiento científico	Tipos de publicaciones identificadas
Dialnet	92 documentos	20 publicaciones importantes	Tesis
Scielo	9 documentos	3 publicaciones importantes	Tesis de Ingenierías
Google Academic	315 documentos	18 publicaciones importantes	Tesis de Ingenierías
Redalyc	1049 documentos	17 publicaciones importantes	Tesis de Ingenierías
JSTOR	31 documentos	9 publicaciones importantes	Revistas y libros

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2*Tabla de principales teorías y contribuyentes a la línea de investigación*

Autor(es) y año en orden cronológico	Principales teorías y aporte al tema de investigación
Romero, Larrave, Vallecillo (2023)	Deficiencias en acceso al agua, participación limitada y falta de planificación además refuerza la necesidad de integrar gobernanza, sostenibilidad y participación comunitaria
Carrasco Castro Rivera (2023)	Falta de mantenimiento en sistemas de agua, escasa articulación institucional y también aporta ejemplos concretos para el marco institucional y análisis de gobernanza
Membreño Silva Salinas (2023)	Enfatiza la sostenibilidad, participación comunitaria y viabilidad económica y complementa el enfoque con elementos de gestión y sostenibilidad económica
Chavarría Gutiérrez Zeas (2019)	Aprovechar el recurso agua desde una fuente superficial de un manantial que aflora al medio natural, sin que se le cause alteración tanto en la captación, como en la conducción y distribución hacia los beneficiarios.
Díaz López (2011)	Aprovechamiento de las aguas subterráneas mediante la perforación de un pozo, utilización de una bomba sumergible, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución a través de puestos públicos.

Fuente: Elaboración propia

2.2 Marco Teórico y Conceptual

2.2.1 Definición del Agua

Según (Maceira, 2021), el agua es una sustancia química compuesta por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno, lo que se representa por la fórmula química H₂O. Las características del agua pueden ser químicas, físicas o biológicas y según el contenido puede clasificarse en diferentes tipos (agua dulce, salada, blanda, dura...).

El agua es el único elemento que se encuentra en la naturaleza en estado sólido, líquido y gaseoso. Cuando el agua es sometida a temperaturas menores de los 0° C, las moléculas se sujetan unas a otras y no se pueden mover, esto permite que se forme un sólido al que se le llama hielo. El vapor de agua es agua en estado de gas, esto sucede cuando el agua se calienta, ya que las moléculas se van separando y pierden su peso lo que las hace subir hasta las nubes. (Funcagua, 2024).

2.2.2 Condiciones de Acceso al Agua

2.2.2.1 Cobertura de Servicio de Agua: La cobertura de servicio de agua potable se refiere a la proporción de la población que tiene acceso al servicio de agua potable, ya sea a través de una conexión domiciliaria o una pileta pública, dentro de un área geográfica específica. Se calcula dividiendo el número de personas con acceso al servicio entre la población total del área. (CONAGUA, 2010)

La cobertura de agua potable no solo mide acceso, sino también equidad. Una baja cobertura puede reflejar deficiencias estructurales, poca inversión o mala gestión, afectando sobre todo a comunidades rurales y vulnerables.

En lugares como Barrio La Fe, tener acceso a agua potable no es solo un número en las estadísticas: es una muestra clara del bienestar social y de cómo funciona realmente la infraestructura básica. La cobertura no se evalúa solo en porcentajes, sino en lo que significa para la vida cotidiana de las personas. Que una familia cuente con agua en su hogar, o al menos cerca en una pila comunitaria, afecta directamente su salud, higiene, tranquilidad y la forma en que organiza su día a día.

2.2.2.2 Frecuencia del Suministro de Agua Potable: La frecuencia del suministro de agua potable se refiere a la regularidad con la que el agua es entregada

a los usuarios, ya sea de forma continua o intermitente. Esta frecuencia puede variar según la infraestructura, la gestión del sistema de agua y la disponibilidad del recurso. Un suministro continuo significa que el agua está disponible las 24 horas del día, mientras que un suministro intermitente puede tener cortes programados o no programados. (GobMexico, 2014)

En un lugar como Barrio La Fe, la frecuencia con la que llega el agua es un factor que moldea la rutina, la organización y hasta el ánimo de cada hogar. Que el agua fluya constantemente o que llegue por horas, días o turnos inciertos, define cómo se cocina, se lava la ropa, se atienden enfermedades o se cuida a los más pequeños.

2.2.3 Demanda

Volumen de agua, en cantidad y calidad, que los ciudadanos o los usuarios están dispuestos a adquirir o desean recibir de la correspondiente entidad suministradora para satisfacer un determinado objetivo de producción o consumo. La cuantificación de este volumen será función de factores como el precio de los servicios, el nivel de renta, el tipo de actividad, la tecnología u otros. (RAE, 2025)

La demanda se entiende como el volumen de agua, tanto en cantidad como en calidad, que los pobladores tienen que obtener de la entidad suministradora para cubrir las necesidades básicas. Esta cantidad depende de factores como el precio, el ingreso, la actividad y la tecnología.

Este concepto revela que la demanda no es estática, sino que está influida por condiciones sociales, económicas y técnicas. Además, destaca la diferencia entre el deseo de consumo y la necesidad básica, lo que permite inferir desigualdades estructurales: por ejemplo, poblaciones con bajos ingresos pueden tener una demanda real inferior a la necesaria debido a limitaciones económicas, no por falta de necesidad.

En el caso de Barrio La Fe, donde muchas familias enfrentan irregularidades en el suministro, la demanda debe ser entendida como un reflejo de las carencias reales del barrio. Factores como el ingreso limitado, la precariedad en infraestructura y las condiciones climáticas influyen directamente en la cantidad de agua que los pobladores pueden consumir, más allá de lo que necesitarían. Este análisis resulta

fundamental para proponer soluciones técnicas y participativas que garanticen una cobertura efectiva y equitativa en la zona.

2.2.3.1 Población Actual: La población actual se refiere al número de personas que requieren acceso a agua segura y limpia para beber, cocinar, higiene personal y otras actividades domésticas. Estos se satisfacen a través de sistemas de suministro de agua, como redes de distribución pública o fuentes privadas gestionadas de forma segura, que proveen agua no contaminada y disponible cuando se necesita. (Organización Mundial de la Salud, 2023)

Las familias del sector requieren un abastecimiento continuo y confiable que permita cubrir sus necesidades cotidianas de forma segura. La implementación de soluciones públicas o privadas debe integrar enfoques técnicos adecuados, participación de la comunidad y criterios de sostenibilidad que respondan al entorno local.

2.2.3.1.1 Beneficiarios Directos: *Según (Gómez, 2008), los beneficiarios directos son quienes recibirán y beneficiarán directamente de las acciones del proyecto. En ellos se esperan ver reflejado los cambios enunciados en los objetivos de la intervención propuesta. El proyecto se desarrolla en comunidades rurales, urbanas, suburbanas de atención inmediata y prioritaria, brindándoles servicios, asistencia y atención a partir de las necesidades más apremiantes. La propuesta es de beneficio directo para la población que utiliza los servicios educativos.*

2.2.3.1.2 Beneficiarios Indirectos: *Según (Gómez, 2008), los beneficiarios indirectos corresponden a todos los sujetos que están en relación con los beneficiarios directos. En este tipo de beneficiarios es posible, posteriormente observar y medir el o los impactos de los proyectos.*

Se define como beneficiarios indirectos a las familias, las personas cercanas, trabajadores ambulantes o con locales rentados también pueden incluir a todos los habitantes de las comunidades ubicadas en un área cercana a la misma, así como aquéllos que viven a pocos kilómetros a cada lado de la vía.

2.2.3.2 Consumo Promedio: El consumo promedio de agua potable se refiere a la cantidad de agua que se utiliza por persona, hogar o unidad de análisis en un

período determinado, generalmente expresada en metros cúbicos por unidad de tiempo o por persona. Este consumo puede variar según diversos factores, como el tamaño del hogar, los hábitos de consumo, el clima y las necesidades individuales. (SIGME, 2020)

2.2.3.3 Dotación Normativa: La dotación normativa de agua potable se refiere a la cantidad de agua que se considera necesaria para satisfacer las necesidades de una persona o población, incluyendo el consumo doméstico, público, industrial, comercial, y las pérdidas en el sistema de distribución, dentro de un periodo de tiempo específico, generalmente un día. Esta dotación se expresa comúnmente en litros por persona por día (lppd). (NTON 09 007-19, 2023)

Esta dotación refleja una norma básica sobre lo que se considera un consumo hídrico justo y funcional. Su formulación implica una visión técnica del bienestar humano, de las dinámicas urbanas y de los estándares de eficiencia operativa. Además, al incorporar pérdidas en la red, evidencia los desafíos continuos en la gestión del recurso, como la obsolescencia de infraestructura, el manejo de fugas o el déficit de mantenimiento.

En el barrio La Fe, analizar la dotación normativa permite contrastar los estándares técnicos con la realidad vivida por sus habitantes. Ante los problemas de suministro irregular, la brecha entre lo que debería recibirse según la norma y lo que efectivamente se recibe genera condiciones de vulnerabilidad hídrica.

2.2.4 Condición Socioeconómica

La condición socioeconómica de los habitantes se refiere a su nivel de vida y bienestar, determinado por factores como sus ingresos, acceso a servicios básicos, educación, salud y vivienda, así como su participación en la economía local. Esta condición puede variar significativamente entre diferentes barrios y dentro de un mismo barrio, reflejando desigualdades sociales y económicas. (INIDE, 2000)

2.2.4.1 Nivel de Ingresos: En Nicaragua, el nivel de ingresos de los habitantes de un barrio se refiere a la cantidad de dinero que perciben los residentes de esa zona geográfica, ya sea de forma individual o como hogar. Este nivel de ingresos puede

variar ampliamente entre barrios y se ve afectado por factores económicos, sociales y demográficos. (Expansion DatosMacro, 2025)

El ingreso no solo representa una cifra monetaria, sino que actúa como un determinante clave en el acceso a servicios básicos, calidad de vida y oportunidades de desarrollo. La desigualdad en los niveles de ingreso puede reflejar la fragmentación territorial, marginación histórica o brechas educativas.

En el barrio La Fe, el análisis del nivel de ingresos es fundamental para comprender las limitaciones que enfrentan los residentes en el acceso a agua potable, infraestructura y servicios comunitarios. La precariedad económica puede limitar la capacidad de pago por servicios, reducir el acceso a soluciones privadas y acentuar la dependencia de intervenciones públicas.

2.2.4.2 Ocupación: Se refiere a la actividad económica principal que desempeñan las personas que viven en ese barrio. Es decir, a qué se dedican para obtener ingresos y sustento. Esto puede incluir trabajos formales, empleos informales, emprendimientos propios, o incluso actividades relacionadas con la agricultura en zonas rurales. (INIDE, 2000)

2.2.5 Funcionamiento Hidráulico

Un sistema de agua potable funciona mediante un conjunto de procesos que involucran la captación, tratamiento, almacenamiento y distribución del agua, asegurando que llegue a los usuarios con la calidad y presión adecuadas. La hidráulica en este sistema se encarga de que el agua se mueva a través de tuberías, tanques y otros componentes, manteniendo la presión necesaria para un suministro constante. (Hidrología e Hidráulica, 2022)

2.2.5.1 Diseño del Sistema: por gravedad: Es un sistema en el que el agua es captada de una fuente superficial localizada a mayor altura que las viviendas y transportada en tuberías hasta un tanque de almacenamiento ubicado también a mayor altura que las viviendas y después por su propio peso (por gravedad), el agua baja por tuberías a los puestos domiciliarios o públicos de donde se abastece la población.

Una de las características básicas de la conducción por gravedad tiene que ver con que la elevación del agua en la fuente de abastecimiento sea mayor a la altura que hay en el punto de entrega del agua, ya que la diferencia de energías disponible posibilita su transporte. En otras palabras, se hace uso de la topografía existente de manera que la conducción se lleve a cabo sin necesidad de bombeo y se alcance un nivel aceptable de presión. (Pérez, 2020)

Se diseña la red de conducción, almacenamiento y distribución del agua basándose en el estudio topográfico y se calculan las pendientes necesarias para garantizar el flujo por gravedad y se determinan los materiales adecuados para las tuberías y estructuras.

Según (Pérez, 2020), la conducción de agua por gravedad se clasifica en dos tipos de sistemas de flujo: libre y a presión. En el primero, la presión corresponde a la del aire o la presión atmosférica y el agua conducida por el sistema está en contacto con el aire por lo que su flujo es libre. Este es característico de canales abiertos o, incluso, tuberías que trabajan sin estar completamente llenas (trabajan a un caudal menor al máximo) pero con permanente movimiento de agua. Es la más fácil de operar porque no necesita reguladores de presión ni infraestructuras de control, siendo un sistema sencillo y económico, requiriendo de poco mantenimiento.

2.2.5.1.1 Instalación de la línea de conducción: *Se colocan tuberías (generalmente PVC o hierro galvanizado) que transportan el agua desde la captación hasta el tanque de almacenamiento. Si hay grandes diferencias de altura, se instalan pilas rompe presión para evitar daños en las tuberías.*

2.2.5.1.2 Construcción del tanque de almacenamiento: *El tanque se ubica en un punto elevado respecto al barrio para facilitar la distribución por gravedad. Este tanque regula el suministro y asegura una reserva constante de agua.*

2.2.5.1.3 Red de distribución: *Se instalan tuberías secundarias que llevan el agua desde el tanque hasta las viviendas o puntos públicos. Se incluyen válvulas, codos y otros accesorios para controlar el flujo y garantizar su correcto funcionamiento.*

Para red de distribución se deben considerar los siguientes criterios:

- La red de distribución se deberá diseñar para el caudal máximo horario.
- Identificar las zonas a servir y de expansión de la población.
- Realizar el levantamiento topográfico incluyendo detalles sobre la ubicación de construcciones domiciliarias, públicas, comerciales e industriales; así también anchos de vías, áreas de equipamiento y áreas de inestabilidad geológica y otros peligros potenciales.
- Considerar el tipo de terreno y las características de la capa de rodadura en calles y en vías de acceso. Para el cálculo hidráulico de las tuberías se utilizará fórmulas racionales.
- Según (NTON 09 007-19, 2023), en el caso de aplicarse la fórmula de Hazen William se utilizarán los coeficientes de fricción establecidos a continuación:
 - Hierro galvanizado: 100
 - PVC: 140.

En el diseño de la red de distribución el diseñador debe tomar en cuenta lo siguiente:

- a. Plan regulador del municipio, si es que existe, en el que se establecen los usos actuales y futuros de la tierra con sus densidades de población.
- b. Plano topográfico, con sus calles existentes y futuras, perfiles de las calles y las características topográficas de la localidad.
- c. Servicios públicos existentes y proyectados, tales como:
 - i) Alcantarillado sanitario.
 - ii) Alcantarillado pluvial.
 - iii) Servicios de energía eléctrica.
 - iv) Servicios de comunicaciones.
- d. Acondicionamiento de las calles: (sin recubrir, con adoquines, con asfalto, etc.)
- e. Estado actual de la red de agua potable existente: (Diámetros, clase de tuberías, edad de estas, etc.), ubicación del tanque existente con sus cotas de fondo y rebose, determinación de los puntos de entrada del agua en la red desde la fuente y desde el tanque.

f. Determinar la oferta, demanda presiones residuales y distribución del agua.

2.2.5.2 Presión: La presión se refiere a la fuerza que el agua ejerce dentro de las tuberías o conductos, necesaria para garantizar su transporte desde la fuente hasta los puntos de consumo. Esta presión debe mantenerse dentro de rangos mínimos y máximos establecidos para asegurar una distribución eficiente, evitar daños estructurales y garantizar el servicio continuo, incluso en condiciones críticas como demanda máxima o combate de incendios. (NTON 09 007-19, 2023)

En cuanto a la presión del agua, debe ser suficiente para que el agua pueda llegar a todas las instalaciones de las viviendas más alejadas del sistema.

2.2.5.2.1 Presiones Mínimas y Máximas: *La presión mínima residual en la red principal debe ser de 14.00 m, la carga estática máxima deberá ser de 50.00 m. Se permitirán en puntos aislados, presiones estáticas hasta de 70.00 m., cuando el área de servicio sea de topografía muy irregular. (NTON 09 007-19, 2023)*

Las presiones mínimas residuales en cada punto están determinadas en base a los diámetros seleccionados, pérdidas por fricción en el tramo de tubería, caudal concentrado en el nodo y la ubicación del tanque. En sistemas rurales la mínima es de 8m y la máxima de 60m. (Organización Panamericana de la Salud, 2023)

2.2.5.3 Caudales: Es la cantidad de agua que fluye a través de una sección de un sistema de abastecimiento en un tiempo determinado. Se expresa comúnmente en litros por segundo (L/s) o metros cúbicos por hora (m³/h). En el diseño de sistemas hidráulicos, el caudal permite dimensionar adecuadamente las tuberías, bombas y tanques, asegurando que se satisfagan las demandas de consumo doméstico, institucional, comercial e industrial. (NTON 09 007-19, 2023)

En ingeniería sanitaria e hidráulica, el caudal se define como el volumen de agua que atraviesa una sección transversal de un conducto, canal o fuente en una unidad de tiempo. Se expresa como:

$$(1) \quad Q = A * V$$

Q: Caudal (volumen por unidad de tiempo, como m³/s o L/min).

A: Área de la sección transversal del conducto (como m² o ft²).

v: Velocidad media del fluido (como m/s o ft/s).

El caudal es un parámetro fundamental para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, ya que determina la capacidad requerida de captación, conducción, almacenamiento y distribución. Su cálculo debe considerar la demanda poblacional, variaciones horarias, pérdidas, y condiciones de operación crítica (como incendios o interrupciones).

2.2.5.4 Velocidades: En sistemas de abastecimiento de agua potable, la velocidad se refiere a la rapidez con la que el agua circula dentro de una tubería o canal, expresada generalmente en metros por segundo (m/s). Es un parámetro clave para garantizar eficiencia hidráulica, evitar sedimentaciones y minimizar pérdidas de carga por fricción. (NTON 09 007-19, 2023)

En hidráulica, la velocidad del flujo se refiere a la rapidez con la que el agua se desplaza dentro de una tubería o canal. Se expresa como:

$$(2) \quad V = \frac{Q}{A}$$

Donde:

(v): Velocidad del flujo (m/s)

(Q): Caudal (m³/s)

(A): Área de la sección transversal del conducto (m²)

La velocidad es un parámetro crítico para el diseño de líneas de conducción y redes de distribución, ya que influye en la eficiencia hidráulica, la pérdida de carga, el riesgo de erosión, y el golpe de ariete. Su control garantiza la durabilidad de las tuberías y la calidad del servicio.

Algunas consideraciones según la normativa:

- Las velocidades deben mantenerse entre **0.60 m/s y 5.00 m/s**, dependiendo del tipo de material y condiciones del sistema.

- En líneas de succión de estaciones de bombeo, se recomienda mantener velocidades entre **0.60 m/s y 0.90 m/s** para evitar turbulencias.
- Velocidades excesivas pueden provocar **erosión interna, golpe de ariete, y pérdida de eficiencia energética.**
- Velocidades muy bajas pueden generar **sedimentación** y afectar la calidad del agua.

2.2.5.4.1 Velocidad Permisible: *El criterio básico que se sigue en el diseño de las tuberías principales de la red es que las velocidades operación en los diversos tramos se mantenga dentro del rango recomendado por la norma, lográndose así un uso efectivo de las tuberías. Las velocidades de flujo permisible se encuentran entre los 3m/s y 0.6m/s como mínimo. (Organización Panamericana de la Salud, 2023)*

2.2.5.5 Continuidad de Servicio: En sistemas de abastecimiento de agua potable, la continuidad del servicio se refiere a la capacidad del sistema para proporcionar agua de forma constante, sin interrupciones prolongadas, y con calidad y cantidad adecuadas para satisfacer las necesidades de la población beneficiaria. (NTON 09 007-19, 2023)

2.2.6 Normativa Aplicada

NTON 09 007-19 es la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, emitida por la Autoridad Nacional del Agua (ANA). Su propósito es establecer los criterios técnicos que deben cumplir los sistemas de abastecimiento urbano y rural para garantizar la calidad, cantidad y continuidad del servicio de agua potable. (ANA, 2021)

La (NTON 09 007-19, 2023), no es un documento opcional, sino la norma de referencia obligatoria para diseñar cualquier sistema (ya sea urbano o rural) de abastecimiento de agua potable en Nicaragua. Al especificar criterios técnicos, la norma deja claro que no basta con llevar agua a las casas: cada elemento (desde la captación hasta las tuberías y las tomas domiciliarias) debe dimensionarse y seleccionarse siguiendo parámetros definidos que aseguren un funcionamiento adecuado.

En Río Blanco, aplicar la NTON 09 007-19 significa primero verificar si nuestros proyectos actuales incorporan todos sus requisitos: desde los informes de calidad del agua hasta los cálculos de reserva hidráulica para períodos de sequía. Un diagnóstico inicial ayuda a identificar brechas técnicas o administrativas que puedan convertirse en puntos débiles a futuro.

2.2.6.1 Parámetros de Diseño: Parámetros de diseño son los criterios técnicos que guían la planificación y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable. Según la (NTON 09 007-19, 2023), estos parámetros aseguran que el sistema cumpla con estándares de calidad, eficiencia y sostenibilidad. Incluyen aspectos como:

- Dotación de agua por habitante según tipo de comunidad.
- Velocidad y presión en las tuberías.
- Pérdidas de carga aceptables en la red.
- Capacidad de almacenamiento en tanques.
- Características de la fuente de agua (caudal, calidad).
- Condiciones topográficas y climáticas del área

2.2.6.2 Criterios de Funcionamiento: La NTON 09 007-19 establece los criterios de funcionamiento que rigen los sistemas de abastecimiento de agua potable en Nicaragua, garantizando que su planificación y operación respondan a las condiciones reales de uso. Los parámetros técnicos, como dotación por persona, presión, velocidad en tuberías y pérdidas de carga, permiten dimensionar adecuadamente cada componente según el entorno físico y social. A su vez, los criterios de funcionamiento aseguran que el sistema opere de forma eficiente, continua y segura, manteniendo estándares sanitarios, permitiendo mantenimiento sin interrupciones significativas, y adaptándose a variaciones en la demanda y el clima. Esta norma técnica es clave para asegurar la sostenibilidad y viabilidad del diseño propuesto en contextos urbanos y rurales. (NTON 09 007-19, 2023)

2.2.7 Almacenamiento

El almacenamiento de agua es un componente importante de un sistema de distribución. El propósito principal es proporcionar cantidades suficientes de agua para promediar o igualar las demandas diarias del sistema. El almacenamiento proporciona

mayores comodidades operativas al proporcionar fuentes de suministro durante todo el día y por la noche cuando los empleados de servicios públicos no suelen estar en el trabajo. (Alvord, 2018)

Los sistemas de almacenamiento de agua funcionan como amortiguadores del diario en lo que es consumo: más que simples contenedores, son el mecanismo que atenúa las diferencias entre los momentos de alta y baja demanda. Cuando la demanda supera la capacidad de bombeo o tratamiento en un instante puntual, el tanque cede agua; cuando la demanda cae, vuelve a recargarse. De este modo, el sistema no solo responde a picos de uso, sino que también absorbe los huecos que dejaría un abastecimiento puramente en tiempo real.

En Río Blanco, el almacenamiento debe diseñarse teniendo en cuenta los patrones específicos de consumo local: identificar cuántas horas de autonomía hidráulica requiere el barrio La Fe en periodos de mayor uso y cómo varía ese consumo entre barrios, comercios y zonas rurales. Un tanque sobredimensionado encarece la inversión y eleva costos de operación, mientras que uno subdimensionado arriesga cortes frecuentes. La clave está en un equilibrio fundado en datos reales de consumo diario y en la flexibilidad para adaptarse a cambios estacionales.

2.2.7.1 Tanque de almacenamiento: Un tanque de almacenamiento es una estructura hidráulica destinada a guardar agua potable en volúmenes suficientes para satisfacer la demanda de una población durante un tiempo determinado, considerando variaciones horarias, necesidades cotidianas, emergencias y labores de mantenimiento del sistema. Esta instalación permite regular el suministro, estabilizar la presión en la red, garantizar la continuidad del servicio y actuar como reserva estratégica ante fallos temporales o picos de consumo, siendo su capacidad calculada conforme a parámetros técnicos como dotación per cápita, población proyectada y autonomía deseada. (NTON 09 007-19, 2023)

El tanque se ubica en un punto elevado respecto al barrio para facilitar la distribución por gravedad. Este tanque regula el suministro y asegura una reserva constante de agua.

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil de 20 años, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

2.2.7.1.1 Volumen Requerido: *El volumen requerido se refiere a la cantidad de agua potable que debe almacenarse en un sistema para garantizar el suministro continuo y seguro a una población durante un período determinado. Este volumen se calcula considerando factores como la dotación diaria por habitante, la población proyectada, el tiempo de autonomía deseado (por ejemplo, en caso de interrupciones del servicio), y posibles variaciones en la demanda por hora o por temporada. (NTON 09 007-19, 2023)*

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

- a) Volumen Compensador: El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.
- b) Volumen de reserva: El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario.

2.2.8 Red de Distribución

La red de distribución es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras hidráulicas diseñadas para transportar y entregar agua potable desde los tanques de almacenamiento hasta los puntos de consumo en una comunidad. Su función principal es garantizar que el agua llegue con la presión, caudal y calidad adecuada a cada usuario, considerando la topografía, densidad poblacional y demanda proyectada.

Esta red debe cumplir con parámetros técnicos como velocidad máxima, pérdidas de carga aceptables, y materiales adecuados para asegurar eficiencia, durabilidad y facilidad de mantenimiento. (NTON 09 007-19, 2023)

Para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

- 1) Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario ($CHM = 2.5 * CPD$, más las pérdidas).
- 2) El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- 3) La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento

La red de distribución se presenta como la columna vertebral del sistema de agua potable: no es un simple entramado de tuberías, sino una red inteligente de conducciones, accesorios y estructuras hidráulicas que conectan el reservorio con cada hogar y negocio.

En el barrio La Fe, aplicar estos criterios significa empezar con un levantamiento detallado de altitudes y asentamientos. Dividir el barrio en zonas hidráulicas permitirá ajustar la presión en cada sector y dimensionar las tuberías según la densidad de usuarios. Esto evita tanto las fugas por sobrepresión en zonas bajas como la falta de servicio en las cumbres.

2.2.8.1 Trazado de Red: El trazado de red se refiere al diseño y disposición espacial de las tuberías y componentes de la red de distribución de agua potable, considerando criterios técnicos, topográficos y urbanísticos que aseguren eficiencia hidráulica, accesibilidad para mantenimiento y cobertura adecuada de la población. (NTON 09 007-19, 2023)

2.2.8.2 Diámetro de Tuberías: El diámetro de tuberías se refiere a la medida interna de las tuberías utilizadas en los sistemas de abastecimiento de agua potable, expresada generalmente en milímetros o pulgadas. Este parámetro es fundamental

para garantizar que el caudal de agua requerido llegue a los usuarios con la presión adecuada, minimizando pérdidas de carga y asegurando eficiencia hidráulica.

El diámetro se selecciona en función de factores como el caudal proyectado, la velocidad máxima permitida, la topografía del terreno, y el tipo de material de la tubería. Un diseño correcto evita sobrepresiones, facilita el mantenimiento y optimiza los costos del sistema. (NTON 09 007-19, 2023)

Se expresa en milímetros (mm) o pulgadas (in) y se selecciona en función del caudal de diseño, la presión de operación, el material de la tubería, y las condiciones topográficas del sistema.

2.2.8.2.1 Diámetro mínimo: *El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas rurales donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1 ½” (37.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 m.*

Tabla 3

Parámetros según la normativa

Condición de diseño	Diámetro mínimo recomendado	Norma o criterio técnico
Red de distribución urbana	50 mm	Siempre que se demuestre capacidad para demanda máxima.
Red de distribución rural sin crecimiento futuro	37.5 mm	Permitido con justificación técnica.
Conexión domiciliar	12.5 mm (½ pulgada)	Debe incluir medidor, válvula y caja protectora.

Condición de diseño	Diámetro mínimo recomendado	Norma o criterio técnico
Puesto público	12.5 mm por grifo	Hasta 2 grifos por puesto.

Fuente: Elaboración Propia

- El diámetro debe garantizar velocidades entre 0.60 m/s y 5.00 m/s.
- Debe resistir presiones internas (estáticas y dinámicas), cargas externas y golpes de ariete.
- La selección debe considerar material, topografía, demanda futura y análisis económico.
- En cruces aéreos o bajo carreteras, se requiere protección adicional y materiales resistentes.

2.2.8.3 Pérdidas de Carga: Las pérdidas en las redes de tuberías se refieren a la pérdida de energía dinámica del fluido, que se debe a la fricción de las partículas del fluido entre sí, y contra las paredes de la tubería que las contiene.

Las pérdidas pueden ser continuas, a lo largo de conductos regulares, o accidentales o localizados, por un estrechamiento, un cambio de dirección, la presencia de una válvula, etc. La pérdida de presión en tuberías se genera únicamente cuando el fluido está en circulación o movimiento.

Pérdidas secundarias o menores: Son las pérdidas producidas por ensanchamientos, contracciones, cambios de dirección, entradas, salidas, válvulas y demás accesorios de las tuberías. Estas pérdidas en algunos casos no son significativas y normalmente se ignoran, salvo que el proyectista considere necesario calcularlas.

Pérdida de carga unitaria (h_f): Es la pérdida de energía en la tubería por unidad de longitud debida a la resistencia del material del conducto al flujo del agua. Se expresa en m/km o m/m.

Pérdida por tramo (H_f): Viene a representar el producto de pérdida de carga unitaria por la longitud del tramo de tubería.

Se puede distinguir entre dos tipos de pérdidas de carga, pérdidas primarias y pérdidas secundarias.

- Pérdidas primarias

Se producen cuando el fluido se pone contacto con la superficie del conducto. Esto provoca que se rocen unas capas con otras (flujo laminar) o de partículas de fluidos entre sí (flujo turbulento).

- Pérdidas secundarias o pérdidas en singularidades

Se producen en transiciones del conducto (estrechamiento o expansión) y en toda clase de accesorios (valvulería, reguladores de tiro, codos).

Para las pérdidas primarias, las fórmulas más conocidas y empleadas son:

- Darcy-Weisbach
- Manning
- Hazen-Williams
- Scimeni

Darcy-Weisbach:

$$(3) \quad h_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

H_f: Pérdida de energía por fricción.

F: Coeficiente de pérdidas.

L: Longitud de la tubería (m).

D: Diámetro de la tubería (m).

V: Velocidad media del flujo (m/s).

G: Aceleración gravitacional (m/s²)

Hazen-Williams:

$$(4) \quad h_f = 10.67 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * \frac{L}{D}$$

Donde:

Q: Caudal (m³/s).

C: Coeficiente de Fricción de Hazen-Williams.

L: Longitud de la tubería (m).

D: Diámetro de la tubería (m).

En todas estas fórmulas, se supone que la tubería es de sección circular. Sin embargo, pueden ser utilizados para tuberías de secciones no circulares, mediante el empleo del llamado diámetro hidráulico. Utilizando este término se puede estudiar el comportamiento del flujo de la misma forma como si fuera una tubería de sección circular.

La rugosidad de las tuberías es un factor que afecta la pérdida de carga en los sistemas de tuberías. La rugosidad de la superficie de las tuberías aumenta la resistencia al flujo del fluido, lo que provoca turbulencia y reduce la eficiencia del sistema.

2.2.8.3.1 Factores que afectan la pérdida de carga:

- Longitud: A mayor longitud de la tubería, mayor pérdida de carga.
- Caudal: A mayor caudal de fluido, mayor pérdida de carga.
- Material: A mayor rugosidad del material, mayor pérdida de carga.
- Tipo de fluido: La densidad del fluido afecta los valores de pérdida de carga.
- Número de accesorios: La cantidad de accesorios instalados en el sistema afecta la pérdida de carga.
- Velocidad del fluido: La velocidad del fluido afecta la pérdida de carga.

2.2.8.3.2 Cálculo de la Pérdida de Carga: *La pérdida de carga se puede calcular mediante la fórmula de Darcy-Weisbach. En esta fórmula se utiliza el factor de fricción de Darcy (f), que caracteriza la rugosidad y la pérdida de carga en la tubería.*

La pérdida de carga continua es directamente proporcional a la velocidad del líquido y a la longitud del tramo de tubería que se estará considerando, e inversamente proporcional a su diámetro.

2.2.8.4 Conexiones: Las conexiones son los elementos que permiten enlazar la red de distribución de agua potable con los puntos de consumo individuales, como viviendas, instituciones o comercios. Estas conexiones deben garantizar la entrega segura, continua y controlada del agua, cumpliendo con parámetros técnicos de presión, caudal y calidad. Incluyen componentes como válvulas, acometidas, medidores y accesorios que facilitan el acceso al servicio, y deben diseñarse considerando la ubicación del usuario, el tipo de vía, y la facilidad de mantenimiento. (NTON 09 007-19, 2023)

2.2.9 Costo del Sistema

El costo de un sistema de agua potable en Nicaragua, o cualquier otro lugar, puede variar significativamente dependiendo de varios factores, como el tamaño de la población a servir, la complejidad del sistema (captación, tratamiento, distribución), la fuente de agua, y la tecnología utilizada. No existe un costo único, sino una gama de costos asociados con diferentes tipos de sistemas. (Departamento de Tarifas-INAA, 2019)

2.2.9.1 Materiales: Son los insumos físicos necesarios para realizar actividades de mantenimiento, reparación y operación del sistema de agua potable. Incluyen elementos como tuberías, válvulas, conexiones, herramientas menores, productos químicos para tratamiento, entre otros. (Departamento de Tarifas-INAA, 2019)

2.2.9.1.1 Materia Prima para Proyecto de Abastecimiento de Agua Potable:

A) Tubería PVC

Tubo PVC de 3”

El Tubo PVC SDR 26 de 3 pulgadas es un tipo de tubería utilizada principalmente en sistemas de agua potable. Algunas de sus principales características son:

1. Material: Está hecho de PVC (Policloruro de vinilo), un material plástico que es resistente a la corrosión. Esto significa que, a diferencia de las tuberías metálicas, no se oxida con el tiempo ni se deteriora por el contacto con el agua.
2. Diámetro y longitud: El diámetro del tubo es 3 pulgadas, lo que indica el ancho interior por donde pasa el agua. Su longitud estándar es 6 metros, lo que facilita su instalación en tramos largos sin necesidad de muchas conexiones.
3. Presión de trabajo: Este tubo está diseñado para soportar 160 psi (libras por pulgada cuadrada) de presión. En términos prácticos, esto significa que puede manejar una cantidad considerable de agua sin riesgo de roturas o fugas, ideal para redes de distribución de agua potable.
4. SDR 26: Esta es la relación entre el diámetro del tubo y el grosor de su pared. Un SDR de 26 indica que tiene una estructura resistente pero ligera, adecuada para transporte de agua sin requerir una pared demasiado gruesa que haga el tubo pesado.

Tubo PVC de 2”

Tubo PVC SDR 17 de 2 pulgadas

Sus características generales son:

1. Material: Fabricado en PVC (Policloruro de vinilo), un material ligero y resistente a la corrosión, lo que garantiza una larga vida útil sin afectaciones por el agua.
2. Diámetro nominal: 2 pulgadas, adecuado para sistemas de conducción de agua potable y otras aplicaciones hidráulicas.

3. Longitud estándar: Se comercializa en tramos de 6 metros, facilitando la instalación en redes de distribución.
4. Presión de trabajo: Soporta 250 psi, lo que lo hace apto para sistemas de abastecimiento de agua potable con una presión mayor que el SDR 26.
5. SDR 17: Indica la relación entre el diámetro exterior y el grosor de la pared, asegurando resistencia sin comprometer la facilidad de manipulación.
6. Resistencia química: Su composición permite alta resistencia a productos químicos presentes en el agua, evitando deterioro con el tiempo.

El PVC es un material ideal para este tipo de aplicaciones, ya que es resistente a la corrosión (no se ve afectado por los ácidos y las bases), ligero, fácil de cortar e instalar, y no transmite olores ni sabores, lo cual lo hace adecuado para agua potable.

Tubo de PVC 1/2"

Un tubo de 1/2 pulgada de PVC es una tubería fabricada con policloruro de vinilo (PVC), un material plástico ampliamente utilizado en sistemas de plomería, drenaje, riego y otras aplicaciones donde se requiere un conducto duradero, ligero y resistente a la corrosión.

Características del tubo de 1/2 pulgada de PVC:

1. Diámetro:

El diámetro nominal de este tubo es de 1/2 pulgada, lo que equivale a aproximadamente 1.27 cm de diámetro interno. El diámetro externo del tubo es un poco mayor debido al grosor de las paredes del PVC.

2. Material:

Hecho de PVC, un material plástico altamente resistente a la corrosión, lo que lo hace ideal para su uso en sistemas de agua potable, drenaje y otras aplicaciones que requieren conductos duraderos y que no se ven afectados por la humedad o agentes químicos.

3. Usos comunes:

Instalaciones de agua potable: Para transportar agua en sistemas de distribución domésticos o comerciales.

Sistemas de riego: Para el paso del agua en sistemas de riego agrícola o doméstico.

Sistemas de drenaje: Para la evacuación de aguas pluviales o aguas residuales.

Conexiones de pequeños dispositivos: Se utiliza en conexiones de pequeños aparatos, medidores de agua, o sistemas donde se necesita un flujo controlado.

B) Arena para Cama de Tubería

La arena para cama de tubería es un material utilizado en la instalación de sistemas de tuberías, especialmente en proyectos de agua potable, drenaje, sistemas de alcantarillado y gas. La arena se utiliza principalmente como base para las tuberías, proporcionando una capa de soporte que protege las tuberías contra golpes, presiones externas y la abrasión del suelo circundante.

Requisitos Técnicos

Tamaño de los Granos:

El tamaño del grano de la arena debe ser uniforme, con partículas que van generalmente desde 0.15 mm a 5 mm. El uso de partículas finas o polvo puede ser problemático, ya que puede generar compactación excesiva y limitar el drenaje adecuado.

La granulometría de la arena es un factor importante, ya que determina la capacidad de drenaje y la uniformidad de la base.

C) Accesorios de 2"

Codos de 2" de 90 grados

Un codo de 2 pulgadas de PVC es un accesorio utilizado en sistemas de tuberías de PVC para cambiar la dirección del flujo de agua (o cualquier otro fluido). Los codos son

fundamentales para dirigir las tuberías en ángulos específicos, generalmente en ángulos de 45° o 90°, dependiendo de la necesidad del proyecto.

Silleta PVC de 2" a 1/2"

Una silleta PVC de 2 pulgadas a media es un accesorio utilizado en sistemas de tuberías, especialmente en instalaciones de plomería, drenaje o sistemas de riego. Se trata de una pieza que permite conectar tuberías de PVC de 2 pulgadas con otro accesorio o tubo de media pulgada (aproximadamente 1.27 cm). Este tipo de conexión es útil cuando se necesita reducir el diámetro de la tubería o conectar dos tamaños diferentes de tuberías.

Tee de 2"

Un tee de 2 pulgadas de PVC es un accesorio en forma de "T" que se utiliza para dividir el flujo de agua o para conectar tres tuberías en un sistema. El tee de PVC es un componente esencial en sistemas de plomería, drenaje, riego y otras aplicaciones donde se requiere redirigir el flujo de un tubo principal hacia dos direcciones.

Tapón PVC de 2 "

Un tapón de PVC de 2 pulgadas es un accesorio utilizado para cerrar el extremo de una tubería de PVC de 2 pulgadas de diámetro. Este tipo de accesorio es fundamental cuando se desea sellar una tubería para evitar el paso de agua u otros fluidos, ya sea para pruebas, mantenimiento, o cuando una línea de tubería no está siendo utilizada.

Válvula de Compuerta de Bronce 2"

Una válvula de compuerta de 2 pulgadas es un dispositivo utilizado en sistemas de tuberías para controlar el flujo de agua u otros fluidos. Este tipo de válvula está diseñada para abrirse y cerrarse completamente, permitiendo o deteniendo el paso de líquido a través de una tubería. La válvula de compuerta se caracteriza por su capacidad para bloquear el paso de fluido de manera hermética cuando está cerrada.

D) Accesorios de 1/2"

Codo de 90° grados PVC

Un codo de 90° x 1/2" PVC es un accesorio utilizado en sistemas de tuberías para cambiar la dirección del flujo de agua o fluidos en un ángulo de 90 grados. Este tipo de codo está diseñado específicamente para ser utilizado con tuberías de PVC de 1/2 pulgada de diámetro.

Tee de 1/2"

Un tee de 1/2" PVC es un accesorio de plomería utilizado para conectar tres tramos de tubería de PVC de 1/2 pulgada de diámetro. La forma de "T" permite que el fluido o agua fluya de manera lineal en dos direcciones a partir de una sola tubería, lo que lo hace ideal para dividir o unir líneas de agua o líquidos.

Tapón de 1/2"

Un tapón de PVC de 1/2" es un accesorio utilizado para cerrar el extremo de una tubería de PVC de 1/2 pulgada de diámetro. Su principal función es sellar el final de una tubería para evitar que el agua u otros fluidos salgan o entren en el sistema, garantizando un cierre hermético.

E) Pega PVC

La pega PVC 1 G es un adhesivo diseñado específicamente para la unión de tuberías y accesorios de PVC (policloruro de vinilo) en sistemas de fontanería, drenaje, riego y otras aplicaciones similares. Este pegamento está formulado para proporcionar una conexión hermética y duradera entre las piezas de PVC, garantizando que no haya fugas de agua ni otros fluidos.

2.2.9.2 Mano de Obra: Es el conjunto de recursos humanos requeridos para ejecutar tareas operativas, de mantenimiento y administrativas del sistema de agua potable, incluyendo el pago de salarios, honorarios o compensaciones por servicios prestados. (Departamento de Tarifas-INAA, 2019)

2.2.9.2.1 Mano de Obra Directa e Indirecta de Proyecto de Abastecimiento de Agua Potable: La mano de obra directa en un proyecto de agua potable se refiere a los trabajos y tareas realizadas por los trabajadores directamente involucrados en la instalación y construcción del sistema de distribución de agua potable. Esto incluye la ejecución de las actividades que tienen un impacto directo en la infraestructura y en la instalación de los componentes del sistema, como tuberías, accesorios, y conexiones de agua.

2.2.9.2.2 Componentes de la Mano de Obra Directa en un Proyecto de Agua Potable: *Técnicos y Operarios:*

Fontaneros: Son los principales responsables de la instalación de las tuberías, conexiones y accesorios, como válvulas, tees, codos y otros componentes de PVC o metálicos.

Ayudantes de fontanero: Asisten en la preparación de materiales, manejo de herramientas, limpieza y corte de tuberías, y otras tareas de apoyo a los fontaneros.

Soldadores (si es necesario): En algunos proyectos, puede ser necesario contar con soldadores para unir piezas de acero o materiales metálicos que no sean de PVC, especialmente en sistemas más complejos o industriales.

Operarios de excavación: Se encargan de excavar zanjas para la instalación de las tuberías subterráneas, ya sea en áreas residenciales, comerciales o rurales. Este trabajo puede incluir el uso de maquinaria pesada.

Supervisores de obra: Supervisan que el trabajo se realice de acuerdo con los planos y especificaciones del proyecto, asegurándose de que todo se instale correctamente y que se sigan las normativas locales de salud y seguridad.

2.2.9.2.3 Actividades que se incluyen en la mano de obra directa:

Excavación y preparación del terreno: Excavación de zanjas para las tuberías, instalación de bases para las estaciones de bombeo, depósitos de agua, etc.

Corte y preparación de tuberías: Corte de tubos de PVC, acero o materiales similares a medida, preparación de accesorios como codos, tees, válvulas, etc.

Instalación de tuberías: Colocación de las tuberías en las zanjas o por encima del suelo, según lo especificado en los planos del proyecto.

Montaje de válvulas, tees, codos y otros accesorios: Unión de las tuberías mediante pegamento o roscado, según el tipo de material utilizado, para asegurar el paso del agua sin fugas.

Pruebas de presión y verificación: Después de instalar las tuberías y accesorios, se realizan pruebas para verificar la integridad del sistema y detectar posibles fugas.

Limpieza de la obra: A medida que se avanza en la instalación, los operarios también se encargan de limpiar el sitio y dejarlo en condiciones seguras.

2.2.9.2.4 Costos de la Mano de Obra Directa: *Los costos asociados a la mano de obra directa varían según el tipo de proyecto, la complejidad del trabajo, la ubicación y la experiencia de los trabajadores. Generalmente, estos costos se incluyen en el presupuesto total del proyecto de construcción, que puede dividirse en:*

Salarios: El pago de los técnicos, operarios y supervisores que trabajen directamente en la instalación de las tuberías y los componentes del sistema.

Tiempo estimado: La duración de la instalación depende del tamaño y la complejidad del proyecto. Los tiempos pueden variar considerablemente según la extensión de la red de agua potable, el tipo de terreno (rocoso, urbano, rural), y las condiciones climáticas.

Herramientas y equipos: Los trabajadores necesitan herramientas específicas, como sierras, cortadoras, soldadoras (si es necesario), y maquinaria pesada (excavadoras), que pueden ser alquiladas o compradas. El uso de estas herramientas también se incluye en los costos de la mano de obra directa.

2.2.9.3 Costos Indirectos: Según el (Fondo de Inversión Social de Emergencia, 2023), los costos indirectos son aquellos gastos necesarios para la ejecución de un proyecto que no se vinculan directamente con la construcción física de la obra, pero que son indispensables para su planificación, gestión, supervisión y administración. Algunos de estos pueden ser:

- Gastos administrativos del ente ejecutor.
- Supervisión técnica externa.
- Estudios de preinversión (topografía, diseño, impacto ambiental).
- Capacitación comunitaria.
- Costos de legalización o trámites institucionales.

En la estimación de los costos de venta, se debe hacer el correspondiente cálculo de los costos indirectos, márgenes de utilidad, imprevistos a fin de determinar el factor de sobre costo a aplicarse a los costos directos del proyecto.

2.2.9.3.1 Mano de Obra Indirecta: *La mano de obra indirecta en un proyecto de agua potable hace referencia a las actividades y trabajos realizados por personal que no está directamente involucrado en la instalación de las tuberías, accesorios y otros elementos del sistema de distribución de agua, pero que son esenciales para el buen desarrollo y gestión del proyecto en general. Este tipo de mano de obra incluye personal que apoya en la planificación, coordinación, supervisión, gestión de recursos, seguridad, y otras áreas operativas o administrativas.*

2.2.9.3.2 Componentes de la Mano de Obra Indirecta en un Proyecto de Agua Potable: *Personal de Supervisión y Gestión:*

Gerente de Proyecto: Es el responsable de la coordinación global del proyecto, la planificación, el control de los costos y el cumplimiento de los plazos. Su trabajo no es físico, pero es esencial para asegurar que todos los aspectos del proyecto se ejecuten de manera eficiente.

Inspector de calidad: Se asegura de que todos los materiales, procedimientos y trabajos realizados durante el proyecto cumplan con los estándares de calidad requeridos.

Coordinadores de seguridad: Son responsables de garantizar que el proyecto cumpla con las normas de seguridad laboral y que los trabajadores estén protegidos contra accidentes o riesgos durante la ejecución de las obras.

Personal administrativo: Se encarga de la gestión de permisos, trámites, pagos, control de inventarios y la gestión de la documentación del proyecto.

2.2.9.3.3 Actividades que Se Incluyen en la Mano de Obra Indirecta:

Planificación y gestión: La organización, asignación de recursos, y programación de las actividades del proyecto son tareas realizadas por personal administrativo y de gestión. Esto incluye la contratación de personal, adquisición de materiales, y la planificación de los tiempos de trabajo.

Logística y aprovisionamiento: Asegurar que los materiales, herramientas y equipos necesarios estén disponibles en el sitio de trabajo. Esto puede incluir la contratación de personal para gestionar el almacén, transporte y distribución de materiales.

Seguridad laboral: Los coordinadores de seguridad realizan tareas como la planificación de medidas preventivas, formación del personal en medidas de seguridad, y la supervisión del cumplimiento de las normativas de seguridad en la obra.

Supervisión y control de calidad: El equipo encargado de la supervisión revisa la correcta ejecución de los trabajos y verifica que se sigan los procedimientos adecuados, tanto en la instalación como en las pruebas de presión y calidad del agua.

Gestión administrativa: Incluye la gestión de pagos a proveedores, control de presupuesto, permisos gubernamentales, y la recopilación de información y documentación relevante para el proyecto.

2.2.9.3.4 Costos de la Mano de Obra Indirecta:

Salarios: Incluyen los salarios de los supervisores, gerentes de proyecto, personal administrativo y de seguridad. Estos costos se suman al presupuesto global del proyecto, aunque no son directamente relacionados con la instalación física del sistema de agua.

Herramientas y materiales administrativos: Aunque no son materiales de construcción, el personal indirecto también requiere equipos para su trabajo, como computadoras, software de gestión de proyectos, vehículos, entre otros.

Servicios externos: A menudo, el trabajo indirecto también incluye servicios contratados, como consultores de calidad, auditores o personal especializado en normativas y permisos, lo que aumenta el costo total del proyecto.

2.2.10 Documentación técnica

Según el (Sistema Nacional de Inversiones Públicas en Nicaragua, 2021), la documentación técnica son el conjunto de planos, memorias descriptivas, estudios especializados, especificaciones técnicas, presupuestos, cronogramas y otros documentos que sustentan técnica y operativamente la formulación, evaluación y ejecución de un proyecto de inversión pública o privada. Estos pueden ser:

- Planos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones.
- Memoria técnica que describe el diseño, materiales y criterios utilizados.
- Presupuesto detallado con análisis de precios unitarios.
- Cronograma de ejecución con fases y tiempos estimados.
- Estudios complementarios: impacto ambiental, topografía, geotecnia, hidráulica, etc.
- Especificaciones técnicas que definen estándares de calidad y ejecución.

2.2.10.1 Memoria de Calculo: Es un documento técnico que describe, justifica y detalla el proceso de dimensionamiento, análisis y verificación de los elementos estructurales, hidráulicos, sanitarios o eléctricos de un proyecto, con base en criterios normativos, parámetros de diseño y resultados obtenidos. (Sistema Nacional de Inversiones Públicas en Nicaragua, 2021)

2.2.10.2 Planos: Son representaciones gráficas detalladas que ilustran el diseño físico, estructural y funcional de una obra, elaboradas conforme a normas técnicas nacionales e internacionales, y que permiten verificar la viabilidad constructiva del proyecto. (Sistema Nacional de Inversiones Públicas en Nicaragua, 2021)

2.3 Marco legal

Autoridad de Aguas Nacionales (ANA)

Ente Regulador

Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 007-19, 2023)

La Autoridad de Aguas Nacionales (ANA), Ente Regulador del sector de agua potable y alcantarillado sanitario, a través de su departamento técnico correspondiente, ha elaborado las presentes Normas de diseño de sistemas de abastecimiento y potabilización del agua.

Estas normas incorporan parámetros de diseño actualizados, retomando los lineamientos establecidos en las Normas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable formuladas en 1989 por el entonces Ministerio de Construcción y Transporte (MCT), e integrando además los criterios específicos para la potabilización del agua, que no fueron considerados en la versión anterior.

El propósito de estas normas es establecer directrices fundamentales para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua, con el fin de contribuir al desarrollo eficiente y sostenible de los sistemas existentes y futuros en el sector. Se espera que estas disposiciones sean de utilidad para proyectistas, instituciones y entidades dedicadas a la formulación de proyectos relacionados con el suministro de agua.

Tabla 4

Marco Legal

Ítems	Norma	Capitulo	Aplicación
1	(NTON 09 007-19, 2023)	Capitulo I.	<p>Se incluye la proyección de población considerando los métodos más comunes que se utilizan y que son aplicables al sector rural, también se incluye dotación y población a servir en donde lo reflejado es la experiencia de muchos años, así como estudios realizados en el campo como soporte a lo señalado en el documento.</p> <p>El análisis de la línea de conducción y red de distribución se realizará aplicando la formula Hazen - Williams.</p> <p>Capítulo II. Para el cálculo de las poblaciones futuras de Proyección de la población. se usará el método geométrico expresado por la fórmula siguiente:</p> $P_n = P_o * (1 + r)^n$ <p>Donde:</p> <p>P_n=Población del año "n".</p> <p>P_o= Población al inicio del periodo de diseño.</p> <p>r= Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.</p> <p>n = Número de años que comprende el periodo de diseño.</p>

Items	Norma	Capitulo	Aplicación
Capítulo Dotación población servir.	III: y a	Dotación de agua para poblaciones y concentradas: Para el rango de población de entre 10001 a 15000 se asignará una dotación de 150 lppd. Para los pozos excavados a mano y pozos perforados se asignará dotación de 20 a 30 lppd.	
Capítulo Parámetros de diseños	IV.	En los diseños de proyectos de Abastecimiento de Agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de: Determinar que periodos de estos componentes del Sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad. Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas.	
Capitulo Fuentes abastecimiento	V.	a) El caudal máximo de explotación será obtenido mediante una prueba de bombeo. b) El caudal máximo de explotación del pozo será igual o superior a 19 litros por minuto.	

Items	Norma	Capitulo	Aplicación
		Capítulo VII. Línea de conducción y red de distribución.	<p>a) Se diseñará para la condición de consumo de máximo día al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario (CMD= 1.5 CPD).</p> <p>b) En los puntos críticos se deberá mantener una presión de 5 m por lo menos. La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo, se recomienda mantener una presión estática máxima de 70 mts, incorporando en la línea taquillas rompe presión donde sea necesario.</p>
2	(LEY N°. 217, 1996)	Principios Fundamentales:	<ul style="list-style-type: none"> • Uso racional y sostenible de los recursos hídricos. • Protección y conservación de cuencas y sistemas hídricos. • Participación ciudadana en la gestión del agua.
		Regulación y Control:	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de impacto ambiental antes de la ejecución de proyectos. • Supervisión del uso del agua para evitar contaminación y sobreexplotación.

Items	Norma	Capítulo	Aplicación
		Ordenamiento Territorial:	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación del uso del suelo considerando la protección de fuentes de agua. • Creación de zonas de protección alrededor de cuerpos de agua.
		Gestión y Administración :	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas para garantizar la biodiversidad y el acceso sostenible al agua. • Fomento de la educación ambiental para promover el uso responsable del agua.
		Sanciones y Cumplimiento:	<ul style="list-style-type: none"> • Penalización de actividades que causen deterioro ambiental o contaminación de fuentes hídricas. • Mecanismos de denuncia y participación ciudadana para garantizar el cumplimiento de la ley
3	(Ley N° 1046, 2020)	Capítulo VII: Ley N°. 1046 – Reforma a la Ley General de Aguas Nacionales	Art 1: Establece el marco jurídico institucional para la administración, conservación, desarrollo y uso sostenible de los recursos hídricos, incluyendo agua superficial, subterránea y residual

Items	Norma	Capitulo	Aplicación
			<p data-bbox="854 268 1469 352">Art 14: Autoridad de Aguas Nacionales (ANA):</p> <ul data-bbox="906 384 1469 636" style="list-style-type: none"> • Se consolida como ente rector, técnico y administrativo del sector hídrico. • Asume funciones de regulación, fiscalización y normación. <p data-bbox="854 657 1469 793">Art 33: Prioridad del uso del agua: El consumo humano tiene prioridad sobre otros usos.</p> <p data-bbox="854 846 1469 982">Art 36: Planificación por cuencas: Se promueve la gestión territorial con enfoque de cuenca hidrográfica.</p> <p data-bbox="854 1014 1469 1150">Art 52: Participación comunitaria: Se reconoce el papel de las comunidades en la gestión y vigilancia del recurso hídrico.</p>

Fuente: Elaboración propia

2.3 Marco Institucional

Universidad de Ciencias Comerciales (UCC)

Fuente: (UCC, 2025)



Historia y Evolución

La Universidad de Ciencias Comerciales (UCC) es una institución privada nicaragüense con más de 50 años de trayectoria en la formación profesional. Nació como Instituto de Ciencias Comerciales en 1964 y ha evolucionado hasta convertirse en una universidad reconocida por su enfoque en carreras técnicas, empresariales y sociales.

Misión

Formar profesionales integrales, éticos, con visión humanística, competitivos, emprendedores y con liderazgo, comprometidos con el desarrollo de Nicaragua.

Visión

Ser una universidad líder en educación superior, reconocida por su calidad académica, innovación y compromiso social.

Oferta Académica

- Licenciaturas en Administración de Empresas, Contaduría Pública, Derecho, Marketing y Publicidad, entre otras.
- Sedes en Managua, León y Matagalpa.
- Programas técnicos, diplomados y cursos intensivos.

Autoridades Académicas

- Rector: Eddy Baltodano
- Vicerrectores: Marvin Jiménez (General), Maria Cuadra (Académico)
- Presidenta de la Junta Directiva: Nejama Bergman Padilla
- Dirección Académica Campus Matagalpa: Margarita González

Empresa Municipal de Acueductos de Río Blanco (EMARB)

Fuente: (EMARB, 2010)



Naturaleza Institucional

EMARB es una empresa municipal creada para gestionar el servicio de agua potable y saneamiento en el municipio de Río Blanco, Matagalpa. Su modelo de gestión se basa en principios de sostenibilidad, participación comunitaria y eficiencia operativa.

Enfoque de Gestión

- Aplica los principios de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH).
- Promueve el acceso equitativo al agua potable como derecho humano.
- Implementa mecanismos de tarificación progresiva y pago por servicios ambientales, adaptados al contexto local.

Experiencias Relevantes

- Desarrollo de un sistema tarifario justo y sostenible.
- Fortalecimiento de capacidades locales para la operación y mantenimiento del sistema.
- Participación de la comunidad en la toma de decisiones.
- Reconocida como una buena práctica por organizaciones como PCI Nicaragua y COSUDE.

Objetivos Institucionales

- Garantizar la prestación continua y de calidad del servicio de agua potable.
- Fomentar la sostenibilidad financiera y ambiental del sistema.
- Contribuir al desarrollo local mediante la mejora de condiciones sanitarias.

Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Fuente: (ANA, 2021)



Naturaleza Institucional

La ANA es el ente rector del recurso hídrico en Nicaragua, responsable de la planificación, regulación, control y administración del uso y aprovechamiento del agua en el país. Fue creada mediante la Ley No. 620, Ley General de Aguas Nacionales, como parte del proceso de modernización del sector hídrico.

Misión

Garantizar la gestión sostenible del recurso hídrico mediante la regulación, planificación y control de su uso, promoviendo el acceso equitativo, la conservación ambiental y el desarrollo económico.

Visión

Ser una institución técnica, eficiente y transparente, que lidera la gobernanza del agua en Nicaragua, articulando esfuerzos interinstitucionales y comunitarios.

Funciones Principales

- Otorgamiento de concesiones y licencias de uso de agua.
- Elaboración del Plan Nacional de Recursos Hídricos.
- Supervisión de obras hidráulicas y sistemas de aprovechamiento.
- Coordinación con gobiernos locales, empresas y organizaciones comunitarias.

Presupuesto y Planificación

- El presupuesto de ANA está orientado a fortalecer capacidades técnicas, mejorar el monitoreo de fuentes hídricas y ampliar la cobertura de regulación en zonas rurales y urbanas.
- Se priorizan proyectos de infraestructura hídrica, educación ambiental y fortalecimiento institucional.

Alcaldía Municipal de Río Blanco

Fuente: (Alcaldía de Río Blanco, 2025)



Naturaleza Institucional

La Alcaldía de Río Blanco es el gobierno local responsable de la administración pública, el desarrollo territorial y la prestación de servicios municipales en el municipio de Río Blanco, departamento de Matagalpa. Su gestión se rige por la Ley de Municipios (Ley No. 40) y está orientada al desarrollo sostenible y participativo.

Misión

Promover el desarrollo integral del municipio mediante la planificación participativa, la inversión en infraestructura básica, el fortalecimiento institucional y la protección del medio ambiente.

Visión

Ser una institución eficiente, transparente y cercana a la ciudadanía, que impulsa el bienestar social, económico y ambiental de las comunidades rurales y urbanas del municipio.

Funciones Principales

- Planificación y ejecución de proyectos de infraestructura (agua potable, caminos, energía).
- Gestión ambiental y ordenamiento territorial.
- Promoción de la participación ciudadana y el desarrollo comunitario.
- Administración de recursos municipales y coordinación con instituciones nacionales.
- Apoyo a sectores productivos locales, educación, salud y cultura.

Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP)

Fuente: (SNIP, 2021)



Naturaleza Institucional

El SNIP es el sistema rector de la inversión pública en Nicaragua, creado mediante el Decreto No. 61-2001 y adscrito al Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Su propósito es garantizar que los proyectos de inversión pública sean técnicamente viables, financieramente sostenibles y socialmente relevantes.

Misión

Coordinar, evaluar y monitorear los proyectos de inversión pública para asegurar su alineación con los planes nacionales de desarrollo, la eficiencia en el uso de recursos públicos y el impacto positivo en la calidad de vida de la población.

Visión

Consolidar un sistema de inversión pública transparente, participativo y orientado a resultados, que contribuya al desarrollo económico y social del país.

Funciones Principales

- Formular normas, guías y metodologías para la preparación y evaluación de proyectos.
- Administrar el Sistema de Información de Inversión Pública (SIIP).
- Emitir el Aval Técnico para proyectos que cumplan con los requisitos establecidos.
- Coordinar con las Unidades Sectoriales de Inversión Pública (USIP) en ministerios y alcaldías.

Metodologías Disponibles

- Metodología General de Preinversión
- Metodologías específicas para agua potable, salud, educación, energía, infraestructura vial, entre otras.

CAPITULO III: DISEÑO METODOLOGICO

3.1 Tipo de Investigación y Proyecto

Esta investigación se desarrolla principalmente bajo un enfoque cuantitativo, orientado a la recolección y análisis de datos estructurados mediante instrumentos como matrices técnicas y registros normativos. Sin embargo, se incorporan elementos cualitativos complementarios, como las encuestas, revisión documental y observaciones de campo, que permiten contextualizar los hallazgos y enriquecer la interpretación de los resultados.

Se aplica un diseño transversal porque la recolección de datos se realizó en un único momento temporal para caracterizar el estado situacional, midiendo todas las variables de forma simultánea.

La integración de estas estrategias busca examinar el tema planteado desde múltiples dimensiones, abarcando aspectos técnicos, sociales e institucionales vinculados al diseño y gestión de sistemas de abastecimiento de agua potable.

Al emplear ambos recursos, se fortalece la calidad de los datos obtenidos y se mejora la solidez de los resultados, ya sea en relación con el sitio de estudio, el proyecto propuesto, el terreno intervenido o los marcos normativos aplicables.

Respecto a la recopilación y al tratamiento de la información, estas investigaciones se basan en el uso de datos obtenidos de documentos y textos que sustentan el tema abordado. El análisis y las conclusiones buscan aportar nuevos conocimientos al ámbito de estudio. Para fundamentar estas investigaciones, el investigador utiliza conceptos, definiciones y teorías verificadas, apoyándose en aportaciones consolidadas.

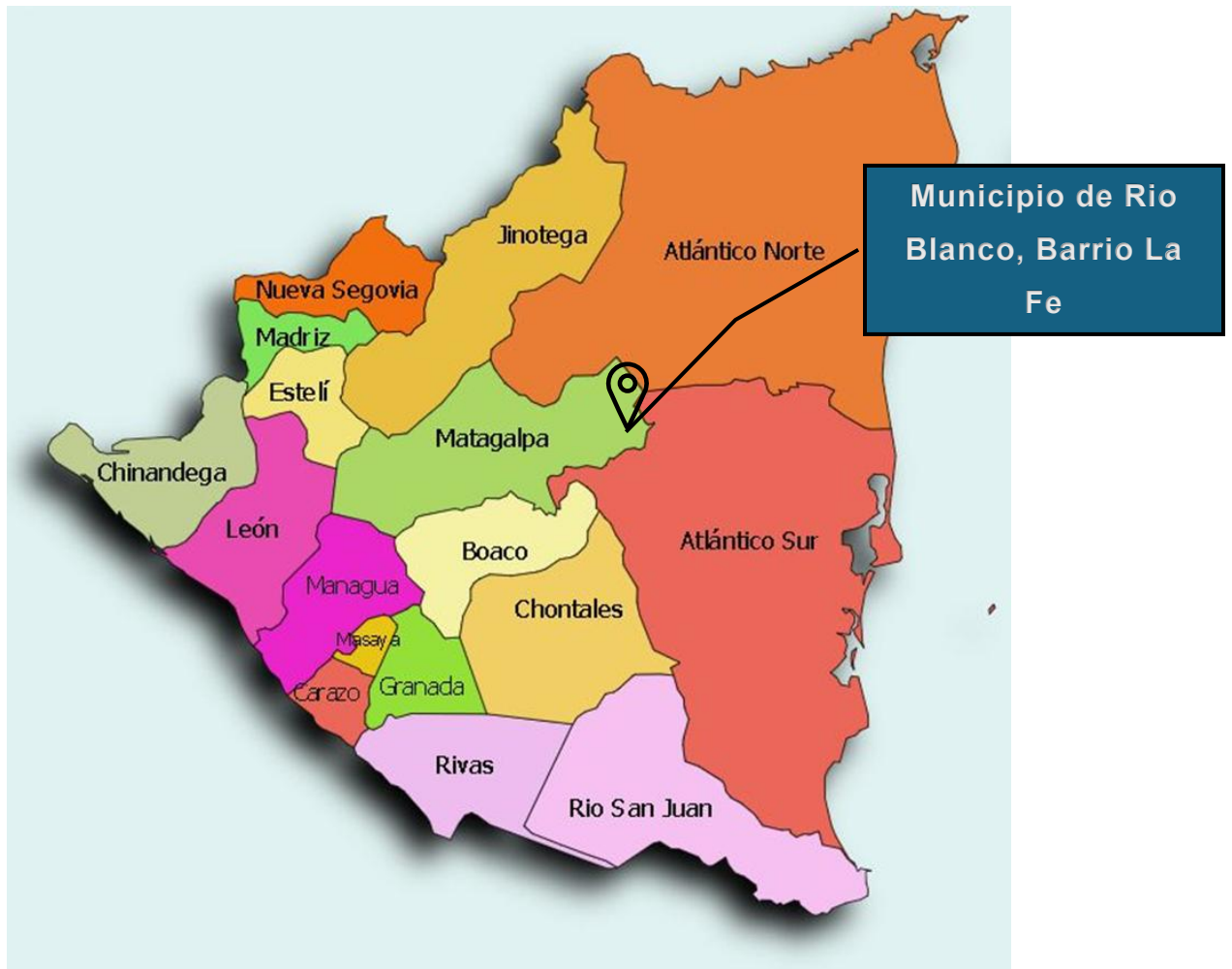
Finalmente, este tipo de estudio se diseña para que el estudiante, mediante un método estructurado, exponga su propia interpretación sobre el fenómeno de interés, con el fin de aclarar su significado y ofrecer una explicación integral.

3.2 Área de Estudio: macro y micro localización

3.2.1 Macro localización

Figura 1

Mapa de Macrolocalización



Fuente: Google Imágenes

El departamento de Matagalpa es después del departamento de Jinotega el segundo más extenso y la quinta entidad nacional más grande de la República de Nicaragua, representa la segunda entidad más poblada, pero con menor densidad poblacional debido a su tamaño. Los límites del departamento son al norte con el departamento de Jinotega, al sur con los departamentos de Boaco y Managua, al este con las regiones

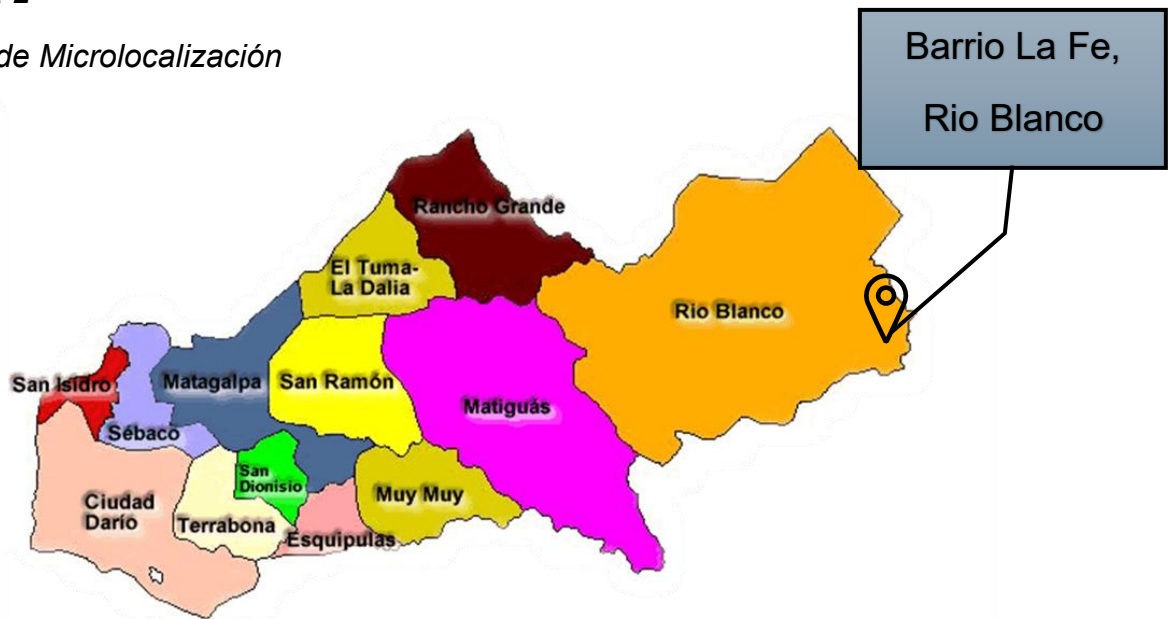
autónomas de la Costa Caribe Norte y Costa Caribe Sur y al oeste con los departamentos de Estelí y León. (City Population, 2023)

Está a 125 kilómetros al noreste de la capital de Managua, la forma más económica de viajar entre Matagalpa y Managua es en autobús, que tarda unas 2 horas y 15 minutos. Matagalpa posee dos terminales de autobuses: La terminal norte o Guanuca conecta a la ciudad con los municipios del interior y es el punto de confluencia de personas de la zona rural del departamento, también maneja un gran volumen de mercancías y granos básicos y Terminal Sur ubicada frente al mercado sur es la conexión de la ciudad con las principales ciudades de la región como Estelí y Jinotega además de la capital Managua, los demás métodos de transporte pueden ser motocicletas, carros, camioneta, micro buses, camiones y cualquier forma de transporte privada o pública. (Alcaldía de Matagalpa, 2005)

3.2.2 Microlocalización

Figura 2

Mapa de Microlocalización



Fuente: Google Imágenes

El municipio de Río Blanco, ubicado en el departamento de Matagalpa, limita al norte con Rancho Grande, Waslala y Mulukukú; al sur y oeste con Matiguás; y al este con Paiwas. Su cabecera municipal se encuentra a 195 kilómetros de la ciudad capital, Managua, lo que le da una posición estratégica en la región central de Nicaragua. Esta

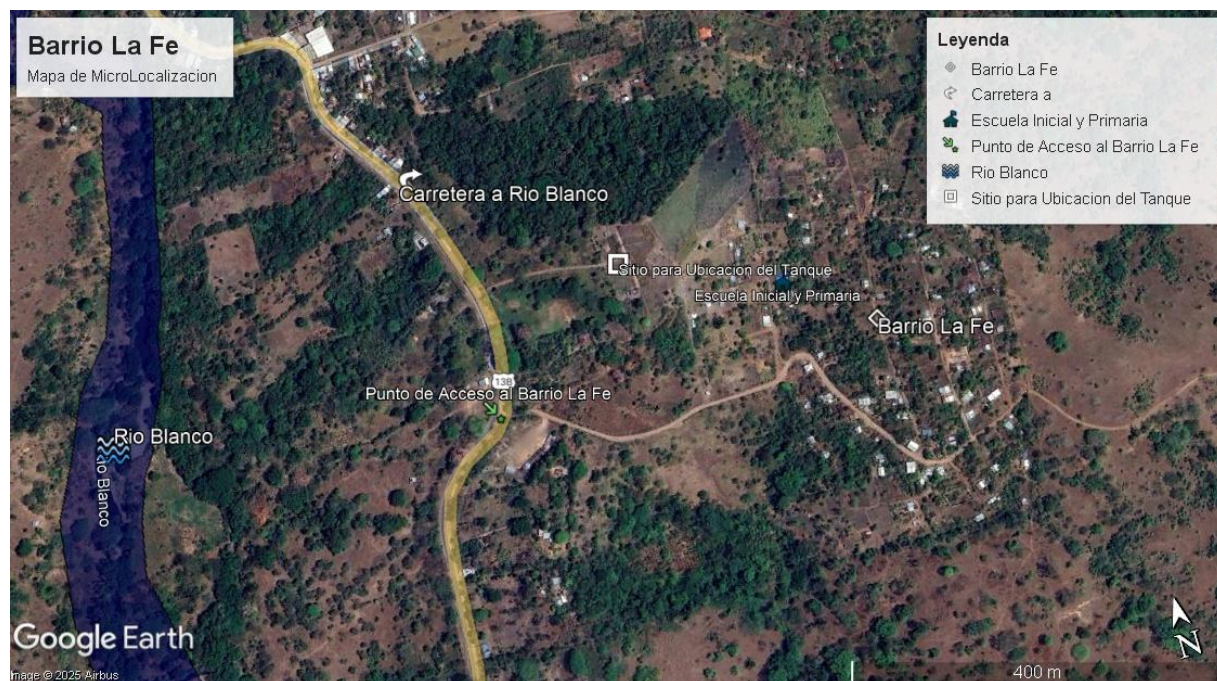
ubicación facilita el intercambio comercial con municipios vecinos y permite articular proyectos de desarrollo enfocados en el mejoramiento de infraestructura y sostenibilidad territorial.

Río Blanco cuenta con una cabecera municipal del mismo nombre y está conformado por 16 comarcas rurales, entre las que se destacan: Kukuinita, La Estrechura, Lisawe, Los Baldes, Suba, Irlan, Wanawas, La Auló, Walana, El Martillo, Malawas, WanaWana, El Pavón, Banderitas, La Bodega y Kurinwacito. (Alcaldía de Río Blanco, 2025)

3.2.3 Sitio de Obra del Proyecto

Figura 3

Foto Satelital del Barrio La Fe



Fuente: Google Earth Pro

El sitio de obra del proyecto se ubica en dirección de la salida a Bocana de Paiwas 2 kilómetros al Sur de la Circunvalación de Río Blanco, barrio La Fe, Municipio de Río Blanco, Departamento de Matagalpa, el cual se encuentra a 210 kilómetros de la capital Managua.

Desde el punto de vista hidrográfico regional, el barrio La Fe se inserta en la cuenca del río Blanco tiene un área de 43.3km² y está ubicada en el municipio de Río Blanco,

al este del departamento de Matagalpa, a una distancia aproximada de 185 km y de 210 km de la capital de Managua, con coordenadas geográficas de 12°55' latitud Norte y 85°14' de longitud Oeste, con una altitud promedio de 371 m.s.n.m. Presenta un clima de bosque subhúmedo tropical, con una precipitación que no superan los 2000 mm anuales. El periodo húmedo es entre los meses de mayo a noviembre y el periodo seco es de diciembre a abril con temperaturas medias anuales que oscila entre 28 a 35°C. Se caracteriza por presentar bosques perennifolios de zonas secas y húmedas; con respecto a la topografía es muy variada con predominio de suelos ondulados (55%), y suelos planos (43%) y zonas abruptas (2%) y la principal actividad económica es la ganadería. (Alcaldía de Rio Blanco, 2025)

3.2.2.1 Accesibilidad al Sitio: Las vías de acceso son por carretera hacia Bocana de Paiwas de adoquín y el resto de trocha. Las personas se transportan a caballo, moto y vehículos livianos.

La topografía del terreno es plana con tipo de suelo combinado y con pendientes variables en diferentes tramos, teniendo como elevación mínima 251 m.s.n.m. y como máximo 280 m.s.n.m. aproximadamente.

3.2.2.2 Vertedero Municipal: "Vertedero municipal o urbano: Es un vertedero que, bajo ciertas consideraciones o estudios de tipo económico, social y ambiental, es destinado por los gobiernos municipales o ciudadanos. También son conocidos como "vertederos controlados" o "rellenos sanitarios" (Vargas, 2012). Por lo tanto, son los sitios destinados por los gobiernos para que una vez recolectada la basura sean llevadas a estos sitios. En este tipo de vertedero se encuentra el de la ciudad de Rio Blanco, destinado por parte de la Alcaldía municipal el cual está ubicado en la parte sureste de la ciudad a 5 kilómetros.

3.3 Unidades de análisis: Población y Muestra

3.3.1 Población

La población actual en el sitio del proyecto es de 633 habitantes basado en el último conteo realizado. La población objetivo representa el criterio fundamental para determinar la magnitud de los componentes que conforman el sistema.

Para el cálculo de las poblaciones futuras se usará la fórmula siguiente:

$$(5) \quad P_n = P_o(1 + i)^n$$

Donde:

P_n = Población del año “n”

P_o = Población al inicio del período de diseño

i = Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

n = Número de años que comprende el período de diseño.

Tabla 5

Resultado Obtenido de Ecuación 5

Datos	Ecuación	Resultado
P_n : ¿? habitantes	(5) $P_n = P_o(1 + i)^n$	$P_n =$
P_o : 633 Habitantes		1064 <i>Habitantes para 2046</i>
i : 2.5% crecimiento geométrico		
n : Periodo de 20 años		

Fuente: Elaboración Propia

3.3.1.1 Parámetros Para Tomar en Cuenta para Censo

Características Sociales y Demográficas: La población de este barrio está compuesta por 633 personas, distribuidas en 105 hogares. Predomina una población joven, con un fuerte sentido de pertenencia cultural y tradición comunitaria.

Economía: la economía local está basada principalmente en la agricultura, especialmente en el cultivo de maíz y frijoles, que son pilares fundamentales para la subsistencia y generación de ingresos. También existen pequeñas iniciativas de ganadería y comercio local que complementan el sustento de las familias.

Educación y Salud: El barrio La Fe cuenta con solamente 1 escuela de educación primaria y ningún puesto de salud disponible. Sin embargo, enfrenta desafíos en cuanto a acceso a recursos educativos avanzados y atención médica primaria o especializada, lo que representa una oportunidad para proyectos de desarrollo.

Infraestructura y Servicios: El acceso vial al barrio es limitado, aunque la carretera principal es de pavimento semirrígido, también tiene trochas de tierra desaparecen en las temporadas de lluvia, lo cual dificulta la conectividad. Los servicios básicos, como agua potable y energía eléctrica, están disponibles de forma irregular, y es necesario trabajar en la mejora del saneamiento ambiental.

3.3.2 Muestra

El proceso de muestreo para la planificación de un sistema de agua potable es un elemento clave en cualquier proyecto orientado a garantizar el acceso al agua potable y reducir la contaminación de los recursos naturales. Por ello, en la etapa de formulación y diseño, resulta indispensable estimar el número de habitantes de la

3.3.3 Tipo de muestreo

Se utilizará un muestreo no probabilístico por conveniencia, En barrios rurales como La Fe el acceso a la información censal actualizada y la dispersión geográfica dificultan la aplicación de muestreos probabilísticos, dado que se conoce la proporción de hombres y mujeres. Esto asegura que ambos grupos estén representados proporcionalmente. De esta manera, se seleccionará una muestra de hombres y mujeres, respetando la estructura poblacional del Barrio La Fe.

3.3.3.1 Muestreo Censal:

- **Definición de la población:** Se establece el grupo de estudio, asegurando que todos los individuos sean incluidos.

- **Recolección de datos:** Se utilizan encuestas, registros administrativos o censos físicos para obtener información de cada unidad de la población.
- **Procesamiento y análisis:** Se organizan los datos recopilados y se aplican métodos estadísticos para obtener conclusiones precisas.
- **Validación de resultados:** Se verifica la calidad de los datos y se corrigen posibles errores antes de la publicación de los resultados.

3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos

Tabla 6

Técnicas de Recolección de Datos

Técnicas de investigación Cuantitativo	Tipos	Instrumento de recolección de datos	Herramientas para procesamiento de información
Observación Directa	- De campo Grupal	-Diario de Campo	- Libreta de Notas Celular
Análisis Documental	- Análisis de información impresa o digital	-Registro de datos	- Revisiones bibliográficas en bases de datos
Levantamiento Topográfico	- En campo	- Estación Total	- Microsoft Excel - AutoCAD 2022

Fuente: Elaboración propia

Observación Directa:

a) Ejecución de la Observación:

- Se realizaron visitas al barrio La Fe, enfocándose en las áreas más alejadas.
- Se registraron hallazgos mediante descripciones detalladas y fotografías.
- Se utilizaron herramientas GPS para obtener datos precisos en áreas de difícil acceso.

b) Registro de Datos:

- Se anotaron observaciones relevantes en fichas predefinidas por ejemplo topografía del suelo, presencia de obstáculos en carretera, etc.
- Se complementaron las descripciones con evidencia visual que respalde los hallazgos.

Levantamiento Topográfico y Planimétrico:

- Uso de GPS y Estación Total para mapear la zona del proyecto.
- Mediciones de altitud y planitud, pendientes y cambios en la estructura del terreno.

I. Preparación del Sitio:

- Se delimito el área de estudio mediante coordenadas geográficas.
- Se realizó un reconocimiento inicial para identificar obstáculos.

II. Recolección de Datos:

- a. Se realizaron mediciones en campo para recoger información sobre altitudes, distancias y objetos presentes.

Encuestas y Entrevistas con el Barrio:

- Recopilación de percepciones sobre la situación actual del sistema de agua potable en el barrio.
- Consulta sobre prácticas de acceso al vital líquido y posibles estrategias de planificación.
- Evaluación socioeconómica y aceptación de participación comunitaria para llevar a cabo el proyecto.

3.5 Confiabilidad y validez de los instrumentos

Se utilizaron los siguientes instrumentos de recolección como Fuentes Primarias y Secundarias:

- Fuentes Primarias: Encuestas y Visitas de Campo.
- Fuentes Secundaria: Se consultó a Base de Datos como Dialnet, Scielo, Google Academic, Informes técnicos, Sitios web e Internet.

Diagnostico Situacional:

- Censo Poblacional: Centro de salud de Rio Blanco.
- Encuestas: Informante clave.

Estudios de Ingeniería:

- Topografía: Informante clave (Topógrafo autorizado)
- Hidrología: Informante clave (EMARB)

3.5.1 Confiabilidad de los Instrumentos

Para asegurar la **confiabilidad** de los instrumentos utilizados en esta investigación, se aplicó el **Alfa de Cronbach** mediante el software **SPSS**, obteniendo un coeficiente de **0.94**, lo que indica un alto nivel de consistencia interna y confiabilidad. De acuerdo con los estándares estadísticos, un valor superior a **0.70** se considera aceptable, mientras que valores por encima de **0.80** reflejan una confiabilidad alta, adecuada para garantizar la precisión y estabilidad de las mediciones realizadas. Esto respalda la calidad de los datos obtenidos y la validez de las conclusiones del estudio.

Figura 4

Resumen de Procesamiento SPSS

Resumen de procesamiento de casos			
		N	%
Casos	Válido	10	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	10	100,0

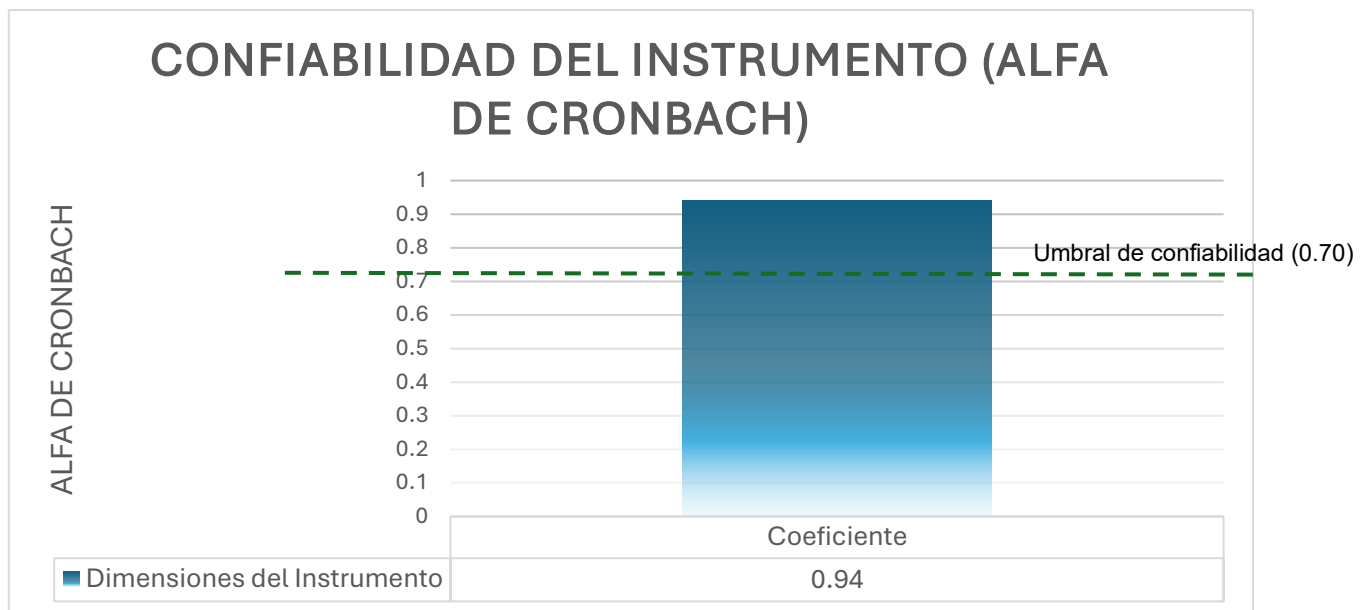
a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,940	15

Fuente: Software SPSS

Figura 5

Gráfico de Barras – Alfa de Cronbach



Fuente: Elaboración propia

Eje X: Dimensiones del instrumento.

Eje Y: Coeficiente Alfa de Cronbach.

Incluye una línea horizontal en **0.70** como referencia para mostrar que el resultado es superior a este umbral.

3.6 Procesamiento de datos y análisis de información

3.6.1 Encuesta a Pobladores

1. Definición del Perfil de los Encuestados:

Se seleccionaron por medio de la ecuación de la muestra, también tomando en cuenta que al ser un proyecto académico para este caso se trabajó con un grupo focalizado en habitantes que sean núcleos de familia.

2. Ejecución de las Encuestas:

- Se realizaron encuestas en un ambiente cómodo para el encuestado, asegurando privacidad y confianza.

- Se utilizaron grabadoras de audio y unas preguntas escritas, con el consentimiento del participante, para registrar sus respuestas de manera precisa.
- Se emplearon técnicas de escucha activa para explorar en mayor profundidad los temas mencionados por el encuestado.

3. Análisis de la Información:

- Se transcribieron y codificaron las respuestas para identificar patrones, temas recurrentes y perspectivas únicas.
- Se vincularon los hallazgos con los objetivos del proyecto.

3.7 Tabla de Operacionalización de las Variables

Tabla 7

Tabla de Operacionalización de las Variables

Objetivo Específico	Variable	Subvariables	Tipo de Instrumento	Dirigido a
Diagnosticar acceso y demanda	Condiciones de acceso al agua	- Cobertura del servicio - Frecuencia del suministro		
	Demanda actual	- Población actual - Consumo promedio - Dotación normativa	Entrevistas Observación en campo	Población local Instituciones de salud
	Condición socioeconómica	- Nivel de ingresos - Ocupación - Tipo de vivienda		
Identificar funcionamiento hidráulico	Funcionamiento hidráulico	- Presiones - Caudales - Velocidades - Continuidad del servicio	Observación en campo Inspección técnica	Personal técnico municipal

Objetivo Específico	Variable	Subvariables	Tipo de Instrumento	Dirigido a
	Normativa aplicada	- Parámetros de diseño - Criterios de funcionamiento	Análisis comparativo Revisión técnica	Ingenieros diseñadores Reguladores
Dimensionar tanque de almacenamiento	Almacenamiento	- Volumen requerido - Tipo de estructura - Capacidad del Tanque - Reconocimiento técnico del área	Cálculo técnico Simulación con software Revisión normativa	Ingenieros responsables
Modelar red de distribución	Red de distribución	- Trazado de red - Diámetro de tuberías - Conexiones	Modelación con EPANET 2.0	Ingenieros y estudiantes diseñadores
Elaborar memoria y presupuesto	Costo del sistema	- Materiales - Mano de obra - Costos indirectos	Software presupuestario (Excel) Catálogo FISE	Empresas dedicadas a insumos

Objetivo Específico	Variable	Subvariables	Tipo de Instrumento	Dirigido a
	Documentación técnica	- Memoria de cálculo - Planos - Fichas técnicas	Elaboración de informes Revisión técnica	Estudiantes responsables Entidades reguladoras

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV: PROYECTO

Parte 1. Diagnóstico del Proyecto

I. Aspectos Generales

Según (Maceira, 2021), el agua es una sustancia química compuesta por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno, lo que se representa por la fórmula química H_2O . Las características del agua pueden ser químicas, físicas o biológicas y según el contenido puede clasificarse en diferentes tipos (agua dulce, salada, blanda, dura).

El agua es el único elemento que se encuentra en la naturaleza en estado sólido, líquido y gaseoso. Cuando el agua es sometida a temperaturas menores de los $0^\circ C$, las moléculas se sujetan unas a otras y no se pueden mover, esto permite que se forme un sólido al que se le llama hielo. El vapor de agua es agua en estado de gas, esto sucede cuando el agua se calienta, ya que las moléculas se van separando y pierden su peso lo que las hace subir hasta las nubes. (Funcagua, 2024).

Las principales características del agua

- La densidad del agua es 1.
- El agua es la sustancia con mayor calor específico ($4.180 J/Kg/^\circ C$), aunque varía según la temperatura.
- El calor latente que el agua requiere para romper un puente de hidrógeno y formar vapor es muy elevada ($539 Kcal/Kg$).
- La tensión superficial del agua es muy alta.

Además, las características del color, la turbidez y la conductividad se utilizan como parámetros de la calidad del agua. (Maceira, 2021)

Sistema de Agua Potable

El diseño de un sistema de agua potable es fundamental para garantizar el acceso a agua de calidad para la población. Se aborda el diseño del sistema por gravedad, el

cálculo de la demanda poblacional y el presupuesto del proyecto, utilizando la NTON 09 007-19 y la guía del FISE como referencia.

Los sistemas de abastecimiento de agua potable están desplazándose ciertamente hacia sistema de tuberías como resultado de una mejora en los niveles de vida y las mayores aspiraciones de la población en diferentes zonas.

Cuando una población carece de un servicio múltiple de agua potable, dado a que las aguas se encuentran muy lejos o a mucha profundidad, la economía de escala establece que más de una población debe de ser servida por este sistema.

Las fuentes de aguas superficiales como ríos y reservorios presentan un reto. Estas con frecuencia están ubicadas muy lejos del grupo de localidades hacer atendidas e implican la construcción y operación de instalaciones más complejas.

II. Agua Potable y Saneamiento Urbano

Los abastecimientos de agua y eliminación adecuada de las aguas servidas son, sin duda, necesidades básicas y componentes esenciales de la atención primaria de la salud. Ellos pueden ayudar a reducir muchas de las enfermedades que afectan a las poblaciones menos privilegiadas, especialmente aquellas que viven en áreas rurales y urbanas marginales. (SNIP, 2015)

A. Elementos que componen un sistema de abastecimiento de agua potable

Se puede establecer que el sistema de Abastecimiento de Agua Potable consta esencialmente de:

- Fuentes de abastecimiento y obras de Captación
- Líneas de Conducción
- Almacenamiento.
- Tratamiento.
- Red de distribución

1. Fuentes de Abastecimiento

Constituye la parte más importante del acueducto y no debe ni puede concebirse un buen proyecto si previamente no hemos definido y garantizado fuentes capaces para abastecer a la población futura de diseño en cantidad y calidad. (SNIP, 2015)

2. Obras de Captación

La obra de captación consiste en una estructura colocada directamente en la fuente de abastecimiento a fin de captar el caudal deseado. Su diseño depende del tipo de fuente de abastecimiento seleccionado y sus características. (SNIP, 2015)

3. Línea de Conducción

Definida como la tubería que conduce el agua desde la obra de captación hasta el tanque de almacenamiento, debe satisfacer condiciones para el día de máximo consumo, garantizando de esta manera la eficiencia del sistema. (SNIP, 2015)

4. Tanque de Almacenamiento

Generalmente es el elemento intermedio entre la fuente y la red de distribución. De su funcionamiento depende en gran parte el que pueda proyectarse un servicio continuo a la comunidad. (SNIP, 2015)

5. Red de Distribución

La red de distribución tiene como objetivo repartir el agua en los volúmenes y presiones adecuadas a los distintos sectores del barrio.

B. Sistemas convencionales de Abastecimiento de Agua

Es un sistema en el que el agua es captada de una fuente superficial localizada a mayor altura que las viviendas y transportada en tuberías hasta un tanque de almacenamiento ubicado también a mayor altura que las viviendas y después por su propio peso (por gravedad), el agua baja por tuberías a los puestos domiciliarios o públicos de donde se abastece la población.

Las características principales son:

Captación y transporte del agua: El agua se recoge de una fuente natural como un manantial, ojo de agua o río. Desde allí, se conduce a través de tuberías hacia un tanque de almacenamiento y luego a las viviendas o puntos públicos.

Funcionamiento por gravedad: La ubicación elevada de la fuente permite que el agua fluya por su propio peso hacia los puntos de distribución, eliminando la necesidad de equipos eléctricos o mecánicos para el bombeo.

Componentes del sistema: Incluye una obra de captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución. Las válvulas regulan el flujo del agua para garantizar su llegada adecuada a todas las áreas.

Figura 6

Sistema de Abastecimiento por Gravedad



Fuente: Google Imágenes

Parte 2. Identificación del Proyecto

I. Identificación del Proyecto

A. Importancia de la adecuada identificación del problema

La identificación del problema constituye el primer paso esencial en la formulación de proyectos de agua potable según la metodología SNIP, ya que permite visibilizar las condiciones reales que enfrentan las comunidades y orientar soluciones.

En el caso del barrio La Fe, el desabastecimiento de agua potable no solo limita el acceso a un recurso vital, sino que también evidencia fallas estructurales en la gestión, cobertura y sostenibilidad del sistema existente.

Reconocer este problema desde una perspectiva técnica y social permite articular propuestas que respondan a las necesidades locales, integrando la voz comunitaria y alineándose con los de la metodología SNIP.

B. Diagnóstico de la Situación Actual

Se realiza un análisis integral que evidencie a los grupos involucrados en el proyecto, cantidad y características, utilizando un esquema de Diagnostico de Área de Influencia.

Figura 7

Esquema de Diagnostico de Área de Influencia



Fuente: SNIP

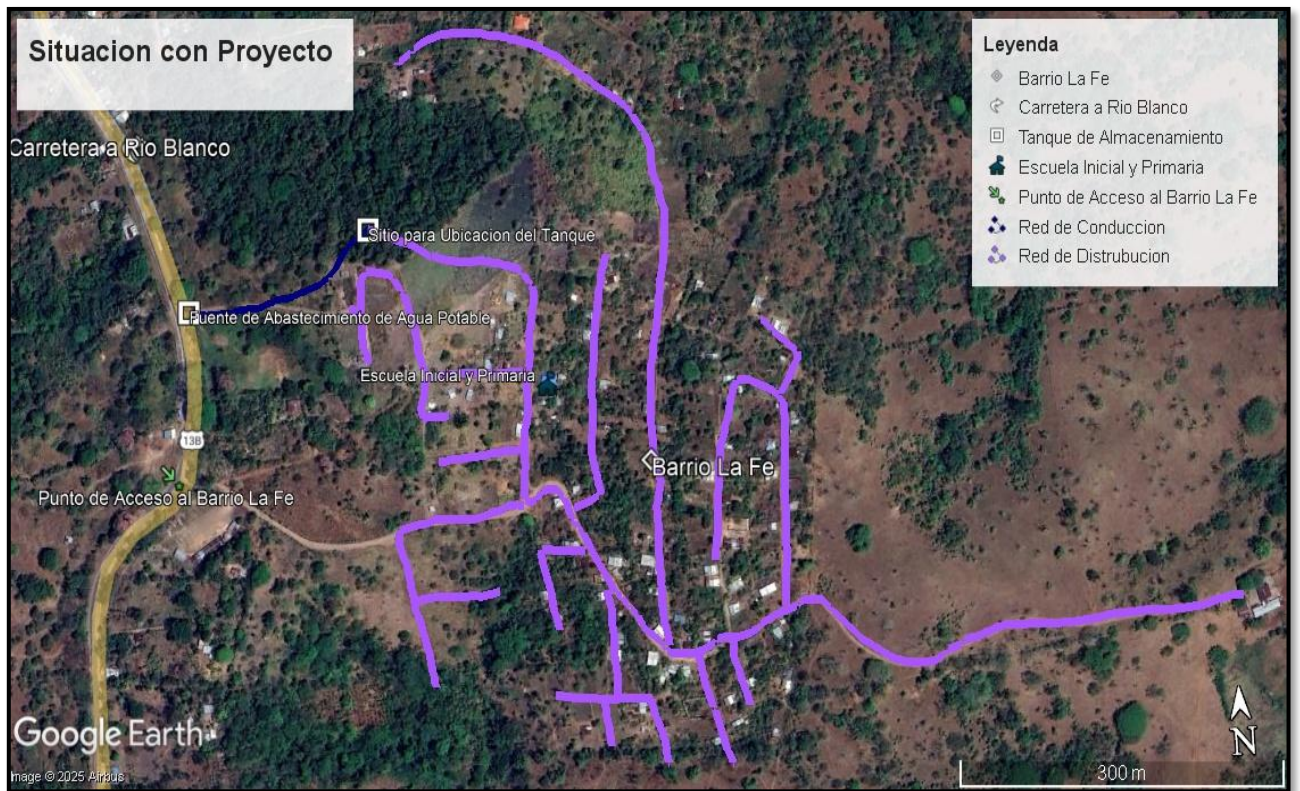
1) Diagnóstico del área de influencia

Localización del Proyecto

La Fe es conocido como un barrio nuevo, desde 2018 ya cuenta con un sistema eléctrico por la empresa ENATREL, había algunos pozos que ya cumplieron su vida útil, también algunas fuentes públicas que ya no abastecen lo suficiente a la población.

Figura 8

Barrio la Fe, Esquema con proyecto de abastecimiento



Fuente: Google Earth Pro

2) Diagnóstico de los Involucrados

Comunidades que Interaccionan con el Barrio de Emplazamiento del Proyecto

Existen varias comunidades que se encuentran directa o indirectamente relacionadas o que interactúan con el Sitio del Proyecto ubicado en La Fe, ciudad de Rio Blanco, ya sea porque tiene familiares viviendo en el barrio o que las carreteras son de uso diario para la comunicación de vías entre comunidades y pueblos aledaños.

Algunas de estas comunidades o comarcas se enumeran a continuación:

- Cabecera de Paiwas
- El Castillo
- Las Peñitas
- La Ponzofña
- Tawa
- San José de Paiwas

Figura 9

Comunidades de Rio Blanco



Fuente: ECURED Rio Blanco

Principales Características Geográficas, Climáticas, Físicas, Económicas, Productivas y Sociales

Geología

El área de estudio se encuentra en el Noreste de Nicaragua, dentro de la Provincia Central, también conocida como las Tierras Altas del Interior. Las rocas de esta provincia, predominantemente volcánicas, han sido divididas en dos grupos principales: Grupo Coyol y Grupo Matagalpa.

La Geología Local del área de Rio Blanco, se definió en base a fotografías aéreas, exploración de campo, muestreo de afloramientos y análisis de secciones delgadas.

En el área de estudio y sus alrededores se reconocieron rocas tanto del tipo piroclásticas como efusivas. Ambos tipos de rocas varían desde composiciones intermedias hasta muy ácidas. Dentro de las rocas efusivas se destacan: andesita, andesitas Aglomeratica, Dacita, Riodacitas y Riolitas. (Alcaldía de Rio Blanco, 2025)

Identificación de Fuentes de Agua Cercanas al Barrio La Fe

En un análisis de 3km a la redonda se ha encontrado únicamente al Rio Blanco como fuente de agua cercana. Existen diferentes quebradas y ríos pequeños, el más cercano a 300 metros aproximadamente.

Clima

La región montañosa del norte tiene un clima más fresco, con temperaturas medias anuales de 25°C. En la estación seca (enero-junio), no hay lluvia y los árboles y las plantas se comienzan a secar. Una vez que la lluvia comienza a caer en julio, todo comienza a crecer y las plantas amarillas y los árboles deshojados vuelven a ser verdes y floridos. En agosto y septiembre, llueve más o menos una vez al día. Afortunadamente, llueve por poco tiempo y son una espectacular ducha tropical. En la parte este del país llueve más que en la oeste.

Flora

Presenta vegetación de bosque húmedo tropical y bosque nuboso, predominando especies como sauce, roble encino, matapalo, tempisque, lizaquín, areno blanco, aguacate montero, aguacate canelo, caoba y níspero de montaña.

Figura 10

Bosque de Rio Blanco, Matagalpa



Fuente: Web Alcaldía Municipal Rio Blanco

Fauna

La fauna del lugar se caracteriza por ser muy rica y variada, entre ella se encuentran osos hormigueros, armadillos, diferentes especies de monos, también se encuentran reptiles como caimanes, lagartijas o serpientes, entre las especies de aves hay garzas, colibríes, buitres, e incluso en este hábitat se encuentra el quetzal.

3) Diagnóstico del Servicio

Descripción del Medio Socioeconómico

El fortalecimiento de la construcción trae consigo un fuerte impacto socioeconómico, pero que debe estudiarse en gran parte desde el ámbito social, pues con la implementación de proyectos y obras, se garantiza la creación de grandes masas de

empleo que influye directamente en el bienestar de los trabajadores del sector al mejorar sus condiciones de vida.

Patrimonio Histórico o Cultural

Próximo al lugar del proyecto no se encuentra ningún patrimonio histórico o cultural.

Descubrimientos Arqueológicos

Próximo al lugar del proyecto no se encuentra ningún descubrimiento arqueológico.

Amenazas o Riesgos Presentes en el Área de Influencia

Amenazas Naturales

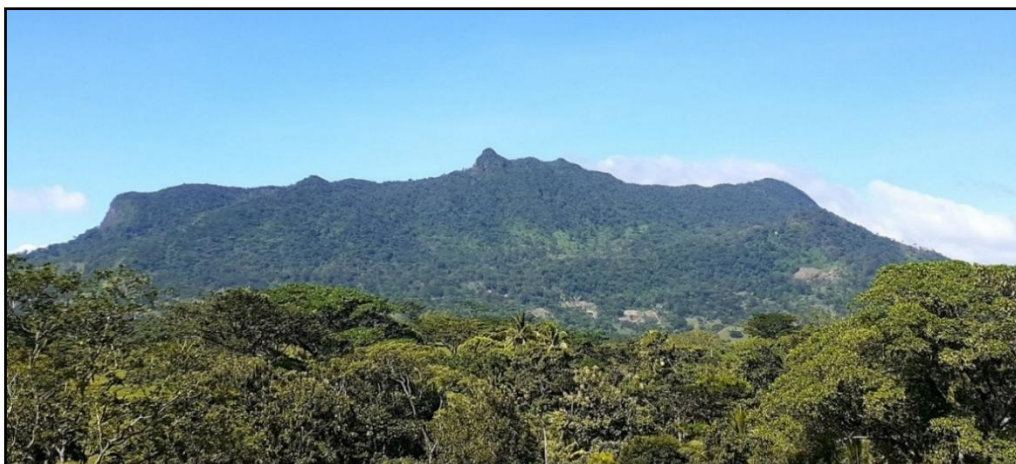
Dado los pronunciados taludes por montañas, existe el riesgo de vuelcos, deslave o deslizamientos de tierras. También al ser zona boscosa existe el riesgo de incendios y otras amenazas ambientales.

Áreas Protegidas

La única área protegida cerca del lugar es el Cerro Musun, se ubica en la región central, entre los municipios de Rio Blanco, Matiguas y Paiwas, del departamento de Matagalpa. Fue declarada a través del (DECRETO EJECUTIVO N°. 42-91, 1991), publicado en el diario oficial La Gaceta No. 207 el 4 de noviembre de 1991.

Figura 11

Cerro Musun, Rio Blanco



Fuente: Foto tomada en área

Con una superficie de 4,787 hectáreas, conformada por una serie de macizos entre los que se pueden mencionar Cerro El Peñón, Putnas, Loma Pelada y Loma Golondrina.

C. Definición del Problema: Causas y Efectos.

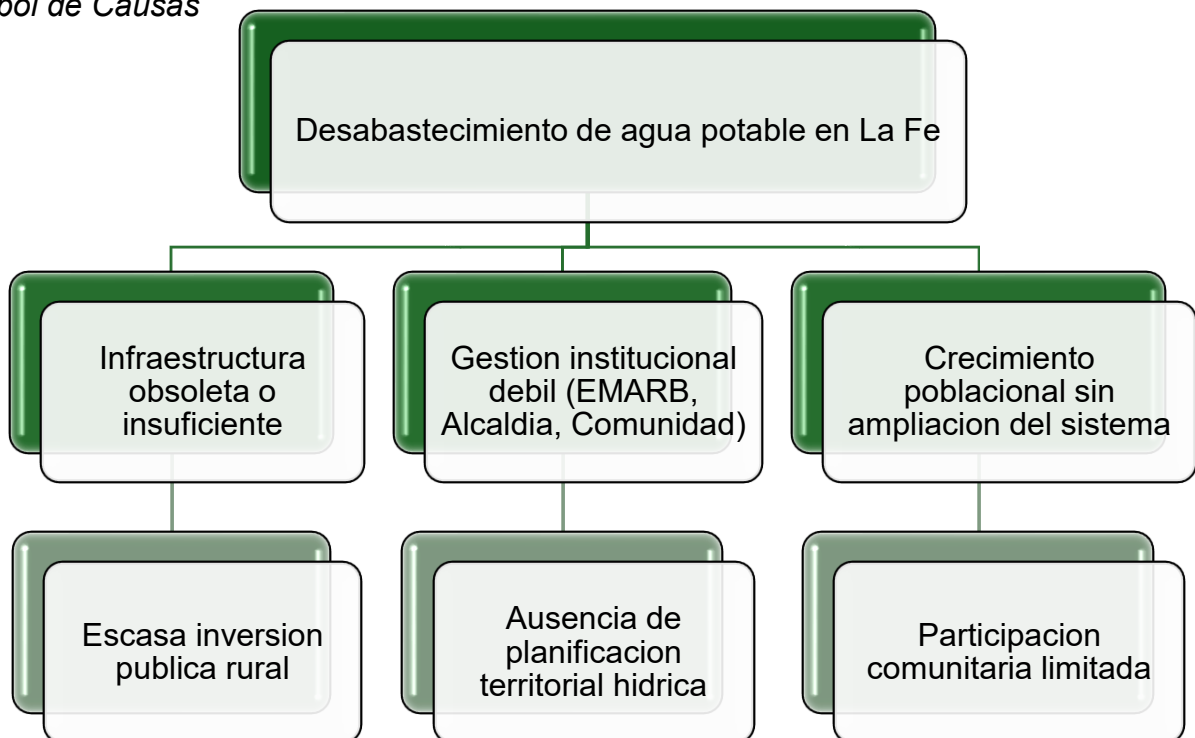
1. Definición del Problema Central

El diagnóstico de este proyecto no parte solo de cifras o gráficos, sino de voces, recorridos y vivencias que revelan un problema profundo: el acceso limitado, irregular y poco confiable del servicio de agua potable.

El análisis de causa y efecto permite desentrañar las raíces que lo sostienen: desde la falta de inversión en la infraestructura, hasta la débil articulación institucional y la escasa participación comunitaria en la toma de decisiones. También ayuda a ver sus consecuencias: enfermedades prevenibles, tensiones sociales, y una calidad de vida que se ve comprometido día tras día.

Figura 12 -

Árbol de Causas



Fuente: *Elaboración propia*

2. Análisis de las causas

Desabastecimiento de agua potable en La Fe

En La Fe no hay tuberías ni fuente comunitaria organizada. Cada familia recurre a manantiales dispersos, pozos con bombas manuales o camiones cisterna. Eso implica esfuerzos diarios para conseguir y transportar agua, y hace que el abastecimiento sea irregular.

Los manantiales y arroyos cercanos carecen de infraestructura de protección. El agua llega contaminada por sedimentos, desechos agrícolas y desechos domésticos, lo cual limita su uso y obliga a destinar más tiempo y recursos a su potabilización casera.

Al no contar con tanques o cisternas colectivas, no hay reserva que atenúe periodos sin lluvia o cuando el camión cisterna se tarda.

No existe presupuesto municipal ni fondos comunitarios bien estructurados. Cuando se necesitan tuberías, bombas o tanques, depende de donaciones, aportes comunitarios o cooperaciones externas, lo que acarrea demoras y desigualdades en el abastecimiento.

Figura 13

Árbol de Efectos



Fuente: Elaboración Propia

3. Análisis de los Efectos

Efectos del Desabastecimiento de agua potable de La Fe

La carencia continua de agua impulsa a muchas familias a buscar refugio temporal o definitivo en zonas con mejor cobertura. Este éxodo fragmenta redes de apoyo y disminuye la fuerza colectiva para impulsar soluciones locales.

Ante la ausencia de un sistema formal, los hogares recurren a arroyos, pozos no protegidos o cisternas de procedencia desconocida. Las familias destinan tiempo y recursos a hervir y filtrar el agua, pero no siempre con la efectividad necesaria.

Las promesas incumplidas y la falta de respuesta efectivas erosionan la credibilidad de las autoridades y organizaciones.

Sin un suministro estable, no surgen microemprendimientos, huertos comunitarios ni iniciativas de valor agregado. La falta de agua limita la educación práctica, las actividades comerciales y la generación de empleo local.

El consumo de agua contaminada provoca brotes de diarrea, hepatitis y otras afecciones gastrointestinales.

D. Objetivo del Proyecto: medios y fines

1. Definición del Objetivo Central

Los objetivos se definen a través de la identificación de la situación deseada, esto es, de la situación problemática solucionada. Así, cada causa del problema central, y el mismo problema central, deben tener un objetivo o situación deseada. (SNIP, 2015)

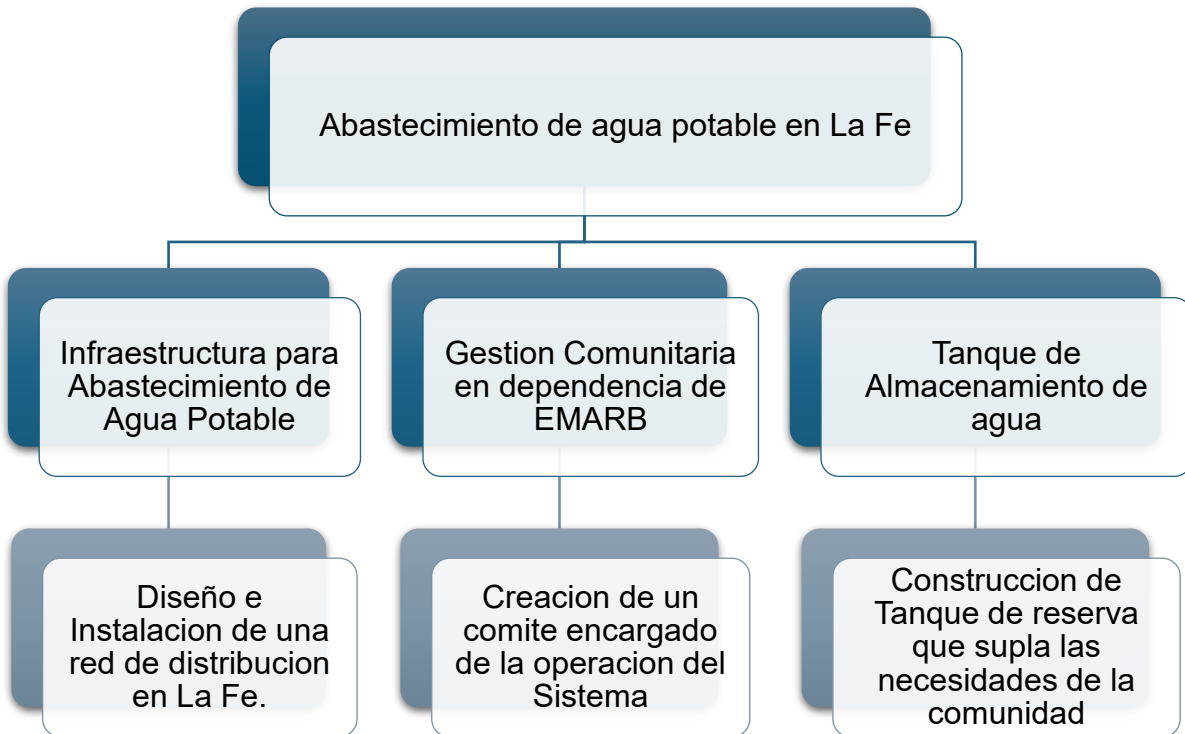
El objetivo central de este proyecto es lograr que el barrio La Fe disponga de un sistema formal y sostenible de abastecimiento de agua potable, que garantice cobertura total, continuidad del servicio y calidad adecuada al consumo doméstico y productivo.

2. Análisis de los medios del proyecto

Los medios son el vehículo para solucionar (enfrentar) el problema, esto se hace a través de las causas (directas e indirectas) de dicho problema. (SNIP, 2015)

Figura 14

Árbol de Medios



Fuente: Elaboración Propia

Técnico: Para la red de distribución se pretende proyectar y tender tuberías, llaves, y conexiones para toda La Fe, eliminando el trayecto que hacen los pobladores para conseguir agua, asegurando que el agua llegue a todos los habitantes.

Comunitaria: Para la gestión comunitaria se pretende proyectar un comité vecinal que monitoree fugas, cobren cuotas y promuevan el uso responsable, con cuotas claras, roles bien definidos para decisiones y compras, evitando duplicidades.

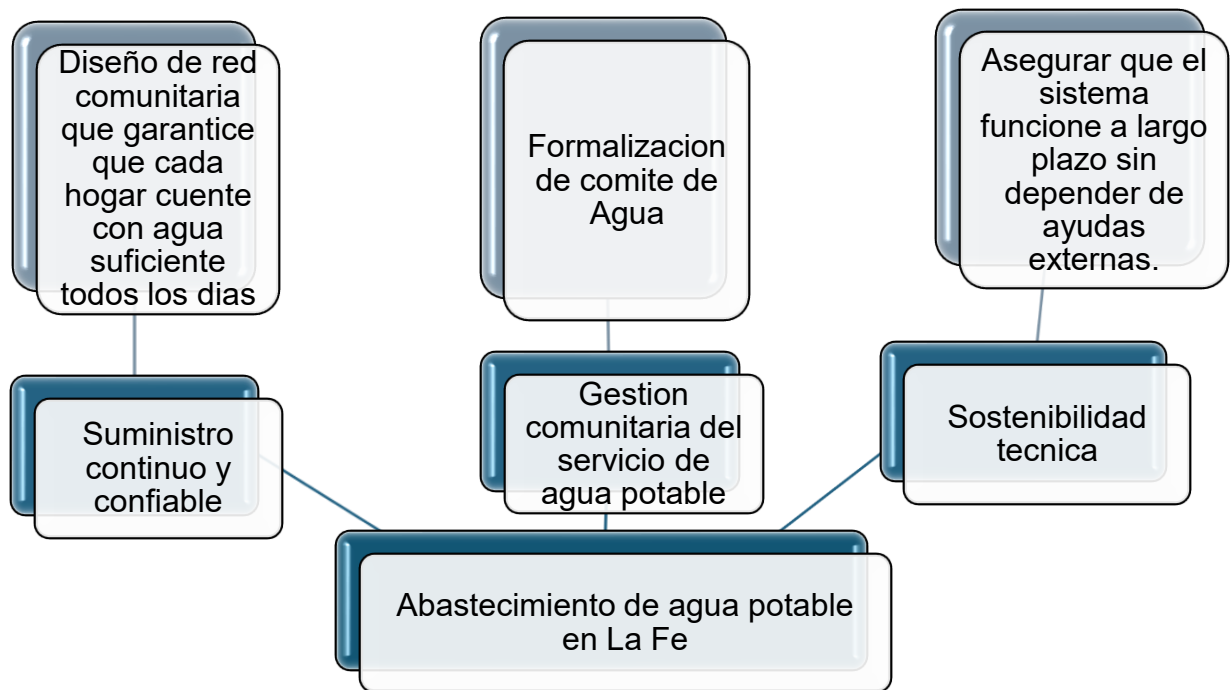
Almacenamiento: Se proyectará con reservas equivalentes a 24h de demanda para evitar desabastecimientos, con un cronograma anual de inspección y reparación, con

presupuesto asignado de antemano, con talleres prácticos para garantizar el cuidado de las redes, evitar conexiones ilegales y fomentar la cultura de pago.

3. Análisis de fines del proyecto

Figura 15

Árbol de Fines



Fuente: Elaboración Propia

Para cumplir con un suministro continuo y confiable de agua potable se debe garantizar que el servicio llegue de manera ininterrumpida a cada hogar, reduce el tiempo y esfuerzo que las familias dedican a buscar agua. La integración de la red de distribución con tanques de reserva que asegure disponibilidad aun en temporadas secas.

La gestión comunitaria del servicio pretende fortalecer al comité local fomentando la apropiación del proyecto y la transparencia en la toma de decisiones, las capacitaciones y para planificar, financiar y dar mantenimiento de forma autónoma.

La sostenibilidad técnica desarrolla la combinación de estructuras duraderas con conexiones formales y rendición de cuentas consolidando un ciclo de operación estable.

E. Alternativas de Solución

1. Identificación de las acciones

Los medios, se ha dicho, son el vehículo para la solución de las causas del problema central, a través de la ejecución de acciones. Así, para cada medio fundamental deberán ejecutarse acciones que conlleven lograr ese medio. (SNIP, 2015)

Tabla 8

Acciones identificadas para los Medios

<p>Medio fundamental de primer nivel (MF1)</p> <p>Se realizan inversiones y mantenimiento en infraestructura de abastecimiento de agua.</p>
<p>Acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diagnostico detallado del problema en La Fe (cobertura, continuidad, aspectos socioeconómicos). (a1.1) - Análisis preliminar de dotación y proyección poblacional según NTON 09 007-19. (a1.2) - Levantamiento topográfico y Modelación inicial de la red por Gravedad con EPANET. (a1.3) - Instalación de línea de conducción y distribución, y construcción de tanque de almacenamiento. (a1.4)
<p>Medio Fundamental de segundo nivel (MF2.1)</p> <p>Estudio de factibilidad económica-financiera</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Dimensionamiento definitivo (Conducción, tanque, red) y memorias de cálculo. (a2.1.1) - Presupuesto detallado usando catalogo FISE y cotizaciones locales. (a2.1.2) - Proyección tarifaria y estudio de recuperación de costos. (a2.1.3)

Medio Fundamental de Segundo Nivel (MF2.2)

Aumentar la tasa de pago de los beneficiarios

- Capacitaciones para Comité de Agua. (a2.2.1)
- Acuerdos completos de parte de la comunidad. (a2.2.2)

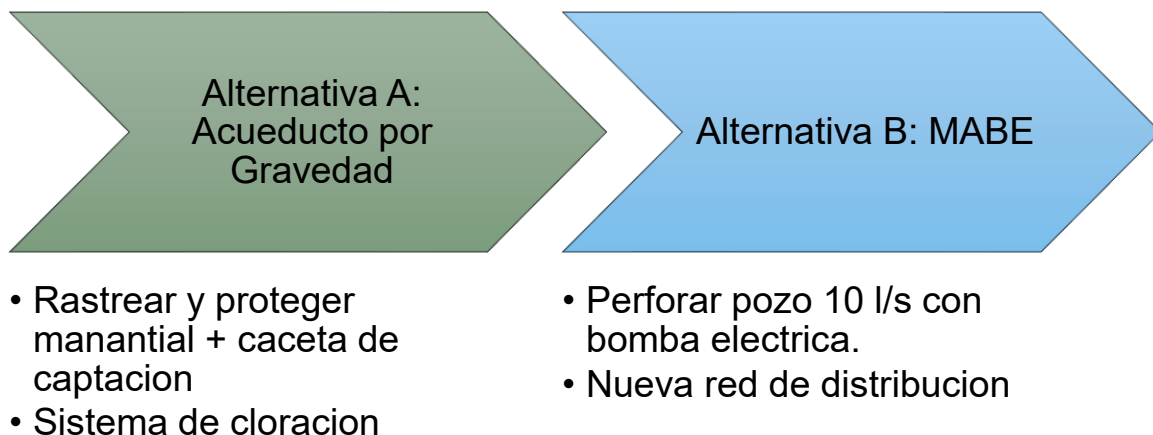
Fuente: Elaboración propia.

2. Planteamiento de Alternativas

De las acciones planteadas a cada medio fundamental y de las interrelaciones entre dichas acciones, pueden configurarse conjuntos de acciones que constituyen alternativas de solución. Una alternativa de solución puede no incorporar acciones de todos los medios fundamentales, o sí retomar al menos una acción de cada medio fundamental. En esto deberá tenerse cuidado de que dichas acciones no sean mutuamente excluyentes.

Figura 16

Alternativas de Solución



Fuente: Elaboración Propia

Parte 3. Formulación del Proyecto

I. Análisis de la Demanda

A. Proyección de la Población

Para el cálculo de las poblaciones futuras se usará el método geométrico expresado con la fórmula siguiente:

$$(5) \quad P_n = P_o(1 + i)^n$$

Donde:

P_n = Proyección futura a 20 años.

P_o = 633 personas en 2025

i = tasa de crecimiento geométrico 2.5%, (0.025 en notación decimal)

n = proyección a 20 años.

Resultado de Ecuación 5:

$$P_n = 633 (1 + 0.025)^{20}$$

$$\underline{P_n = 1064 \text{ personas para 2046}}$$

La proyección de población se determinó a 20 años y usando una tasa de crecimiento geométrico de 2.5% y una población inicial de 633 entrego resultado de 1064 personas que serán servidas.

B. Densidad por lote (vivienda) y Cobertura de agua potable

Si la proyección del consumo doméstico de agua potable se realiza a nivel de viviendas, debe establecer el número promedio de personas por vivienda basado en la información del último censo.

Para el barrio La Fe, se realizó un conteo de viviendas y una consulta al Centro de Salud de la ciudad de Rio Blanco, dando resultados que en el Barrio La Fe hay 105 viviendas y 633 personas. (Centro de Salud, 2025)

Usando la fórmula para Densidad por lote (viviendas)

$$(7) \quad df(l)_t = \frac{P(l)_t}{v(l)_t}$$

Donde:

Df= Densidad poblacional por vivienda

L= Localidad

T= Momento del tiempo en que se tiene la cantidad de población en la localidad.

P= Población total, P(l)_t, se lee población en la localidad "l" en el momento "t".

V= Viviendas, V(l)_t, se lee viviendas en la localidad "l" en el momento "t".

Con resultados de la ecuación 7:

$$Densidad Poblacional(La Fe)_{2025} = \frac{633 \text{ habitantes } (La Fe)_{2025}}{105 \text{ viviendas } (La Fe)_{2025}}$$

$$Densidad Poblacional(La Fe)_{2025} = 6.03 \text{ Hab/Viv } (La Fe)_{2025}$$

C. Dotaciones para Sector Rural

Son grupos poblacionales que se asientan en forma diseminadas en valles y comarcas en las diferentes regiones del país, carecen de servicios básicos e infraestructura mínima. Alto esparcimiento de viviendas (NTON 09 007-19, 2023)

D. Dotaciones en el Sector Urbano

Estas dotaciones se expresan en lt/día/hab. o gl/día/hab. Estas cifras conducen a la determinación de un Caudal o Consumo Medio, lo cual ha de constituir la base de todo diseño. (SNIP, 2015)

E. Factores que Afectan el Consumo de Agua

1. Tipos de Comunidad

Para el barrio La Fe se considera que se constituye con algunos factores que puedan afectar el consumo de la comunidad. Entre ellos están los siguientes:

- a) Consumo Doméstico: constituido por el consumo familiar que se usa para el diario, por ejemplo, bebida, lavado de ropa, baño y aseo personal, y este será de 150 litros por persona por día (LPPD).
- b) Consumo Comercial e Industrial: Por lo general es un caudal significativo el cual es de 7% y 2%, pero para el caso del barrio La Fe, no existe industria ni comercial centralizada, ya que es un barrio nuevo y en subdesarrollo.
- c) Consumo Público: Por lo general está destinado a riegos de zonas verdes, parques o jardines públicos el cual es del 7%, y este barrio no cuenta con estas capacidades, ya que la mayoría de los alrededores son para ganadería y solo cuenta con una escuela de educación inicial considerando 60 estudiantes y 32 litros por persona (estudiante) por día.
- d) Consumo por perdidas en la red: Dedicado a las juntas en mal estado, válvulas o conexiones defectuosas y representa un 20% del consumo total, ya que se toma a Rio Blanco como medida, habiendo más de 500 viviendas.

2. Factores económico-sociales

Este factor es importante ya que dentro de lo económico se influye en la capacidad de cada familia para la obtención del vital líquido, los acarrees son costosos, la compra de tanques o filtradores, socialmente hablando existen practicas heredadas de uso razonal manejando un consumo moderado, aunque aumenta en la temporada de sembradío, pero con resignación ante escasez.

3. Factores meteorológicos

Por lo general en épocas secas disminuye la disponibilidad, esto aumenta el esfuerzo para obtener agua, para lo que será el proyecto del barrio La Fe.

4. Tamaño de la comunidad

El consumo aumenta conforme crece el tamaño de la comunidad, por eso se proyecta a un periodo de 20 años, con una tasa de crecimiento geométrico de 2.5% para el abastecimiento de agua en el Barrio la Fe.

5. Otros Factores

Para este factor se identifica la eficiencia del servicio como el objetivo base, al tratarse de un proyecto que se integra únicamente en el sistema hidráulico, no en calidad de agua.

F. Consumo Doméstico y otros tipos de consumo

La dotación seleccionada será conexión domiciliar de 150 LPPD, consecuente con las poblaciones de los barrios de Rio Blanco que encontramos en el barrio La Fe. Ver tabla 9.

Tabla 9

Dotaciones de Agua para Poblaciones Concentradas

Rango de población		Dotación lppd
Menor que 5000		130
5001	10000	140
10001	15000	150
15001	20000	160
Mayor que 20000		Usar fórmula

Fuente: NTON 09 007-19

G. Variaciones de Consumo

Los consumos de agua de una localidad muestran variaciones estacionales, mensuales, diarias y horarias. Estas variaciones pueden expresarse en función de un porcentaje del Consumo Promedio Diario (CPD). (SNIP, 2015)

Se usará la ecuación 8 para el Consumo Promedio Diario, eliminando algunos valores que no se usaran en el barrio, tales como el Consumo Público e Institucional, el Consumo Personal y el Consumo Industrial y aparte la ecuación 9 de las pérdidas.

$$(8) \quad CPD = CD + CPI + CC + CInd$$

$$(9) \quad P = CPD * 20\%$$

Tabla 10

Resultados Consumo Promedio Diario

Datos	Ecuación	Resultados
CD= 150 lppd		El Consumo Promedio Diario (CPD) se calculó dejando un resultado de 150 litros por persona por día (lppd).
CPI= 0 lppd	$CPD = 150 + 0 + 0 + 0$	
CC= 0 lppd		
CInd= 0 lppd		
Perdidas = 20%		Las pérdidas de presión se calcularon en 30 lppd.
CPD= 150 lppd	$P = 150 * 20\%$	

Fuente: Elaboración Propia

El consumo promedio diario se estableció en 150 lppd, esto porque en el sitio no se cuenta con consumos extras como Consumo Público o Institucional, Consumo Comercial o Consumo Industrial. Y las pérdidas se establecieron en un 20%.

Consumo Promedio Diario Total (CPDT): Será la sumatoria del consumo doméstico, más el consumo comercial, más el Consumo Industrial, más las Pérdidas por fricción. De acuerdo con las normas estas pérdidas por fricción se estiman en un 20% del CPD para proyectos de viviendas mayor a 500.

Por lo tanto:

$$(10) \quad CPDT = CPD * 20\%$$

$$CPDT = 161520 * 20\%$$

$$CPDT = 161520 \text{ lppd} + 32304 \text{ lppd}$$

$$CPDT = 193824 \text{ lppd}$$

Consumo Máximo Día (CMD): se define como el día de mayor consumo de una serie de registro observados durante los 365 días del año; siendo este el día más crítico (máxima demanda) que debe ser necesariamente satisfecha, dado que de lo contrario originarias situaciones deficitarias para el sistema. (SNIP, 2015)

Por lo tanto, al relacionarse con el CPDT se permite establecer una constante de diseño, en conformidad con la NTON 09 007-19 se establece que:

$$(11) \quad CMD = 1.5CPDT + \text{perdidas}$$

$$CMD = 1.5 (161520 \text{ lppd}) + 32304 \text{ lppd}$$

$$CMD = 274584 \text{ lppd} \quad \text{o} \quad 3.18 \text{ Litros/Segundo}$$

El Consumo Máximo Día se determina con el Consumo Promedio Diario, el porcentaje de pérdida de y un factor de variación de consumo de 1,5 para los departamentos que no sean la capital Managua.

Tabla 11

Resultados Consumo Máximo Día

Datos	Ecuación	Resultados
Factor de variación= 1.5 CPD= 150lppd P= 30lppd	$CMD = 1.5 (150lppd) + 30$	El Consumo Máximo Día (CMD) dió un resultado de 255 lppd.

Fuente: Elaboración propia

El Consumo de Máximo Día (CMD) se estableció en 255 lppd.

Consumo Máxima Hora (CMH): durante un día cualquiera, los consumos de agua de una localidad presentarán variaciones hora a hora. (SNIP, 2015), para esto se usa de guía la norma NTON 09 007-19, que indica:

$$(12) \quad CMH = 2.5 (CPD) + Perdidás$$

$$CMH = 2.5 (161520lppd) + 32304lppd$$

$$CMH = 436104 \text{ lppd o } 5.05 \text{ Litros/segundo}$$

Para la ciudad de Rio Blanco el factor será igual a 2,5 del Consumo Promedio Diario más las pérdidas del 20%, dónde 2,5 es el factor de variación consumo horario.

Tabla 12

Resultados Consumo Máxima Hora

Datos	Ecuación	Resultados
Factor de variación de consumo horario= 2.5 CPD= 150 lppd P= 30 lppd	$CMD = 2.5 (150lppd) + 30$	El Consumo Máximo Hora (CMH) dio un resultado de 405 lppd.

Fuente: Elaboración propia

El Consumo Máxima Hora (CMH) se estableció en 405 lppd.

Diseño Hidráulico de la Red

Levantamiento Topográfico

Para la recolección y análisis de datos bibliográficos se utilizó la ficha de registro de datos ya que es el instrumento que más se acostumbra a utilizar para proyectos de investigación relacionados a construcción y niveles de terreno.

Figura 17

Levantamiento Topográfico en Sitio



Fuente: Elaboración Propia

El levantamiento topográfico se realizó el día 25 de agosto del año 2025 en el barrio La Fe, Rio Blanco, se utilizó una Estación Total RUIDE RTS-822R10 para las coordenadas que fueron tomadas principalmente en todas las intersecciones de calle donde se analizaran los nodos en el software EPANET v2.0 con el objetivo de conocer sus cotas topográficas del sitio y toda la información necesaria.

La automatización del trabajo de campo se efectuó en el día de la siguiente manera: se efectuó la toma de datos de campo durante el día, la transmisión de la información de campo a una computadora, la verificación en la computadora de la información tomada en campo, el procesamiento de la información para obtener planos topográficos a escala conveniente.

A continuación, se muestra libreta de campo del levantamiento topográfico con las coordenadas utilizadas, utilizando referencia al sistema de proyección universal transversal de mercador (UTM).

Tabla 13

Libreta de Campo de Levantamiento Topográfico

Punto	N	E	Z	Descripción
--------------	----------	----------	----------	--------------------

Fuente: Elaboración Propia

A partir de estos puntos se empezó con el levantamiento topográfico general de la zona del proyecto, de acuerdo con los términos de referencia, se tomó detalles como terreno, borde de casa, borde de carretera existente tanto de tierra y revestida, cunetas y servicios existentes.

Procesamiento de Información de Topográfica

Durante y una vez terminado el trabajo en campo de topografía se procedió al procesamiento en gabinete de la información topográfica en el software AutoCAD, elaborando planos topográficos a escalas convenientes.

Ya con el Estudio de Topografía que contiene información general de los trabajos realizados, tal como, la descripción detallada de los procedimientos llevados a cabo tanto en campo como en gabinete, información técnica, panel de fotografías, planos topográficos, entre otros relativos al levantamiento topográfico.

Los datos correspondientes al levantamiento topográfico han sido procesados en sistemas computarizados, utilizando los siguientes equipos y software:

- Software “Microsoft Excel”, para transmitir toda la información tomada en el campo a una PC y a un formato Script para integrar a los programas CAD.
- Software AutoCAD 2022 para la elaboración de los planos correspondientes.

Diámetro Mínimo

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución debe ser de 50 mm siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima. Para el caso de zonas rurales se permite el uso de 37.5mm.

Presiones obtenidas con el programa Epanet

Los datos que se introdujeron en Epanet para efectuarse el análisis son:

- En los nodos: cota de elevación y la demandad nodal.
- En los tramos: diámetro, longitud, coeficiente de rugosidad.

El procesamiento de los datos está enfocados principalmente a los resultados de la velocidad en los tramos y la presión en cada nodo.

En los puntos donde la velocidad no cumple con la norma mínima de 0.6 m/s, se dispondrá de una válvula de limpieza ubicada en los nodos con menor altura de la red.

Para la selección de diámetro de la red de distribución se tomaron en cuenta criterios técnicos y económicos para las zonas rurales, el material y longitud de las tuberías.

Tabla 14

Proyecciones de Consumo

Proyecto de Abastecimiento de Agua en Barrio La Fe														
PERIODO	AÑO	POBLACION	CONSUMO	POBLACION	CONSUMO	DOTACION	CPD		P=CPD*0.20		CMD	CMH	ALMACENAMIENTO	
			DOMESTICO	ESTUDIANTIL	ESTUDIANTIL	P/S	LPD	L/S	20%LPD	L/S	L/S	L/S	M3	LITROS
		HAB	LPD	ESTUDIANTES	LPD									
-	2025	633	94950,00	60	1920,00	0	96870	1,12	19374,0	0,22	1,91	3,03	53,28	53278,5
0	2026	649	97350,00	60	1920,00	0	99270	1,15	19854,0	0,23	1,95	3,10	54,60	54598,5
1	2027	666	99900,00	60	1920,00	0	101820	1,18	20364,0	0,24	2,00	3,18	56,00	56001
2	2028	682	102300,00	60	1920,00	0	104220	1,21	20844,0	0,24	2,05	3,26	57,32	57321
3	2029	699	104850,00	60	1920,00	0	106770	1,24	21354,0	0,25	2,10	3,34	58,72	58723,5
4	2030	717	107550,00	60	1920,00	0	109470	1,27	21894,0	0,25	2,15	3,42	60,21	60208,5
5	2031	735	110250,00	60	1920,00	0	112170	1,30	22434,0	0,26	2,21	3,51	61,69	61693,5
6	2032	753	112950,00	60	1920,00	0	114870	1,33	22974,0	0,27	2,26	3,59	63,18	63178,5
7	2033	772	115800,00	60	1920,00	0	117720	1,36	23544,0	0,27	2,32	3,68	64,75	64746
8	2034	791	118650,00	60	1920,00	0	120570	1,40	24114,0	0,28	2,37	3,77	66,31	66313,5
9	2035	811	121650,00	60	1920,00	0	123570	1,43	24714,0	0,29	2,43	3,86	67,96	67963,5
10	2036	831	124650,00	60	1920,00	0	126570	1,46	25314,0	0,29	2,49	3,96	69,61	69613,5
11	2037	852	127800,00	60	1920,00	0	129720	1,50	25944,0	0,30	2,55	4,05	71,35	71346
12	2038	873	130950,00	60	1920,00	0	132870	1,54	26574,0	0,31	2,61	4,15	73,08	73078,5
13	2039	895	134250,00	60	1920,00	0	136170	1,58	27234,0	0,32	2,68	4,26	74,89	74893,5
14	2040	917	137550,00	60	1920,00	0	139470	1,61	27894,0	0,32	2,74	4,36	76,71	76708,5
15	2041	940	141000,00	60	1920,00	0	142920	1,65	28584,0	0,33	2,81	4,47	78,61	78606
16	2042	964	144600,00	60	1920,00	0	146520	1,70	29304,0	0,34	2,88	4,58	80,59	80586
17	2043	988	148200,00	60	1920,00	0	150120	1,74	30024,0	0,35	2,95	4,69	82,57	82566
18	2044	1012	151800,00	60	1920,00	0	153720	1,78	30744,0	0,36	3,02	4,80	84,55	84546
19	2045	1038	155700,00	60	1920,00	0	157620	1,82	31524,0	0,36	3,10	4,93	86,69	86691
20	2046	1064	159600,00	60	1920,00	0	161520	1,87	32304,0	0,37	3,18	5,05	88,84	88836

Fuente: Elaboración Propia

Simulación en Epanet 2.0

Las presiones máximas y mínimas en Metros de Columna de Agua (MCA) de la red de distribución están entre el rango permitido según las NTON.

Tabla 15

Resultados de Presiones Máximas y Mínimas

CONDICION	AÑO	PRESION	NODO	MCA
		Máxima	142	61.41
CPD	2046	Mínima	7	23.56
		Máxima	142	57.39
CMD	2046	Mínima	7	20.83
		Máxima	142	45.40
CMH	2046	Mínima	46	5.07

Fuente: Elaboración Propia

Los gráficos obtenidos en la simulación efectuada en el programa EPANET para cada condición de diseño y las tablas de resultados en cada nodo y longitud de tubería se encuentran en el apartado de Anexos.

II. Análisis de la Oferta

Esta etapa del proyecto se centraliza en la evaluación de la oferta de agua de las fuentes de abastecimiento disponible y viable a incorporar y de los componentes del sistema de agua potable existentes. (SNIP, 2015)

A. Cuantificar el caudal disponible en la fuente

Por lo general se establece la capacidad de las fuentes de forma individual, y son expresadas en caudal (LPS).

Aunque para esto se utilizó una prueba hidráulica con manómetro para determinar la presión de la fuente, la cual es una conexión especial del proyecto municipal de Rio Blanco. Esta prueba se llevó a cabo en tres días diferentes, a tres horarios diferentes las cuales son 6am, 12pm y 9pm.

Figura 18

Prueba hidráulica en Tubería



Fuente: Elaboración propia

Tabla 16*Tabla de pruebas de presión*

			PRESION
PRUEBA	HORA	PRESION	PROMEDIO
1	6:00:00	63	
2	6:00:00	60	61 PSI
3	6:00:00	60	

			PRESION
PRUEBA	HORA	PRESION	PROMEDIO
1	12:00:00 p. m	53	
2	12:00:00 p. m	52	52 PSI
3	12:00:00 p. m	51	

			PRESION
PRUEBA	HORA	PRESION	PROMEDIO
1	09:00:00 p. m	72	
2	09:00:00 p. m	72	72 PSI
3	09:00:00 p. m	72	

Fuente: elaboración propia

Las pruebas indican variaciones de presión en las diferentes horas, teniendo la menor presión a las 12 del mediodía, y la mayor a las 9 de la noche, la presión promedio que se utilizará para la proyección del sistema de abastecimiento del barrio La Fe será de 52 PSI.

B. Capacidades de diseño y operativa de los componentes de agua potable.

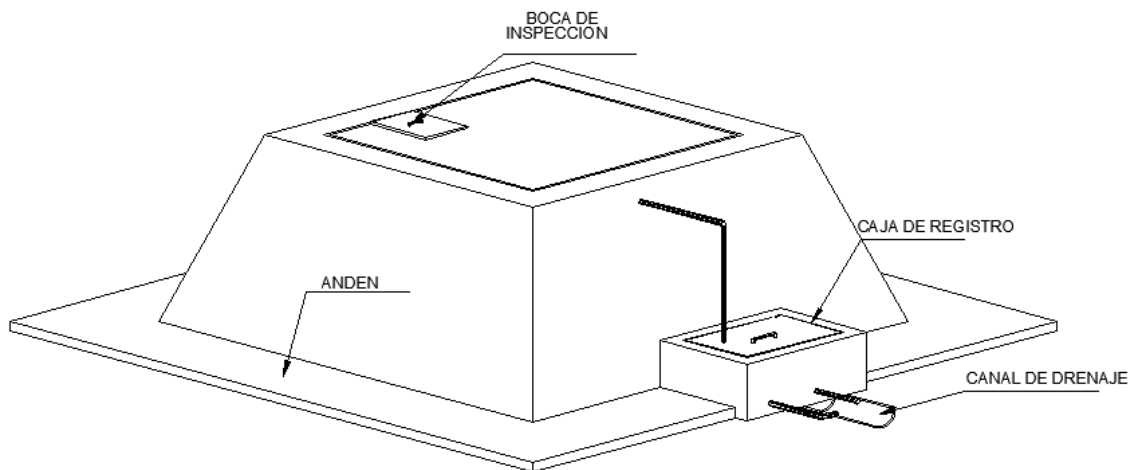
Para llegar a determinar la oferta que presenta el sistema de agua potable, es necesario desarrollar un diagnóstico de este, tanto desde el punto de vista físico como operativo, para establecer la capacidad de diseño en (l/seg) de los principales componentes del sistema: captación, líneas de conducción, planta de tratamiento, línea de aducción, equipos de bombeo, y otros. (SNIP, 2015)

La capacidad del tanque se expresa en M^3 y se determina de acuerdo con el consumo promedio diario proyectado a 20 años.

Para el proyecto de La Fe, se calculó 88836 litros de capacidad proyectada, o lo que sería $88.84m^3$ de capacidad para el tanque.

Figura 19

Isométrico del Tanque



ISOMETRICO DE TANQUE

SIN ESCALA

Fuente: Elaboración propia en AutoCAD 2022

El tanque será de concreto ciclópeo de 6.40 metros x 6.40 metros x 2.20 metros del alto y una base de 8.70 metros y un nivel de rebose de agua de 2.00 metros. Un muro de mampostería de piedra, losa superior de concreto, respiradero y paredes impermeabilizadas. Una tubería de entrada de 2" de diámetro y una tubería de salida de 2" de diámetro.

III. Balance Oferta y Demanda

IV. Alternativas de Solución

La metodología SNIP Plantea las alternativas técnicamente viables para solucionar el problema sobre las bases fundamentales de los Objetivos. Para cada uno de los medios fundamentales identifica todas las acciones posibles para lograrlos y analiza la relación entre éstas:

- Si se proponen acciones complementarias, o que funcionan mejor si se ejecutan en conjunto, ubicarlas como parte de una misma alternativa de solución.
- Si se proponen acciones mutuamente excluyentes, o que no pueden desarrollarse en conjunto, ubicarlas como parte de alternativas de solución diferentes.
- Las demás acciones son independientes. Estas pueden formar parte indistintamente de las alternativas planteadas.

Tabla 17

Alternativas de Solución

Medio Fundamental	Acción
MF1. Infraestructura de abastecimiento	1.1. Reparar fugas y válvulas en tuberías existentes (3500 m de red)
	1.2. Extender red de distribución con 1 500 m de tubería PVC 50 mm
	1.3. Construir tanque nuevo de 100 m ³ (concreto ciclópeo)
	1.4. Captar nacimiento en montaña (captación protegida + línea de 500 m)
	1.5. Perforar pozo y bomba eléctrica 5 l/s (MABE)

Medio Fundamental	Acción
MF2. Gestión Comunitaria	2.1. Capacitación a CAPS en operación y cobro tarifario
	2.2. Establecer sistema de cobro con medidores domiciliarios
MF3. Sostenibilidad Operativa	3.1. Plan anual de mantenimiento de redes y tanques
	3.2. PGC: comité local administra fondo de mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia

Alternativa A: Captación complementaria + red nueva

- Acciones
 - 1.4 Captar y proteger naciente + línea 500 m
 - 1.2 Extender 1 500 m de red nueva (amplía cobertura al 100 %)
 - 1.3 Construir tanque de 30 m³
 - 2.1 Capacitar CAPS y 2.2 Cobro con medidores
 - 3.1/3.2 Mantenimiento anual con PGC
- Ventajas
 - Duplica caudal de origen sin bombeo
 - Cobertura total garantizada
- Desventajas
 - Mayor inversión (captación y red)
 - Requiere permiso ANA para naciente

Alternativa B: Miniacueducto por Bombeo Eléctrico (MABE)

- Acciones
 - 1.5 Perforar pozo + bomba 5 l/s + pequeñas líneas de impulsión (300 m)
 - 1.3 Construir tanque de 30 m³
 - 1.2 Extender 1 000 m de red por gravedad desde tanque
 - 2.1 Capacitar CAPS y 2.2 Cobro tarifario medido
 - 3.1/3.2 Mantenimiento + fondo generado por tarifa
- Ventajas
 - No depende de pendientes
 - Cobertura total incluso en cotas altas
- Desventajas
 - Consumo eléctrico permanente
 - Costo O&M superior (energía y repuestos)

V. Presupuesto de Costos y Cronograma de Ejecución

En este punto se determina cuánto cuesta implementar el proyecto y que resultados se obtienen con ello. El costo de un proyecto es la suma del valor de los recursos o insumos que el proyecto requiere durante su ejecución y su vida útil. (SNIP, 2015)

Para la elaboración del presupuesto se toma en cuenta el catálogo de etapas y subetapas y el catálogo de precios del FISE 2024, siendo consideradas las siguientes etapas, del Mini Acueducto por Gravedad (MAG):

- I. 310. Preliminares.
- II. 320. Línea de Conducción.
- III. 330. Línea de Distribución.
- IV. 335. Tanque de Almacenamiento.
- V. 350. Conexiones.
- VI. 370. Limpieza Final y Entrega.

Para el Factor Venta se consideró Rio Blanco que se encuentra a 188 km de distancia de la capital Managua y tiene un grado de dificultad en el acceso de 1, por lo tanto, se selecciona el Factor Venta: 1.1832.

Para el Factor de Transporte se consideró la modalidad "Municipal", con una complejidad de proyecto mayor, y el tipo de proyecto siendo Agua potable y Saneamiento Rural de entre 50,000 dólares a 150,000 dólares, por lo tanto, se consideró un factor estimado de transporte de 1.27.

Tabla 18

Presupuesto

Presupuesto de Sistema de agua potable barrio La Fe								
ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C/U	SUTOTAL	IVA	TOTAL
PRELIMINARES								
1	76111700	LIMPIEZA INICAL	M2	3.939,51	C\$ 23,98	C\$94.469,45	C\$14.170,42	C\$108.639,87
2	72141102	TRAZO Y NIVELACION (INCLUYE REPLANTEO TOPOGRAFICO)	ML	3.939,51	C\$ 62,10	C\$244.643,57	C\$36.696,54	C\$281.340,11
3	55121605	RÓTULO	GL	1	17.340,81	C\$17.340,81	C\$2.601,12	C\$19.941,93
LÍNEA DE CONDUCCIÓN								
4	72103004	EXCABACION DE TUBERIA	M3	72	C\$ 764,64	C\$55.054,08	C\$8.258,11	C\$63.312,19
5	40170000	INSTALACION DE TUBERIA DE PVC.=2'' (SDR-26) (Incluye mano de obra)Y ACCESORIOS T DE 2'', LLAVE DE PASE DE 2'' Y 2 ADAPTADORES, Y PEGA PVC Y TEFLON	ML	185,4	C\$ 320,35	C\$59.392,89	C\$8.908,93	C\$68.301,82
6	11111700	COLCHON DE ARENA CON UNA CAPA DE 0.20M	M3	21,5	C\$ 1.738,80	C\$37.384,20	C\$5.607,63	C\$42.991,83
7	72102702	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M3	64,5	C\$ 496,80	C\$32.043,60	C\$4.806,54	C\$36.850,14
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN								
8	72103004	EXCABACION DE TUBERIA	M3	1503,81	C\$ 764,64	C\$1.149.873,28	C\$172.480,99	C\$1.322.354,27
9	31231300	TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-26) (Incluye mano de obra)	ML	3872,3	C\$ 320,35	C\$1.240.491,31	C\$186.073,70	C\$1.426.565,00
10		VALVULAS DE LIMPIEZA(incluye man	C/U	9	C\$ 6.831,00	C\$61.479,00	C\$9.221,85	C\$70.700,85
11	40174608	ACCESORIOS: T DE 2'' PVC	C/U	17	C\$ 465,16	C\$7.907,72	C\$1.186,16	C\$9.093,88
12	40172800	CODO 45° DE 2'' PVC	C/U	17	C\$ 312,23	C\$5.307,91	C\$796,19	C\$6.104,10
13	40172808	CODO 90° DE 2'' PVC	C/U	15	C\$ 324,98	C\$4.874,70	C\$731,21	C\$5.605,91
14	40142609	TAPON DE 2'' PVC	C/U	12	C\$ 286,74	C\$3.440,88	C\$516,13	C\$3.957,01
15	31201610	PEGAMENTO PVC DE 1/3GR	C/U	1	C\$ 152,93	C\$152,93	C\$22,94	C\$175,87
16	11111700	COLCHON DE ARENA CON UNA	M3	375	C\$ 1.738,80	C\$652.050,00	C\$97.807,50	C\$749.857,50
17	72102702	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M3	1125	C\$ 496,80	C\$558.900,00	C\$83.835,00	C\$642.735,00

TANQUE DE ALMACENAMIENTO								
18	72102702	MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO: CORTE DE TERRENO	M3	19.89	C\$ 764.64	C\$ 15,208.69	C\$2,281.30	C\$17,489.99
19	72102702	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M3	14.70	C\$ 1,146.96	C\$ 16,860.31	C\$2,529.05	C\$19,389.36
20	30111500	CONCRETO CICLOPEO (incluye concreto de 3000psl retorta piso y retorta superior)	M3	20.59	C\$ 10,167.00	C\$ 209,338.53	C\$31,400.78	C\$240,739.31
21	11121600	FORMALETA	M2	138.24	C\$1,450.00	C\$ 200,448.00	C\$30,067.20	C\$230,515.20
22	30111504	REPELLO GRUESO Y FINO	M3	4.15	C\$983.95	C\$ 4,083.39	C\$612.51	C\$4,695.90
23	60121001	PINTURA	M2	138.24	C\$308.39	C\$ 42,631.83	C\$6,394.78	C\$49,026.61
24	26120000	CERCA PERIMETRAL ALAMBRE DE PUA Y POSTERIA	GL	1.00	C\$22,531.40	C\$ 22,531.40	C\$3,379.71	C\$25,911.11
CONEXIONES								
25	27111708	CONEXIONES DOMICILIARES:TUBO DE 1/2''PVC	C/U	210	C\$ 439.55	C\$ 92,305.50	C\$13,845.83	C\$106,151.33
26	40142606	ACCESORIOS: SILLETA DE 1/2''	C/U	105	C\$ 364.48	C\$ 38,270.40	C\$5,740.56	C\$44,010.96
27	41142317	CODOS DE 1/2''	C/U	315	C\$ 117.25	C\$ 36,933.75	C\$5,540.06	C\$42,473.81
28	40142606	ADAPTADORES MACHO DE 1/2''	C/U	105	C\$ 110.88	C\$ 11,642.40	C\$1,746.36	C\$13,388.76
29	27111708	LLAVE DE CHORRO BRONCE FOSET DE 1/2''	C/U	105	C\$ 318.60	C\$ 33,453.00	C\$5,017.95	C\$38,470.95
LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA								
30	72102703	LIMPIEZA FINAL	GL	3939.51	C\$20.00	C\$78,790.20	C\$11,818.53	C\$90,608.73
SUB-TOTAL								C\$5,027,303.73
IVA								C\$754,095.56
TOTAL								C\$5,781,399.29

El monto total alcanzado por los trabajos de ejecución de obra es de cinco millones setecientos ochenta y un mil trescientos noventa y nueve córdobas con veintinueve centavos o C\$ 5, 781, 399.29 córdobas.

Tabla 19

Alcance de Proyecto

ALCANCE DE SERVICIO PROYECTO DE AGUA POTABLE BARRIO LA FE, RIO BLANCO				
ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
PRELIMINARES				
1	76111700	LIMPIEZA INICAL	M2	3.939,51
2	72141102	TRAZO Y NIVELACION (INCLUYE REPLANTEO TOPOGRAFICO)	ML	3.939,51
3	55121605	RÓTULO	GL	1
LÍNEA DE CONDUCCIÓN				
4	72103004	EXCABACION DE TUBERIA	M3	72
5	40170000	INSTALACION DE TUBERIA DE PVC.=2'' (SDR-26) (Incluye mano de obra) Y ACCESORIOS T DE 2'', LLAVE DE PASE DE 2'' Y 2 ADAPTADORES, Y PEGA PVC Y TEFLON	ML	185,4
6	11111700	COLCHON DE ARENA CON UNA CAPA DE 0.20M	M3	21,5
7	72102702	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M3	64,5
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN				
8	72103004	EXCABACION DE TUBERIA	M3	1503,81
9	31231300	TUBERIA DE PVC Diám.=2'' (SDR-26) (Incluye mano de obra)	ML	3872,3
10		VALVULAS (incluye mano de obra)	C/U	9
11	40174608	ACCESORIOS: T DE 2'' PVC	C/U	17
12	40172800	CODO 45° DE 2'' PVC	C/U	17
13	40172808	CODO 90° DE 2'' PVC	C/U	15
14	40142609	TAPON DE 2'' PVC	C/U	12
15	31201610	PEGAMENTO PVC DE 1/3GR	C/U	1
16	11111700	COLCHON DE ARENA CON UNA CAPA DE 0.20M	M3	375
17	72102702	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M3	1125

TANQUE DE ALMACENAMIENTO				
18	72102702	MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO: CORTE DE TERRENO	M3	19,89
19	72102702	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M3	14,70
20	30111500	CONCRETO CICLOPEO (incluye concreto de 3000psl retorta piso y retorta superior)	M3	20,59
21	11121600	FORMALETA	M2	138,24
22	30111504	REPELLO GRUESO Y FINO	M3	4,15
23	60121001	PINTURA	M2	138,24
24	26120000	SERCA PERIMETRAL ALAMBRE DE PUA Y POSTERIA	GL	1,00
CONEXIONES				
25	27111708	CONEXIONES DOMICILIARES:TUBO DE 1/2''PVC	C/U	210
26	40142606	ACCESORIOS: SILLETA DE 1/2''	C/U	105
27	41142317	CODOS DE 1/2"	C/U	315
28	40142606	ADAPTADORES MACHO DE 1/2"	C/U	105
29	27111708	LLAVE DE CHORRO BRONCE FOSET DE 1/2"	C/U	105
LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				
30	72102703	LIMPIEZA FINAL	GL	3939,51

Nota: Todos los avances de esta obra fueron calculados mediante TakeOff o Hoja de Cálculo.

VI. Estrategia de Ejecución: participación y organización

En proyectos de agua y saneamiento del sector rural tradicionalmente la comunidad participa en la ejecución mediante el aporte de mano de obra no calificada (zanjeo, relleno y traslado de materiales y preparación de mezclas etc.). En los últimos años se ha estado implementando la estrategia que la comunidad administre los fondos de la comunidad y que la misma participe en las tareas que requieren mano de obra no especializada. Esta táctica se le llama PGC “Proyectos Guiados por la Comunidad”. (SNIP, 2015)

Resultados de la Muestra

Teniendo la población se usó el muestreo no probabilístico por conveniencia para el Tamaño de la muestra.

Los resultados del muestreo obtenemos que, para 633 habitantes, y con excepciones porque al ser este un proyecto académico, la encuesta se hará por medio de un grupo focalizado de 50 personas, tomando en cuenta líderes, pobladores destacados, y habitantes geográficamente próximas a sitios de interés.

Resultados de la Encuesta a Pobladores

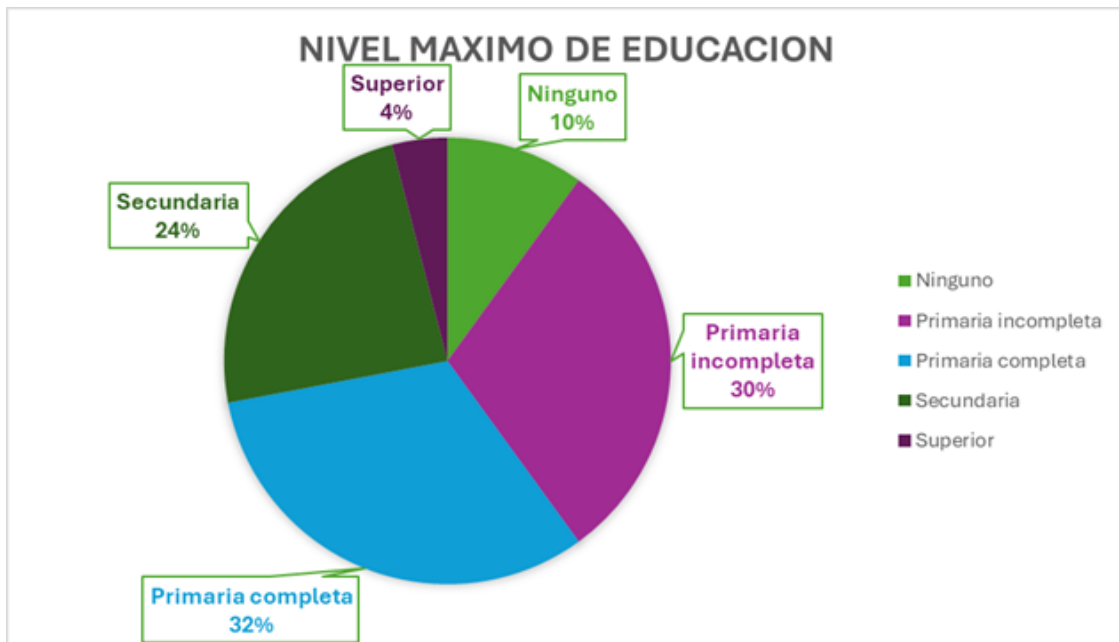
Se realizaron dos encuestas, una con el formulario del INIDE ECH para conocer datos sociodemográficos, económicos y de vivienda en el sitio, y una encuesta analizada y validada con el Software SPSS para diagnosticar la zona del proyecto.

Resultados de Encuesta en Formato INIDE

Se toman las preguntas más importantes para determinar la percepción personal con la Encuesta Continua de Hogares ECH

Figura 20 -

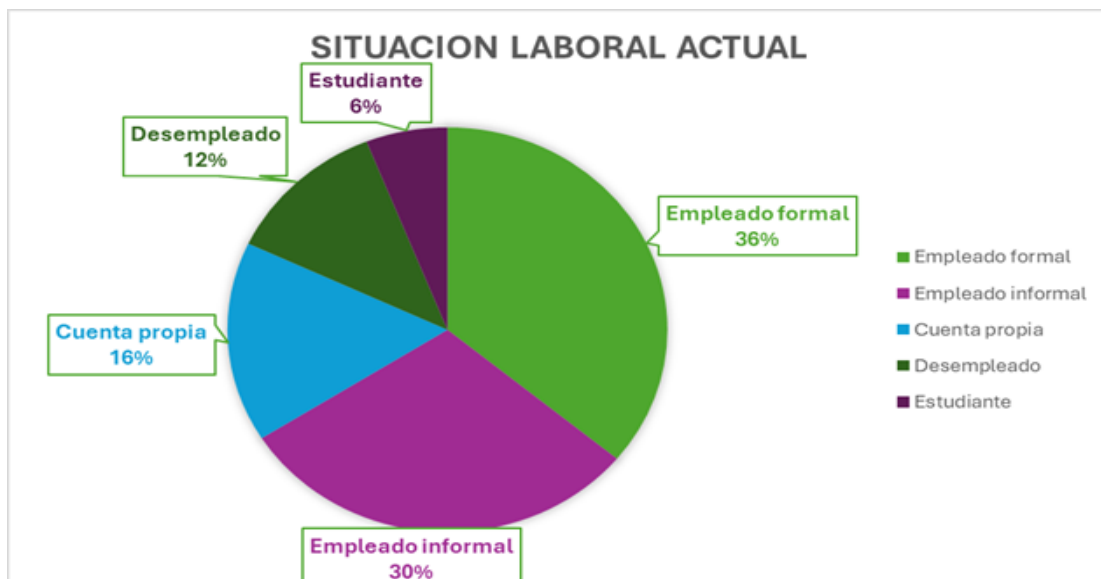
Pregunta 3 - ¿Cuál es su nivel máximo de educación?



De los encuestados se verificó que un 32% terminaron la primaria, un 30% solo tiene educación inicial, 24% tienen la secundaria terminada, 4% son universitarios egresados o en proceso, y 10% no tienen estudios.

Figura 21

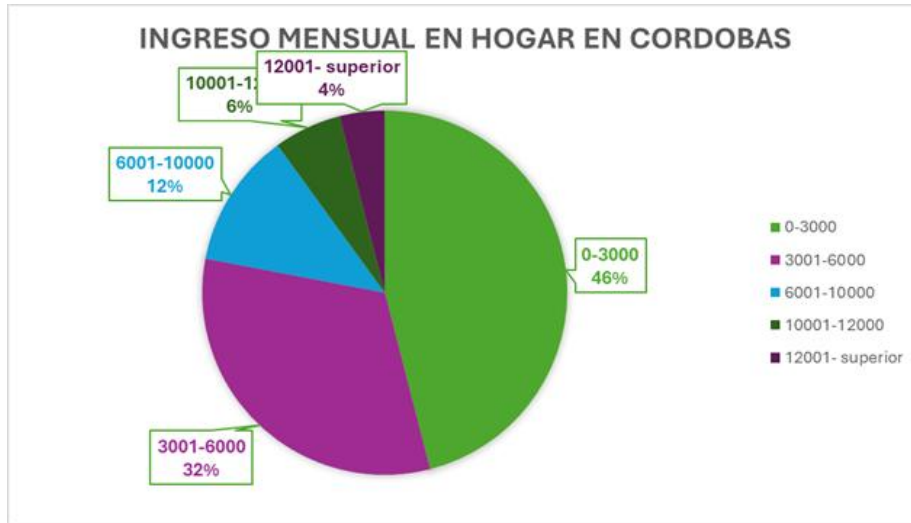
Pregunta 4 - ¿Cuál es su situación laboral actual?



De los encuestados se verifico que un 36% tienen un empleo formal con contrato, 30% son empleados informales, 16% tiene negocio propio, 12% se encuentran desempleados y un 6% siguen estudios universitarios.

Figura 22

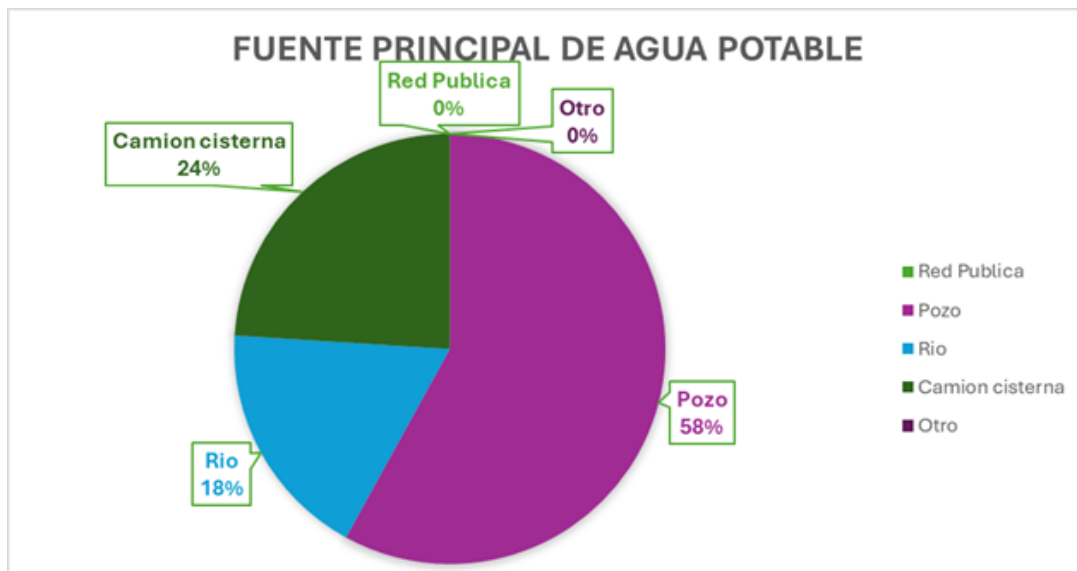
Pregunta 5 – ¿Cuál es el ingreso mensual en su hogar?



De los encuestados se verifico que un 46% ganan entre 3000 y 6000 córdobas, un 32% ganan menos de 3000 córdobas, 12% ganan entre 6000 y 10000 córdobas, 6% ganan entre 10000 y 12000 córdobas y un 4% ganan más de 12000 córdobas.

Figura 23

Pregunta 6 - ¿Cuál es su fuente de abastecimiento de agua potable?



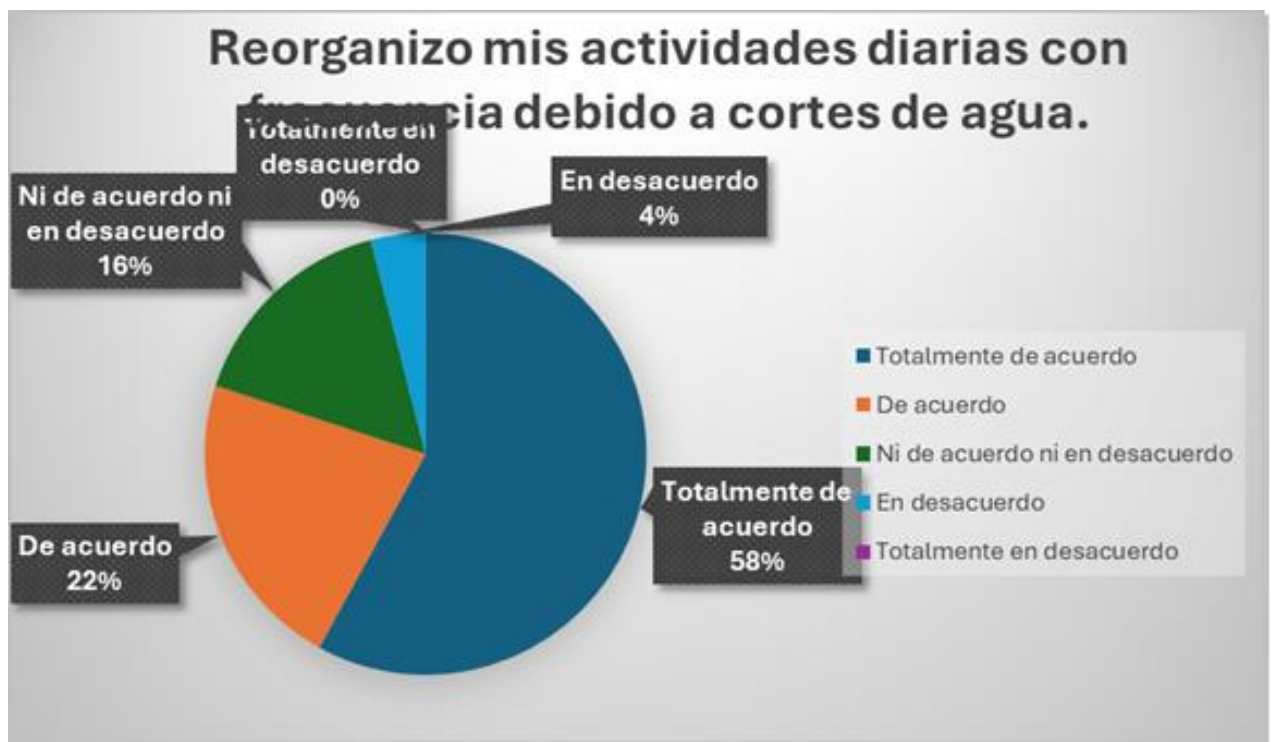
De los encuestados se verifico que un 58% dependen de pozos perforados, un 24% subsisten de los camiones cisterna de la alcaldía y un 18% se abastecen del rio cercano.

Resultados de Encuesta con Evaluación SPSS

Encuesta a pobladores con base analizada con SPSS:

Figura 24

Pregunta 5 - ¿Reorganizo mis actividades diarias con frecuencia debido al agua?



De los encuestados se verifico que un 58% están totalmente de acuerdo en la acción, un 22% están de acuerdo, 16% no están seguros y 4% difieren. Con estas respuestas podemos determinar que los habitantes de La Fe tienen que utilizar horas útiles de su día para conseguir el vital líquido, tiempo que podría ser aplicado para que desarrollen otras actividades y generen activos.

Figura 25

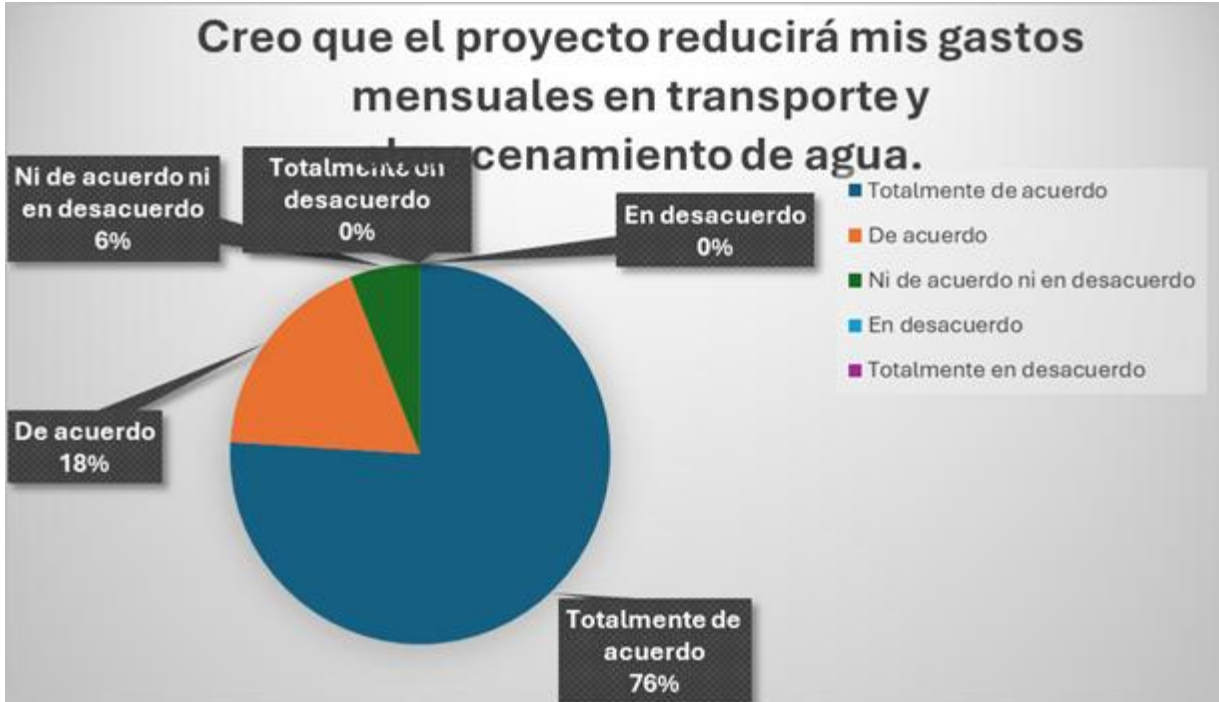
Pregunta 6 - ¿La Comunidad Participa en Reuniones Relacionadas al Manejo del Servicio de Agua?



De los encuestados se verificó que un 60% participan siempre en las reuniones comunitarias, 18% Casi siempre se presentan, 18% cuando tienen coinciden un tiempo libre, 4% dijeron que casi nunca pueden participar por trabajo o escuela.

Figura 26

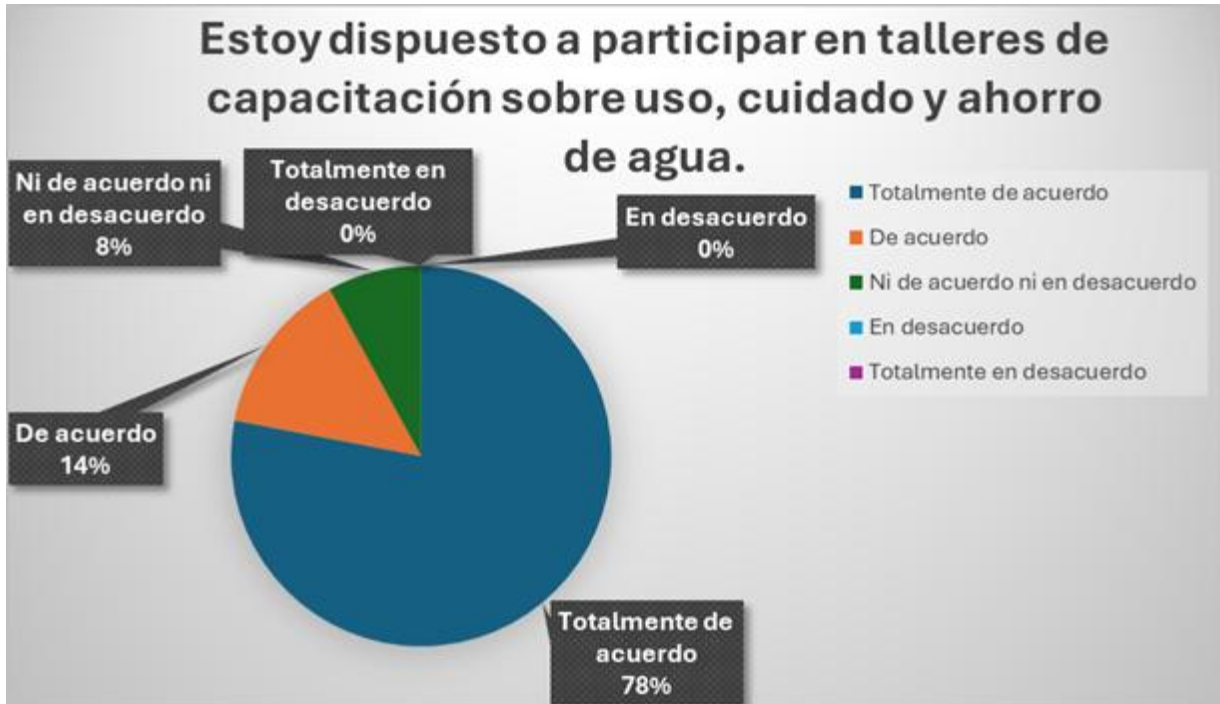
Pregunta 12 – ¿Creo que el proyecto reducirá mis gastos mensuales en transporte y almacenamiento de Agua?



De los encuestados se verificó que un 76% están totalmente de acuerdo con que el proyecto va a ayudar con sus gastos mensuales, 18% están de acuerdo que el proyecto puede ser de gran ayuda para la problemática inversión de sus hogares, y un 6% todavía no lo tienen claro, esperarán a que se desarrolle el proyecto para opinar.

Figura 27

Pregunta 13 - ¿Estoy dispuesto a participar en talleres de capacitación sobre uso, cuidado y ahorro de agua?



De los encuestados se verificó que un 78% están totalmente dispuestos a participar en los talleres proporcionados por la administración, 14% están de acuerdo en la necesidad de participar y estarán al pendiente, y un 8% no están seguros, pero harán lo posible.

Parte 4. Evaluación del Proyecto

I. Aspectos Generales

Todo proyecto de agua potable tiene asociado básicamente estos eslabones, correspondientes a su proceso de producción: captación y tratamiento de agua cruda, conducción y distribución, consumo y micro medición. (SNIP, 2015)

Desde una perspectiva de evaluación, los proyectos de agua potable se evalúan con criterios de beneficio-costos, y los proyectos de agua servidas con criterios de costo efectividad.

II. Instalación de Servicio de Agua Potable

A. Comentarios Iniciales

El proyecto de instalación del servicio de agua potable tiene el fin de abastecer de agua potable al barrio La Fe con 633 habitantes, que en la actualidad consume agua por formas alternativas, tales como acarreo de fuentes externas, extracción de pozos o hasta la compra de agua a camiones cisterna. El proyecto desde una perspectiva académica constructiva usará una fuente de agua que viene del sistema municipal, se captará, conducirá y distribuirá a los consumidores finales.

Desde la perspectiva económica, el proyecto se hará con el menor costo de acceso al agua, así como proveer agua segura, potable y permitir un mayor consumo. Se hace que el consumo esperado “Con proyecto” será mayor que “Sin proyecto”.

B. Metodología de Evaluación

El proceso metodológico de evaluación del proyecto de instalación del sistema de abastecimiento de agua potable sigue como principio básico establecer la situación ‘sin proyecto’. Esto es determinar el costo del metro cúbico (m³) de agua potable y la cantidad de m³ consumidos por el grupo de análisis, comúnmente la unidad familiar, en un periodo dado, mensualmente. Establecer dicha situación ‘sin proyecto’ conlleva una investigación de campo específica mediante la cual se deberá conocer cómo es que se abastece de agua actualmente la comunidad o población. Bien puede ser por

‘acarreo’ de un río o pozo comunitario, lo cual implica valorar el costo de oportunidad por ir a buscar el agua; también puede ser comprada a camiones cisterna, debiéndose determinar el precio implícito del m³ de agua consumido. (SNIP, 2015)

Se define que hay habitantes que ocupan hasta dos o tres horas en conseguir un mínimo de agua para el uso diario de la familia, alternando que son gastos implícitos que pierden que podrían ser utilizados en otras actividades. Cada hora puede presuponerse entre unos 50 córdobas aproximadamente, si por día se aplican 2 horas de actividad perdida, son 100 córdobas por día o 3000 córdobas por mes.

Ya habiendo establecido la situación “Sin proyecto” se establece la situación “Con proyecto”. Ver Tabla 21

Tabla 20

Estado de Flujo de Efectivo – Agua Potable

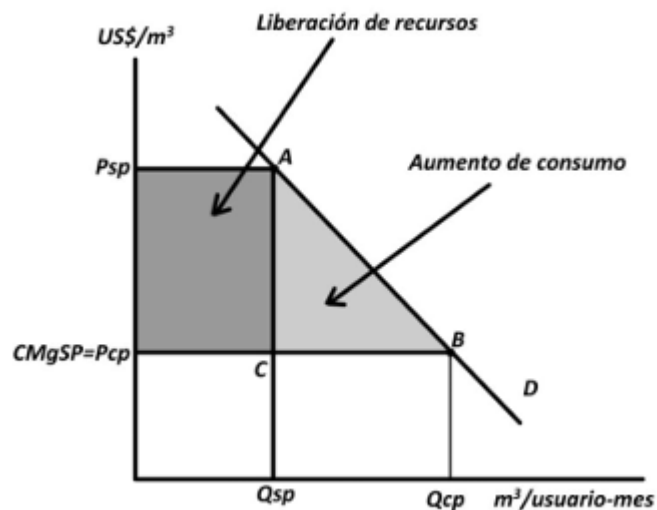
ESTADO DEL FLUJO DE EFECTIVO - AGUA POTABLE	
(En Córdobas)	
Viviendas Servidas - Conexiones (Unidades)	105
% del Total, viviendas servidas	100
Volumen de Ventas (m ³)	94.954
INGRESOS	
Facturación de Agua Potable	451.414
(-) Descuentos y Rebajas	4.514
Otros Ingresos	0
Préstamos	0
TOTAL INGRESOS (A)	446.900
OMA + RAF	
Gasto Total Anual en Salarios (SP)	222.449
Costo Anual en Energía Eléctrica (EE)	0
Costo Anual en Productos Químicos (PQ)	71.280
Costo Anual de Mantenimiento (GM)	0
Gastos de Administración (GA)	47.500
Costos de Reposición de Activos Fijos (RAF)	110.186
TOTAL GASTOS CORRIENTES (B)	451.414

CRITERIOS / SUPUESTOS	
Ventas (m ³)	94.954
OMA + RAF (C\$)	451.414
Tarifa a Costos Promedios C\$/m ³ Fórmula	4,75
Tarifa a Costos Promedios C\$/m ³ Valor	4,75
Rebajas anuales (máximo)	1%
Agua no contabilizada	20%
Total viviendas en el último año de la proyección	105
TARIFA PROMEDIO ESTIMADA	
Consumo promedio por vivienda en m ³ /mes	27,13
Tarifa promedio estimada C\$/mes	128,97

Fuente: Elaboración Propia

Figura 28

Beneficios Sociales del proyecto de Instalación de Servicio de Agua Potable



Fuente: SNIP

La figura 29 muestra los beneficios asociados a un proyecto de instalación del servicio de agua potable. P_{sp} es el precio (costo) 'sin proyecto' de abastecerse de agua (que no es potable), y Q_{sp} la cantidad consumida; por su parte, P_{cp} es el precio (costo)

‘con proyecto’ por cada m³ de agua potable consumida, y Q_{cp} la cantidad consumida. En el gráfico se indica que el P_{cp} es igual al costo marginal social de producir (CM_{gSP}) el agua ‘con proyecto’. A su vez, el P_{sp} es el costo económico ‘sin proyecto’ en que incurre una familia por abastecerse de agua.

Datos:

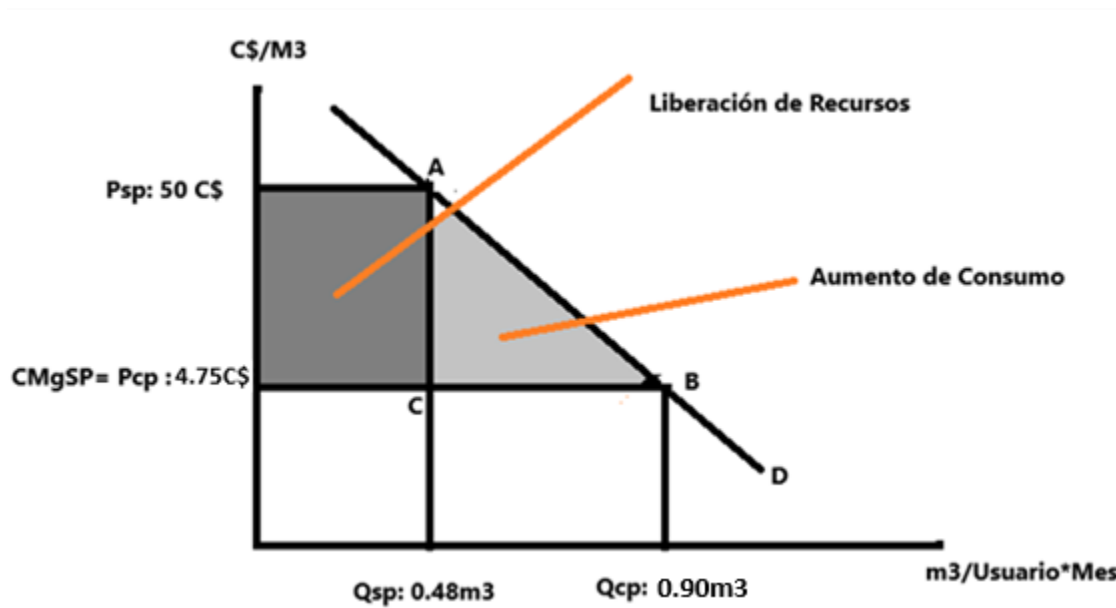
- P_{sp}: 100 córdobas por día o 3000 córdobas por mes.
- Q_{sp}: 480 litros de agua por día o 0.48m³ de agua por día para entre todos los miembros de la familia.
- P_{cp}: 4.75 córdobas por cada metro cubico de agua.
- Q_{cp}: 0.90 metros cúbicos por día o 27 metros cúbicos por mes.

Formula:

$$(13) \quad (P_{sp} - CM_{gSP}) * Q_{sp} + \frac{P_{sp} - CM_{gSP}}{2} * (Q_{cp} - Q_{sp})$$

Figura

Resultados de los Beneficios Sociales.



Fuente: Elaboración Propia, Base SNIP

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACION

- a) Se propuso el diseño de un Mini Acueducto por Gravedad (MAG) para la ampliación de Sistema de Agua Potable para el barrio La Fe, y se determinó mediante la Norma NTON 09 007-19 que su funcionamiento será óptimo y cumple con los requisitos para ser viable financiera e hidráulicamente.

- b) Se identificó que los pobladores del barrio La Fe mayormente son empleados formales e informales y tienen que modificar sus horarios, para poder obtener el vital líquido. La población inicial registrada por censos es de 633 habitantes, con una tasa de crecimiento geométrica de 2.5%, se proyectará a 1064 personas en 2046, asegurando que el diseño del sistema cubra las necesidades futuras.

- c) Los resultados indican que la presión es óptima para abastecer el nuevo sistema de abastecimiento en La Fe, se llevaron a cabo tres pruebas en tres días diferentes, en tres horarios diferentes que fueron 6am, 12pm y 9 pm. Para elaborar el diseño se tomará en cuenta 52 PSI de presión para el cálculo del sistema hidráulico.

- d) Los resultados obtenidos se calcularon de acuerdo con el consumo promedio diario proyectado a 20 años. Se calculó que el tanque necesitara una capacidad de 88,836 litros de agua, que serían unos 88.84m³ de agua potable. El tanque será de concreto ciclópeo de 6.40 metros x 6.40 metros x 2.20 metros de alto internamente, para el nivel de rebose será de 2.00 metros, la base será de 8.70 metros x 8.70 metros.

- e) La modelación hidráulica con EPANET 2.0 ha asegurado un flujo eficiente en las tuberías y una presión adecuada en todos los nodos. Los resultados demostraron que las presiones máximas y mínimas se encuentran dentro del rango permitido por la normativa, lo que confirma la funcionalidad del sistema.

- f) El presupuesto elaborado con referencia FISE 2024 y cotizaciones locales de la ciudad de Rio Blanco para el costo de los materiales y mano de obra. Se ha calculado un total de cinco millones setecientos ochenta y un mil trescientos noventa y nueve córdobas con veintinueve centavos o C\$ 5, 781, 399.29 córdobas, considerando factores como transporte, materiales y mano de obra, permitiendo minimizar gastos innecesarios. Con una tarifa de ciento veintiocho córdobas con noventa y siete centavos ó 128.97 C\$ para la mensualidad a cobrarse en cada vivienda.

CAPITULO VI: RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda construir el sistema de abastecimiento de agua a como ha sido diseñado, y así asegurar que se dote al barrio de un servicio eficiente, continuo y sanitariamente seguro.

- b) Se sugiere capacitar debidamente al personal el cual estará a cargo de la fase de operación y mantenimiento del sistema, así como también en los aspectos Legales, económicos y administrativos para lograr la sostenibilidad del sistema, durante su vida útil, hasta el año 2046.

- c) Hacer una capacitación donde la población del barrio La Fe tenga conocimiento de las cantidades de cloro adecuadas a emplear en el sistema de agua potable es vital para lograr un incremento del beneficio y el bienestar comunitario.

- d) Es importante considerar en todo diseño de proyectos que garantice el período de vida útil y el buen funcionamiento de ello, en este caso es de 20 años.

- e) Realizar mantenimientos de prevención en la conexión fuente, de las válvulas de limpieza cada 2 meses de modo que se verifique el buen funcionamiento del proyecto.

Bibliografía

LEY N°. 217. (1996). *LEY GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES*. Disponible en

[http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/\(\\$All\)/1B5EFB1E58D7618A0625711600561572?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/($All)/1B5EFB1E58D7618A0625711600561572?OpenDocument)

ACUERDO MINISTERIAL No.65-94. (1994). *NORMA REGIONAL DE CALIDAD DEL AGUA*. Disponible en <http://www.inaa.gob.ni/sites/default/files/inline-files/3.%20Acuerdo%20Ministerial%20N.%C2%B0%2065-94%2C%20Normas%20de%20calidad%20de%20agua%20para%20consumo%20humano.pdf>

Agenda 2030. (2015). *Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos*. Disponible en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

Agua Para La Vida. (2021). *INFORME DE IMPACTO 2021*. Disponible en <https://aguaparalavida.org/wp-content/uploads/2022/06/Informe-de-Impacto-2021.pdf>

Alcaldía de Matagalpa. (2005). *Alcaldía Municipal de Matagalpa*. Disponible en <https://web.archive.org/web/20051102060601/http://www.alcaldiamatagalpa.gob.ni/>

Alcaldía de Río Blanco. (2025). *El Municipio de Río Blanco*. Disponible en <https://www.municipio.co.ni/municipio-rio-blanco.html>

Alianza por el Agua. (Enero de 2010). *Experiencias de agua potable y saneamiento con enfoque de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) en Nicaragua*. Disponible en https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/experiencias-apys-ni.pdf

Alvord, M. (2018). *Almacenamiento de Agua*. Disponible en https://espanol.libretexts.org/Bookshelves/Vocacional/Tecnologia_de_Sistemas

_de_Agua/Water_141%3A_Operador_de_Distribuci%C3%B3n_de_Agua_II_(A
lvord)/01%3A_Cap%C3%ADculos/1.02%3A_Almacenamiento_de_Agua

ANA. (2021). *Autoridad Nacional del Agua*. Disponible en <http://www.hacienda.gob.ni/hacienda/presupuesto2021/mpmp/267.AutoridadNacionalAgua.pdf>

Carrasco Méndez, R. A., Castro, D. V., & Rivera Martínez, H. A. (Noviembre de 2023). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable mediante miniacueducto por gravedad en el reparto Marvin Meléndez. Municipio el viejo – Chinandega, en el periodo julio a noviembre de 2023*. Disponible en <https://repositorio.ucc.edu.ni/1325/1/Trabajo%20final%203.0%20%281%29.pdf>

Castillo, D. V. (Octubre de 2022). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la colonia Las Victorias, aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa*. Disponible en <http://www.repositorio.usac.edu.gt/17984/>

Centro de Salud. (2025). *Datos estadísticos*. Disponible en <https://mapasalud.minsa.gob.ni/mapa-de-padecimientos-de-salud-municipio-de-rio-blanco-matagalpa/>

City Population. (2023). *Nicaragua : División Administrativa*. Disponible en <https://www.citypopulation.de/en/nicaragua/admin/>

CONAGUA. (Marzo de 2010). *Programa Nacional Hidrico 2007-2012*. Disponible en <http://www.carmen.gob.mx/transparencia/web/SMAPAC/2013/ob10/C%29%20REGLAMENTOS/manual.pdf>

DECRETO EJECUTIVO N°. 42-91. (Octubre de 1991). *DECLARACIÓN DE AREAS PROTEGIDAS EN VARIOS CERROS MACIZOS MONTAÑOSOS, VOLCANES Y LAGUNAS DEL PAIS*. Disponible en <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/b92aaea87dac762406257265005>

- Departamento de Tarifas-INAA. (2019). *ESTUDIO DE TARIFAS DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE*. Disponible en <http://www.ana.gob.ni/sites/default/files/inline-files/ET%20CAPS%20Santa%20Cruz%20Esteli%202019.pdf>
- EMARB. (2010). *Empresa Municipal Aguadora de Rio Blanco*. Disponible en https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/experiencias-apys-ni.pdf
- ENATREL. (2015). *Río Blanco celebra electrificación de “Barrio La Fe”*. Disponible en <https://www.enatrel.gob.ni/rio-blanco-celebra-electrificacion-de-barrio-la-fe/#:~:text=%C2%A1Seguimos%20Cambiando%20Nicaragua!%E2%80%A6,socioecon%C3%B3mico%20en%20todo%20el%20pa%C3%ADs>.
- Expansion DatosMacro. (2025). *Nicaragua, Índice de Desarrollo Humano*. Disponible en <https://datosmacro.expansion.com/idh/nicaragua#:~:text=El%20IDH%20se%20eleva%20en,elabora%20cada%20año%20Naciones%20Unidas>.
- Fondo de Inversion Social de Emergencia. (2023). *Guía de Costos No 16 - Fise. Abril 2023*. Disponible en <https://es.scribd.com/document/667025324/Guia-de-Costos-No-16-Fise-Abril-2023#:~:text=21%20Costos%20Indirectos:%20Son%20los%20gastos%20necesarios%20para%20la%20ejecución%20de%20los&text=personal%20directivo%20y%20administrativo>.
- Funcagua. (2024). *Qué es el agua*. Disponible en <https://funcagua.org.gt/que-es-el-agua/#:~:text=Aunque%20desde%20la%20antig%C3%BCedad%20se,a%20un%20%C3%A1tomo%20de%20ox%C3%ADgeno>.
- Gobierno de Reconciliacion y Unidad Nacional. (2019). *PRINCIPALES PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA 2018*. Disponible en <http://snip.gob.ni/Docs/ProyectosdeInversión/1.ProyectosPIP2018.pdf>
- GobMexico. (2014). *Sistemas de agua potable -Sistemas de agua potable- Bombeo de agua potable municipal Estados y municipios*. Disponible en <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/sistemas-de-agua-potable->

sistemas-de-agua-potable-bombeo-de-agua-potable-municipal-estados-y-municipios?state=published#:~:text=El%20proceso%20del%20suministro%20de,aguas%20superficiales%20o%20aguas%20subterr

Gómez, R. A. (2008). *METODOLOGIA PARA LA ELABORACION Y EVALUACION DE PROYECTOS EN EL SECTOR DE EDUCACION Y CULTURAS*. Disponible en https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/methodology/Sector_Educacio%CC%81n_2008.pdf

Herrera, R. S. (2016). *Es Preocupante la Carencia de Agua en Nicaragua*. Disponible en <https://www.laprensani.com/tag/ruth-selma-herrera>

Hidrologia e Hidraulica. (2022). *El sistema hidráulico: cómo funciona y por qué es importante*. Disponible en <https://www.ehmfh.group/el-sistema-hidraulico-como-funciona-y-por-que-es-importante/#:~:text=¿Cómo%20Funciona%20el%20Sistema?,de%20distribución%20de%20agua%20potable>.

INAA. (1999). *Norma Técnica de Diseño*. Disponible en <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-nacional-de-ingenieria-nicaragua/sanitaria-1/13-norma-tecnica-diseno-ay-p/10632371>

INIDE. (2000). *NICARAGUA REPORTE DE POBREZA*. Disponible en <https://www.inide.gob.ni/docs/bibliovirtual/publicacion/reportepobreza.pdf>

INIDE. (2005). *VIII Censo de Población y IV de Vivienda*. Disponible en <https://www.inide.gob.ni/docu/censos2005/VolPoblacion/Volumen%20Poblacion%201-4/Vol.I%20Poblacion-Caracteristicas%20Generales.pdf>

Ley N° 1046. (23 de Noviembre de 2020). *LEY DE REFORMA A LA LEY N°. 620, LEY GENERAL DE AGUAS NACIONALES*. Disponible en <http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/164aa15ba012e567062568a2005b564b/d730a9e0da470b6a0625862b0058f7a9?OpenDocument#:~:text=Art%C3%ADculo%204%20El%20servicio%20de,responsabilidad%20y%20tutela%20del%20Estado>.

Maceira, A. (2021). *Que es el agua?* Disponible en <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agua>

Membreño Mejía, S. E., Silva Salinas, D. A., & Silva Salinas, G. A. (Noviembre de 2023). *Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable con Miniacueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) en la Comunidad La Carbonera, Municipio de El Jicaral, León, Nicaragua en el periodo comprendido Julio a Noviembre del 2023.* Disponible en <https://repositorio.ucc.edu.ni/1330/1/Proyecto%20de%20Graduación%20MABE%20UCC%20-%202023.pdf>

Ministerio de Salud. (2011). *Manual para la Vigilancia Sanitaria del Agua para Consumo Humano.* Disponible en <https://www.minsa.gob.ni/sites/default/files/2023-02/Manual%20de%20Vigilancia%20de%20la%20Calidad%20del%20Agua.pdf>

MINSA. (2018). *Guía para la Atención Clínica de las Enfermedades y Accidentes más comunes.* Disponible en <https://www.minsa.gob.ni/sites/default/files/2023-02/N%20017%20ACCIDENTES%20COMUNES%20EN%20LA%20INFANCIA.pdf>

NTON 09 007-19. (2021). *NTON 09 007-19 DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO. AGUA POTABLE.* Disponible en http://www.inaa.gob.ni/sites/default/files/inline-files/NORMA_NTON%2009%20007-19_c.pdf

NTON 09 007-19. (2023). *DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO. AGUA POTABLE.* Disponible en http://www.inaa.gob.ni/sites/default/files/inline-files/NORMA_NTON%2009%20007-19_c.pdf

ODS6. (2023). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.* Disponible en https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish.pdf?_gl=1*7i0gcc*_ga*MTQyNjI0ODY3NS4xNzQxOTI5Mjkw*_ga_TK9BQL5X7Z*MTc0MTkyOTI5MC4xLjEuMTc0MTkyOTcyOC4wLjAuMA..

- Organización de las Naciones Unidas. (2010). *El derecho humano al agua y el saneamiento*. Disponible en <https://docs.un.org/es/A/RES/64/292>
- Organización Mundial de la Salud. (2023). *Organización Mundial de la Salud*. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Organización Panamericana de la Salud. (2023). Disponible en *Agua y Saneamiento*. <https://www.paho.org/es/temas/agua-saneamiento>
- Organización Panamericana de la Salud. (2023). *Agua y Saneamiento*. Disponible en <https://www.paho.org/es/temas/agua-saneamiento>
- Pérez, L. R. (2020). *Tecnologías de Agua y Saneamiento*. Disponible en <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/conducci%C3%B3n-por-gravedad#:~:text=Una%20de%20las%20caracter%C3%ADsticas%20b%C3%A1sicas,energ%C3%ADas%20disponible%20posibilita%20su%20trans>
- RAE. (2025). *Demanda de agua*. Disponible en <https://dpej.rae.es/lema/demanda-de-agua#:~:text=Adm.,40.&text=Decreto%202811%20de%201974%2C%20por,de%20Protección%20al%20Medio%20Ambiente.>
- RESOLUCIÓN N°. CD-RT-011-00. (2001). *NORMATIVA GENERAL PARA LA REGULACIÓN Y CONTROL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS*. Disponible en [http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/\(\\$All\)/A2819CE92272E6AF062570A60064AF16](http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/($All)/A2819CE92272E6AF062570A60064AF16)
- Sampieri, H. (2006). Disponible en *Metodología de la Investigación 2006*. Mexico.
- SIGME. (2020). *FICHA METODOLÓGICA OPERACIÓN ESTADÍSTICA CONSUMO DE AGUA POTABLE*. Disponible en <https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/VI-R-003-Ficha-metodologica-consumo-de-agua-potable.pdf>

- Sistema Nacional de Inversiones Públicas en Nicaragua. (2021). *¿Qué es el Sistema Nacional de Inversiones Públicas?* Disponible en <http://www.snip.gob.ni/nosotros/Snip#:~:text=¿Qué%20es%20el%20Sistema%20Nacional,y%20social%20de%20la%20nación.>
- SNIP. (2015). *Saneamiento y Agua potable.* Disponible en <http://www.snip.gob.ni/docs/metodologias/metodologiaagua.pdf>
- SNIP. (2021). *Sistema Nacional de Inversiones Publicas.* Disponible en <http://www.snip.gob.ni/Tools/Guias>
- Tafur, C. A. (Mayo de 2021). *Sistema de abastecimiento de agua potable y su relación con la calidad de vida en el centro poblado Buena Vista, Chancay, 2021.* Disponible en <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/6239>
- UCC. (2025). *Universidad de Ciencias Comerciales.* Disponible en <https://universidadesni.com/universidades/universidad-de-ciencias-comerciales-ucc/administracion-de-empresas>
- Vargas, L. (2012). *Relleno Sanitario.* Disponible en <http://mceonce2012.blogssport.mx>
- Vielca Ingenieros. (2020). *MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE MATAGALPA.* Disponible en <https://www.vielca.com/proyectos/mejoramiento-y-ampliacion-del-sistema-de-agua-potable-de-la-ciudad-de-matagalpa>
- Yesquen, P. R. (Octubre de 2020). *Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable en el Centro Poblado el Convento, distrito de Tambogrande – Piura, diciembre 2019.* Disponible en <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/18153>

ANEXOS

Anexo 1

Visita de Campo para Aplicación de Encuestas a Pobladores del Barrio La Fe



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2

Visita de campo en sitio de máxima altura para la construcción de tanque de almacenamiento.



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3

Realización de Levantamiento Topográfico para detalles del terreno.



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4

Exploración de campo de algunos pozos clausurados en sitios vecinales del barrio La Fe.



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5

Formato Encuesta INIDE y SPSS

ENCUESTA PARA DIAGNOSTICO COMUNITARIO, BARRIO LA FE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE



Esta encuesta forma parte del proceso de diagnóstico participativo en la comunidad de La Fe, impulsado por el Equipo de Trabajo. Su objetivo es recopilar datos confiables sobre las condiciones actuales de acceso al agua potable y saneamiento, así como las percepciones y necesidades de las familias, mediante la aplicación del formulario INIDE para Encuesta Continua de Hogares ECH y formulario analizado por Software SPSS.

Hoja de Preguntas según INIDE

1. Edad

- 15 a 24 años.
- 25 a 34 años.
- 35 a 44 años.
- 45 a 54 años.
- 55 años a más.

2. Genero

- Masculino.
- Femenino.
- Otro.

3. Nivel Máximo de Educación

- Ninguno
- Primaria Incompleta
- Primaria Completa
- Secundaria
- Superior

4. Situación Laboral Actual

- Empleado Formal
- Empleado Informal
- Cuenta Propia
- Desempleado
- Estudiante

**ENCUESTA PARA DIAGNOSTICO COMUNITARIO, BARRIO LA FE
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**



5. Ingreso Mensual en Hogar en córdobas

- 0 a 3000 córdobas.
- 3001 a 6000 córdobas.
- 6001 a 10000 córdobas.
- 10001 a 12000 córdobas.
- 12001 córdobas a más.

6. Fuente Principal de Agua Potable

- Red Publica
- Pozo
- Rio
- Camión Cisterna
- Otro

7. Tipo de Saneamiento

- Alcantarillado
- Fosa Séptica
- Letrina
- Otro

**ENCUESTA PARA DIAGNOSTICO COMUNITARIO, BARRIO LA FE
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**



Hoja de Preguntas según Análisis SPSS y Escala de Likert

1. Uso Agua de Pozo Comunitario en mi Hogar

- Siempre
- Casi Siempre
- A veces
- Casi Nunca
- Nunca

2. El Servicio de Agua Está Disponible Durante el Día

- Siempre
- Casi Siempre
- A veces
- Casi Nunca
- Nunca

3. Mi Familia Guarda Agua para Uso Posterior por Falta de Disponibilidad

- Siempre
- Casi Siempre
- A veces
- Casi Nunca
- Nunca

4. Utilizo Agua Embotellada por Desconfianza en el Agua del Sistema Público

- Siempre
- Casi Siempre
- A veces
- Casi Nunca
- Nunca

**ENCUESTA PARA DIAGNOSTICO COMUNITARIO, BARRIO LA FE
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**



5. Reorganizo mis Actividades Diarias con Frecuencia debido a Cortes de Agua

- Totalmente de Acuerdo
- De Acuerdo
- Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo
- En Desacuerdo
- Totalmente en Desacuerdo

6. La Comunidad Participa en Reuniones Relacionadas al Manejo del Servicio de Agua

- Siempre
- Casi Siempre
- A veces
- Casi Nunca
- Nunca

7. Considero que Disponer de Agua Potable en mi Hogar es una Necesidad Urgente para mi Familia

- Totalmente de Acuerdo
- De Acuerdo
- Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo
- En Desacuerdo
- Totalmente en Desacuerdo

8. Estoy Dispuesto a Pagar una Tarifa Mensual para Acceder al Agua Potable del Nuevo Sistema

- Totalmente de Acuerdo
- De Acuerdo
- Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo
- En Desacuerdo
- Totalmente en Desacuerdo

**ENCUESTA PARA DIAGNOSTICO COMUNITARIO, BARRIO LA FE
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**



**9. Creo que el Costo Propuesto de Agua será Accesible para mi
Economía Familiar**

- Totalmente de Acuerdo
- De Acuerdo
- Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo
- En Desacuerdo
- Totalmente en Desacuerdo

**10. Espero que el Proyecto Cubra mis Necesidades de Agua de
manera Constante**

- Totalmente de Acuerdo
- De Acuerdo
- Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo
- En Desacuerdo
- Totalmente en Desacuerdo

**11. Confío en que la Calidad del Agua Suministrada No
Requerirá Tratamientos Adicionales en Casa**

- Totalmente de Acuerdo
- De Acuerdo
- Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo
- En Desacuerdo
- Totalmente en Desacuerdo

**12. Creo que el Proyecto Reducirá mis Gastos Mensuales en
Transporte y Almacenamiento de Agua**

- Totalmente de Acuerdo
- De Acuerdo
- Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo
- En Desacuerdo
- Totalmente en Desacuerdo

**ENCUESTA PARA DIAGNOSTICO COMUNITARIO, BARRIO LA FE
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**



13. Estoy Dispuesto a Participar en Talleres de Capacitación sobre Uso, Cuidado y Ahorro de Agua

- Totalmente de Acuerdo
- De Acuerdo
- Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo
- En Desacuerdo
- Totalmente en Desacuerdo

14. Considero que el Diseño Técnico del Tanque se Adapta Bien a las Condiciones de nuestra Zona

- Totalmente de Acuerdo
- De Acuerdo
- Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo
- En Desacuerdo
- Totalmente en Desacuerdo

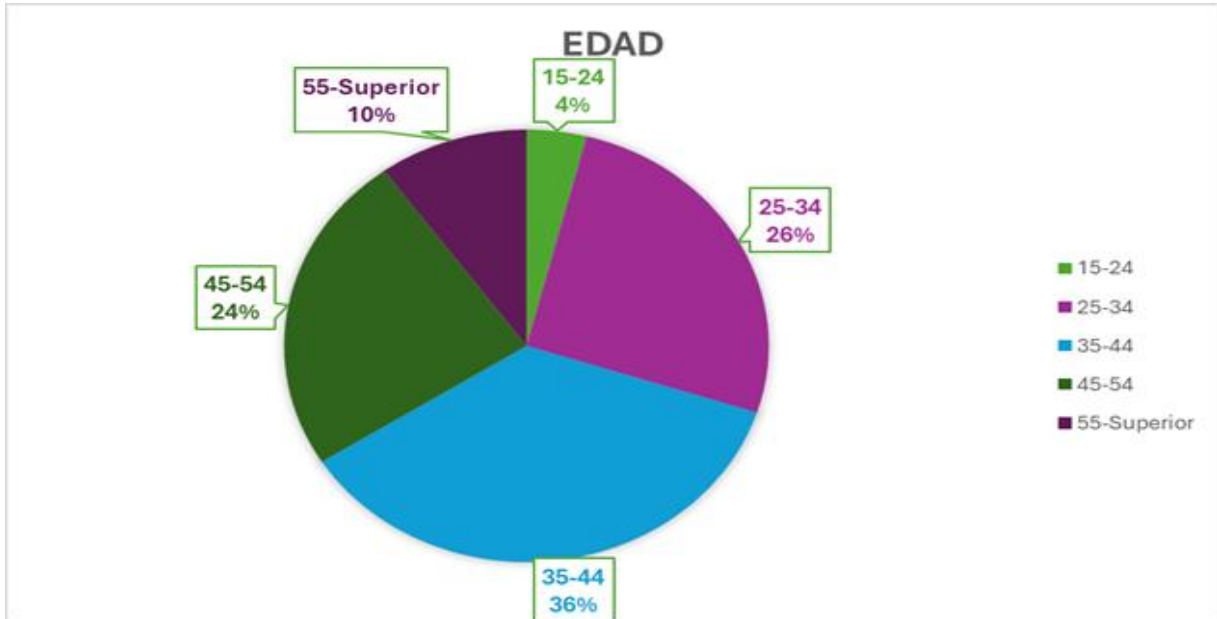
15. Me siento Tranquilo sabiendo que habrá un Plan de Contingencia ante Fallas o Cortes prolongados

- Totalmente de Acuerdo
- De Acuerdo
- Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo
- En Desacuerdo
- Totalmente en Desacuerdo

Resumen Grafico de Respuestas a Encuesta: Preguntas INIDE

Anexo 6

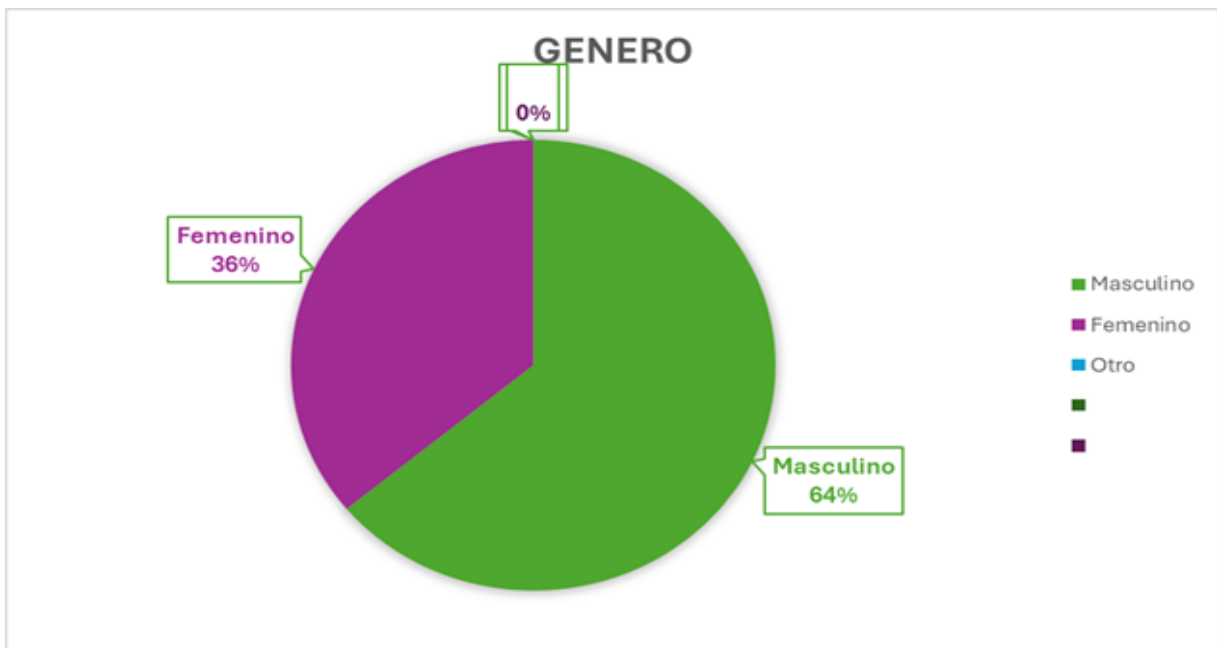
Preg1: Edad



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7

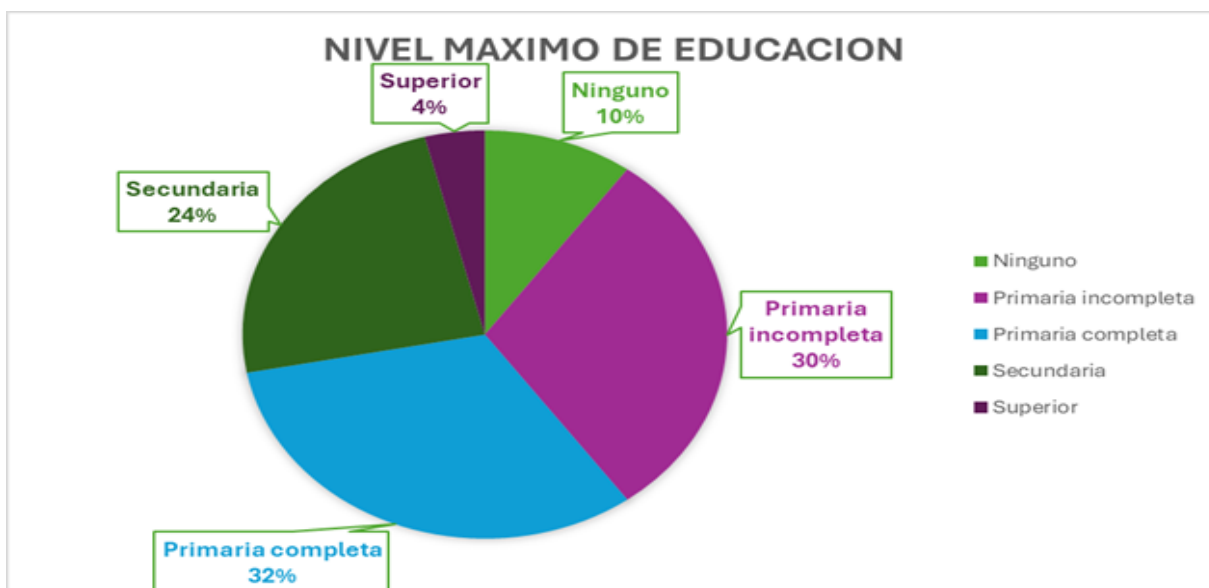
Preg2: Genero



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 8

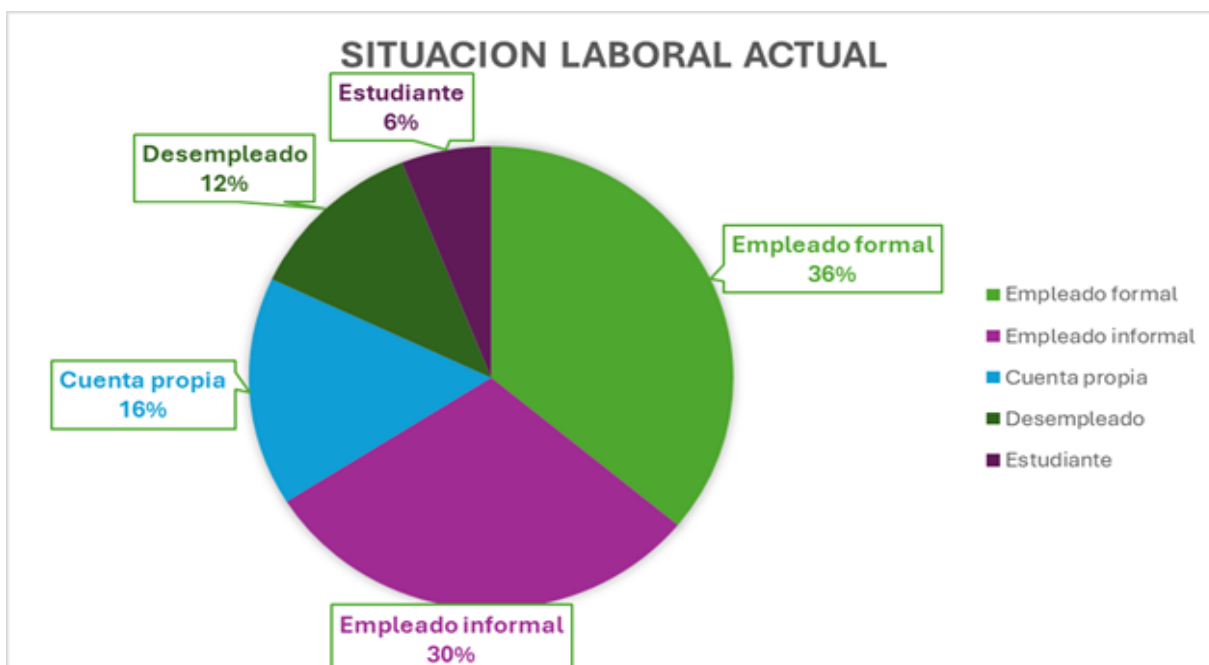
Preg3: Nivel Máximo de Educación



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 9

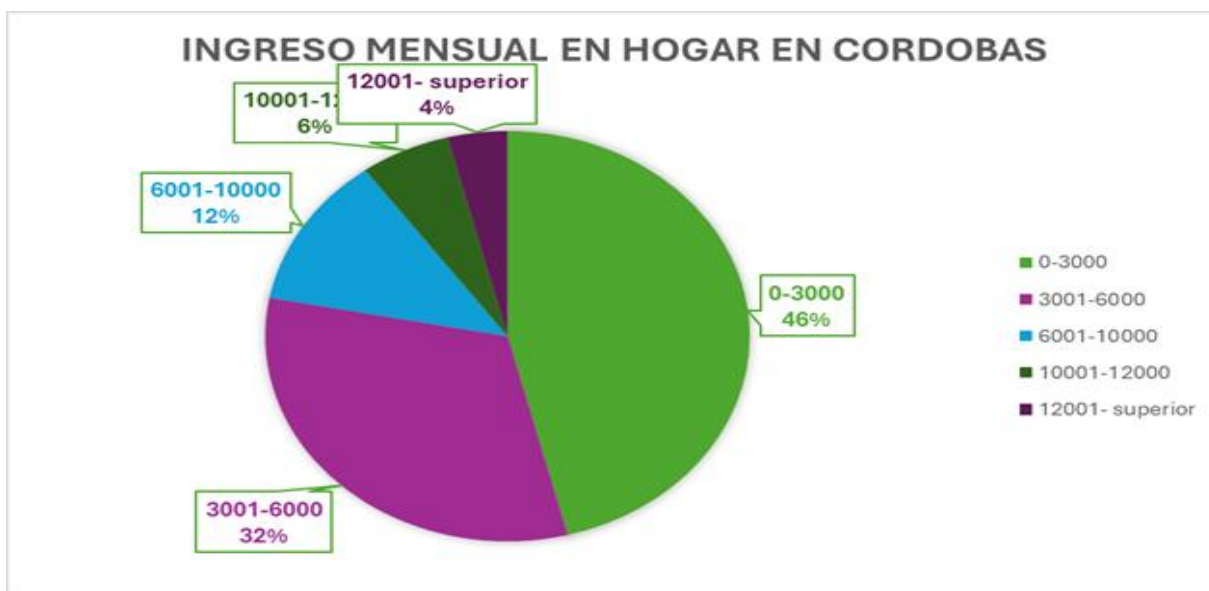
Preg4: Situación Laboral Actual



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 10

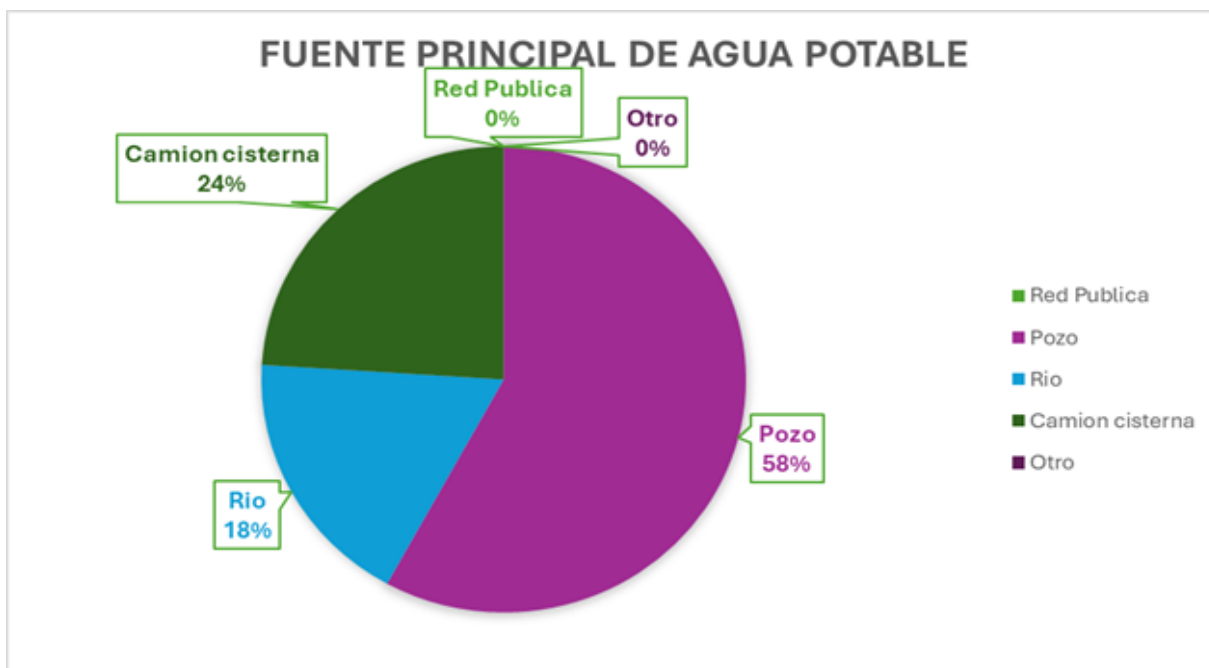
Preg5: Ingreso Mensual del Hogar en Córdoba



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 11

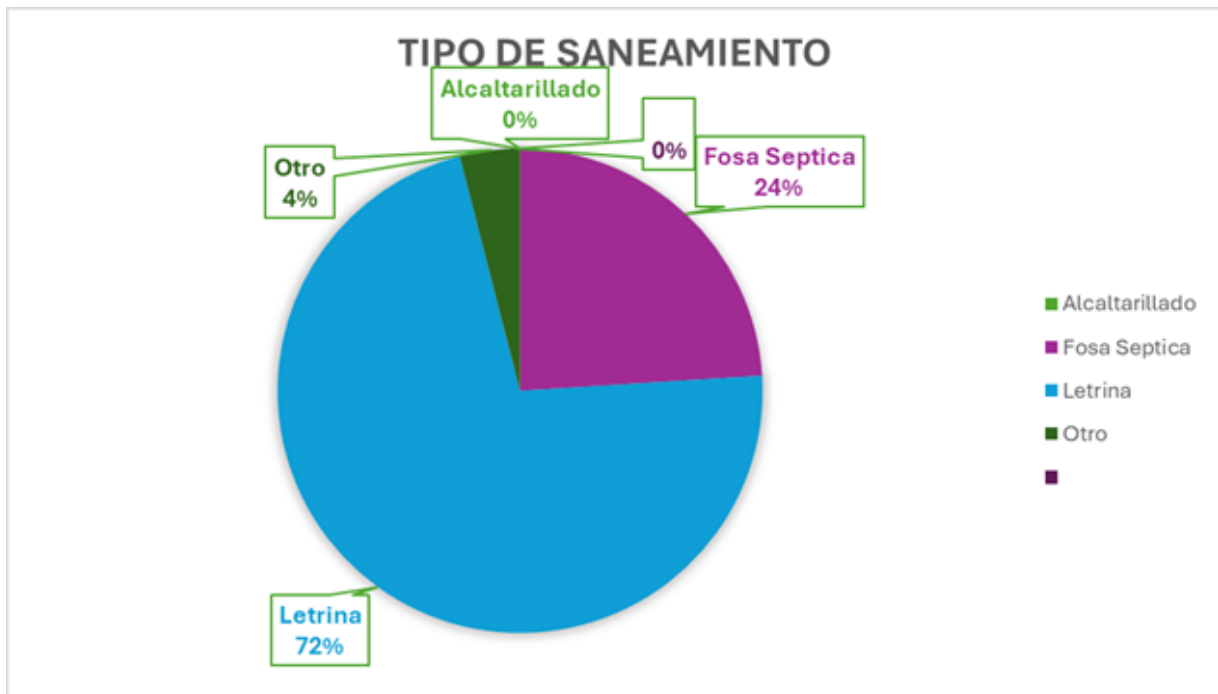
Preg6: Fuente Principal de Agua Potable



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 12

Preg7: Tipo de Saneamiento



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 13

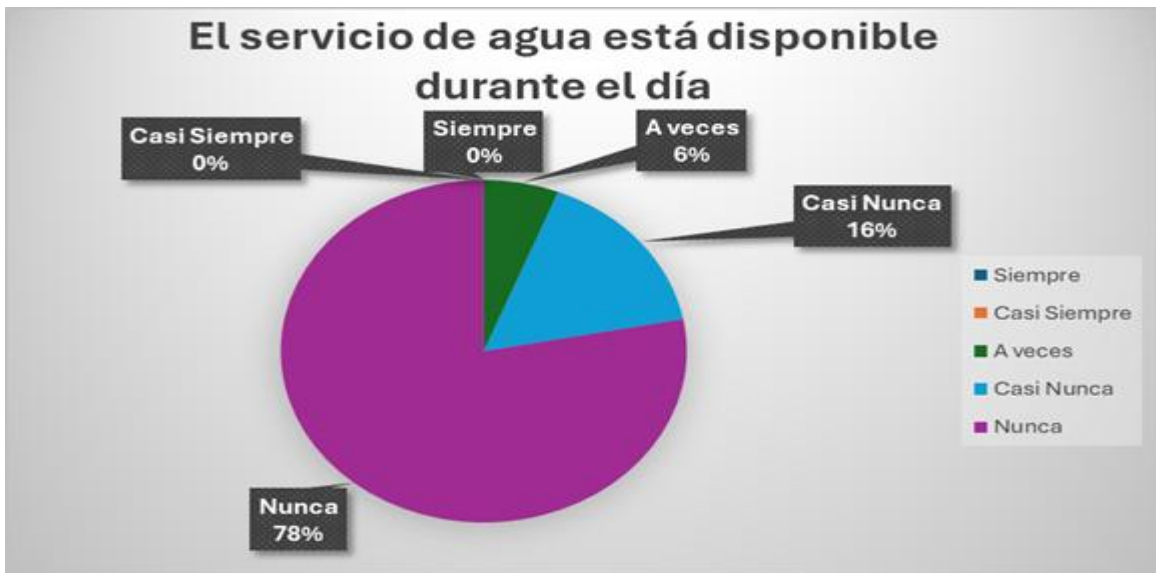
Preg1: Uso Agua de Pozo Comunitario en mi Hogar



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 14

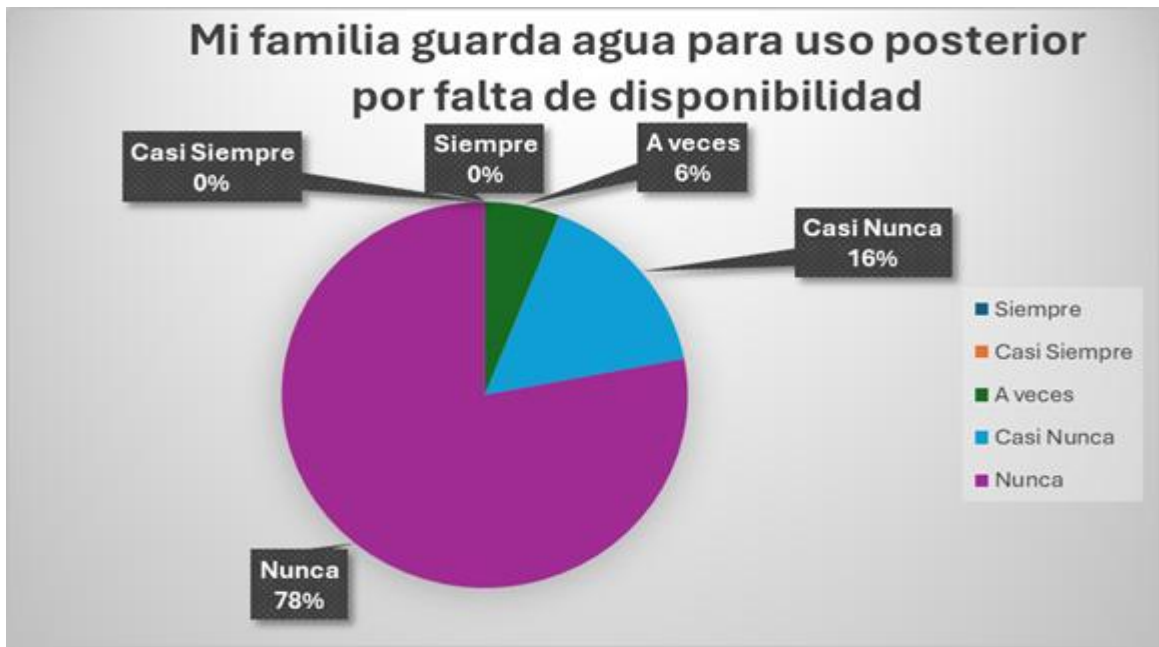
Preg2: El Servicio de Agua Está Disponible Durante el Día



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 15

Preg3: Mi Familia Guarda Agua para Uso Posterior por Falta de Disponibilidad



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 16

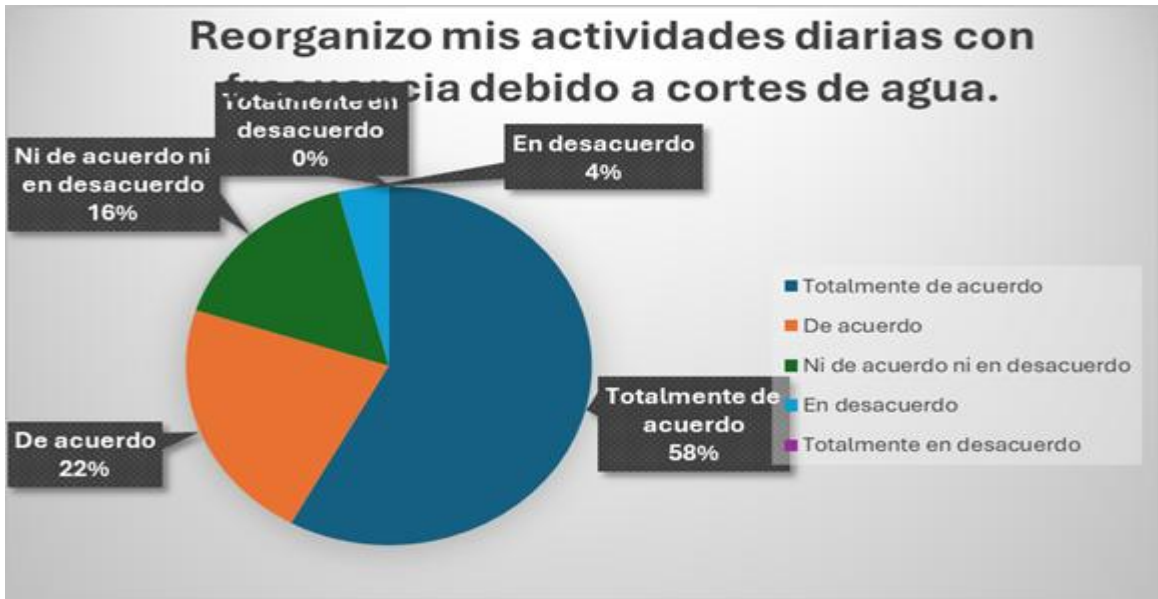
Preg4: Utilizo Agua Embotellada por Desconfianza en el Agua del Sistema Público



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 17

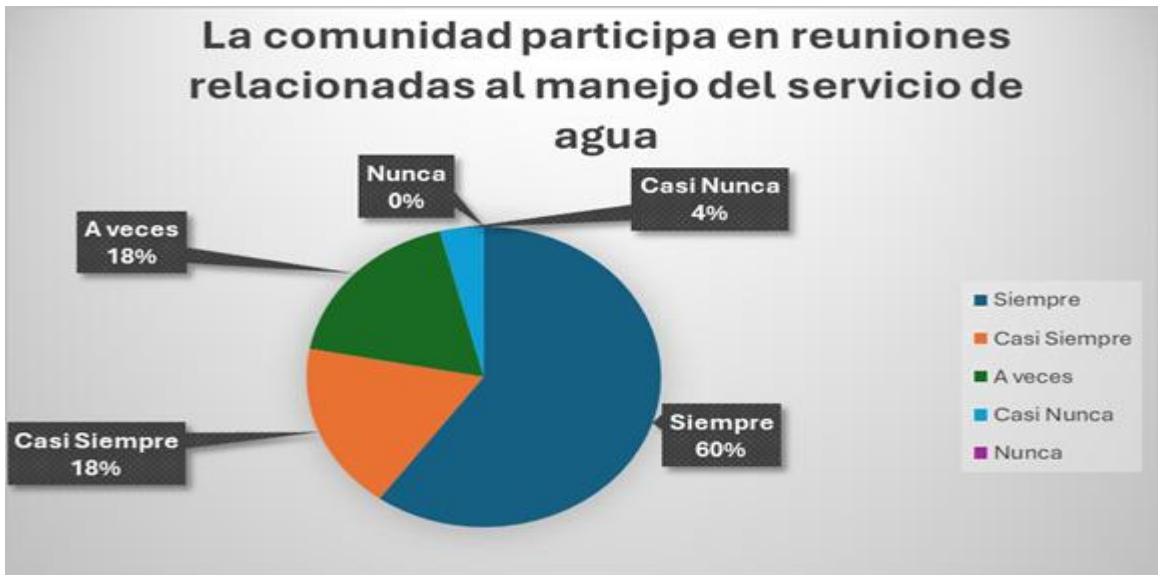
Preg5: Reorganizo mis Actividades Diarias con Frecuencia debido a Cortes de Agua



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 18

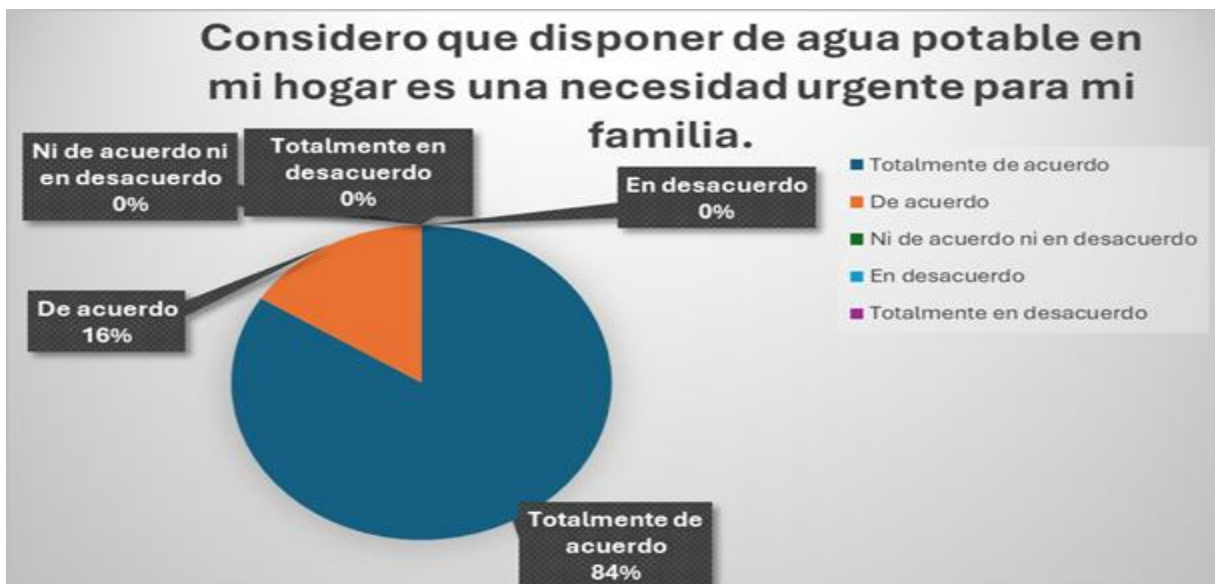
Preg6: La Comunidad Participa en Reuniones Relacionadas al Manejo del Servicio de Agua



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 19

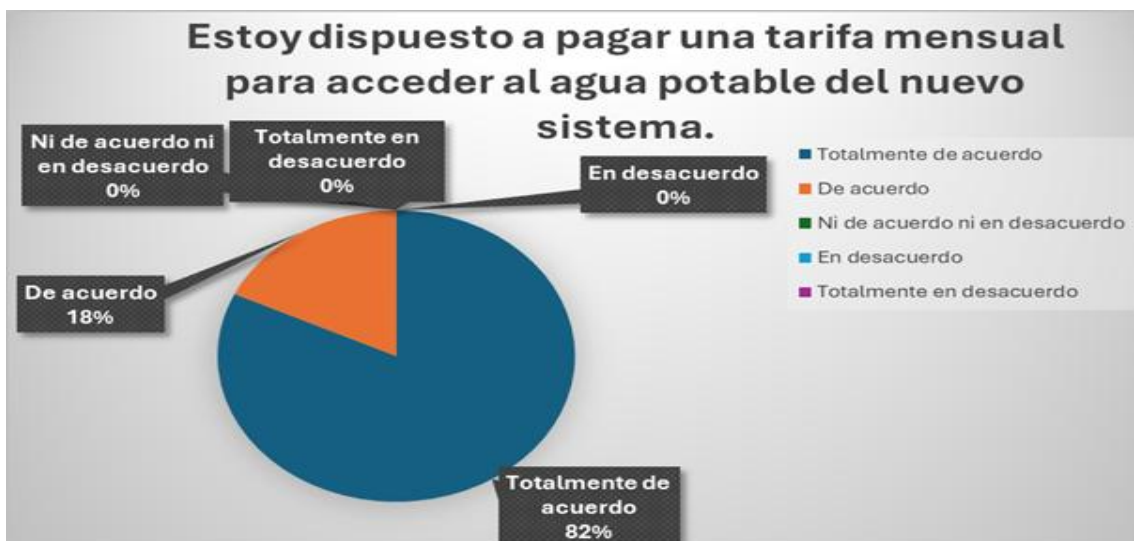
Preg7: Considero que Disponer de Agua Potable en mi Hogar es una Necesidad Urgente para mi Familia



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 20

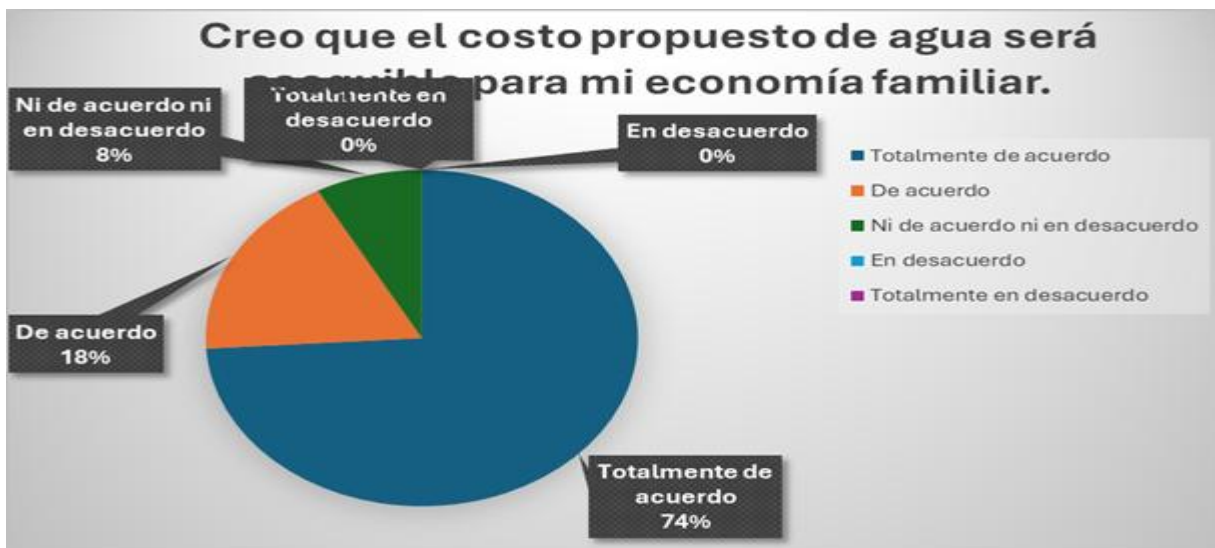
Preg8: Estoy Dispuesto a Pagar una Tarifa Mensual para Acceder al Agua Potable del Nuevo Sistema



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 21

Preg9: *Creo que el Costo Propuesto de Agua será Accesible para mi Economía Familiar*



Fuente: *Elaboración Propia*

Anexo 22

Preg10: *Espero que el Proyecto Cubra mis Necesidades de Agua de manera Constante*



Fuente: *Elaboración Propia*

Anexo 23

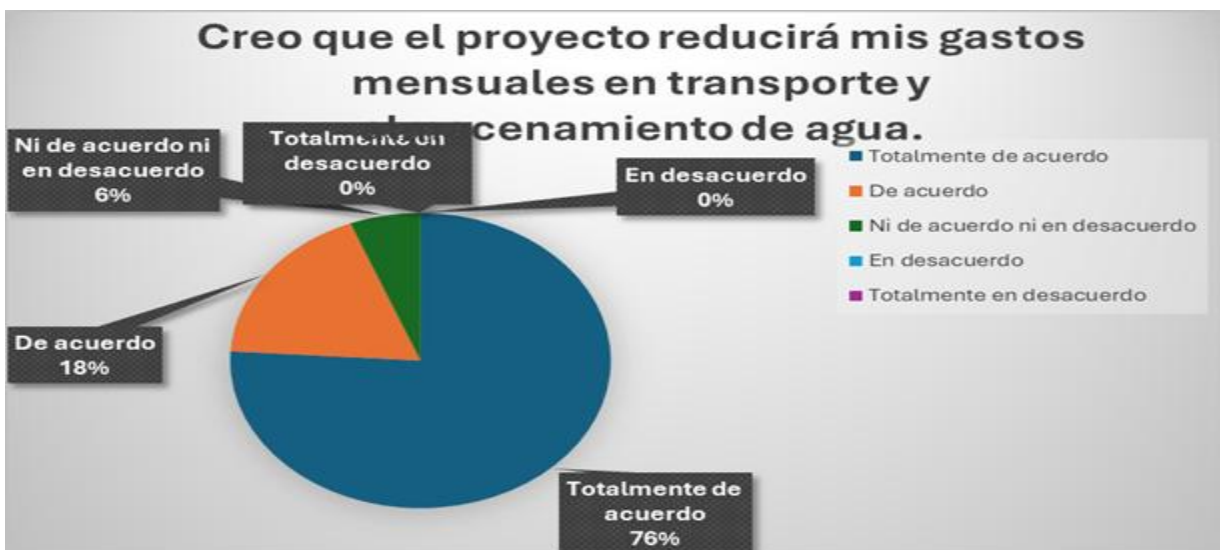
Preg11: Confío en que la Calidad del Agua Suministrada No Requerirá Tratamientos Adicionales en Casa



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 24

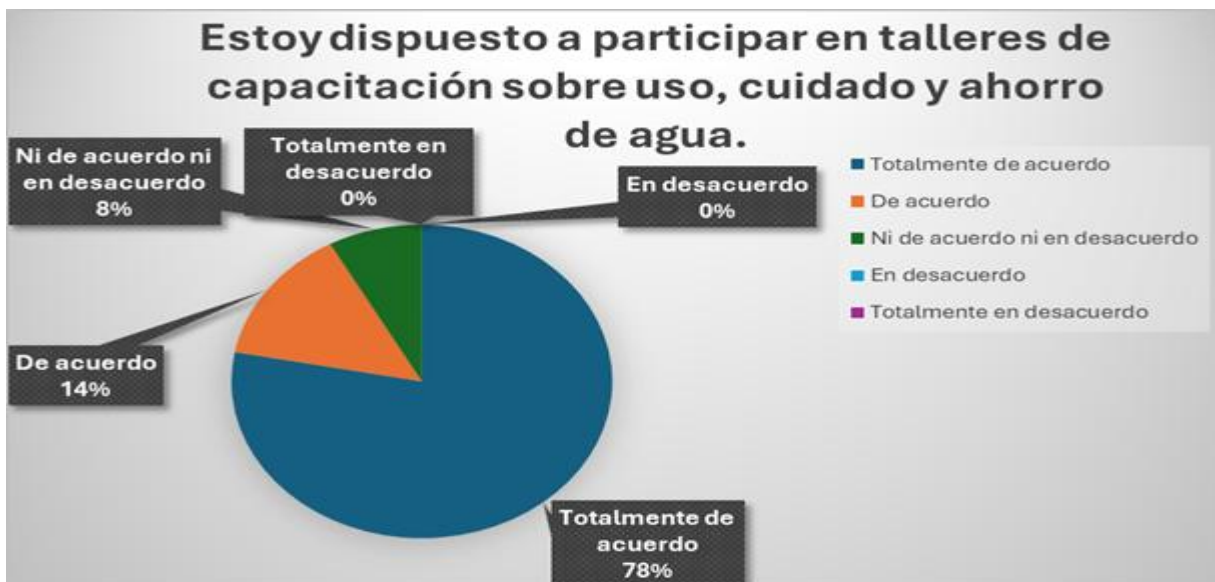
Preg12: Creo que el Proyecto Reducirá mis Gastos Mensuales en Transporte y Almacenamiento de Agua



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 25

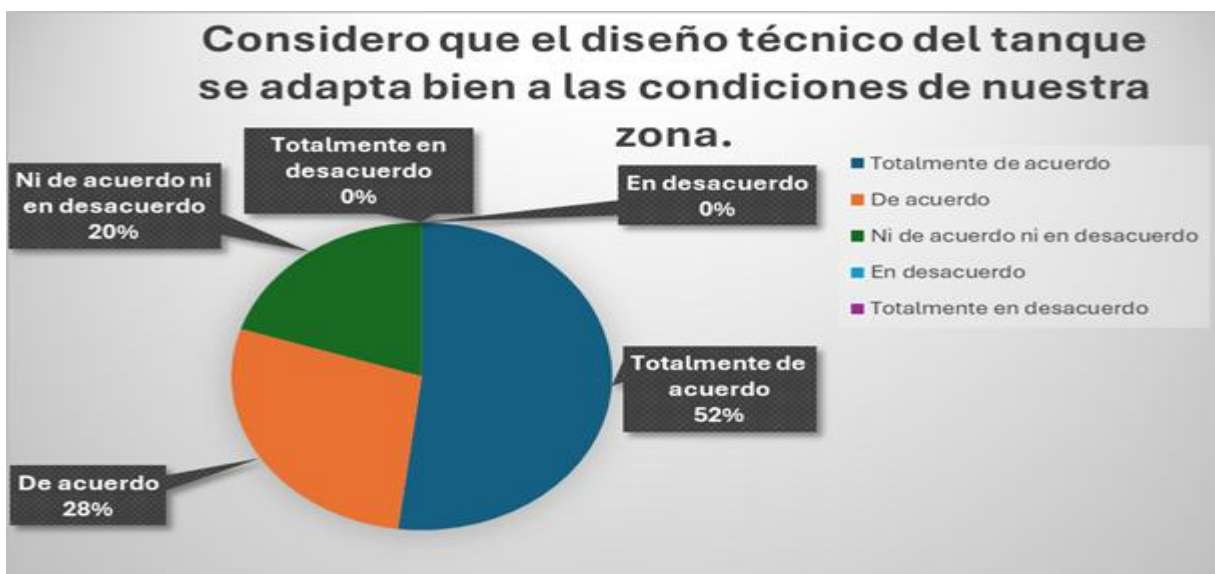
Preg13: Estoy Dispuesto a Participar en Talleres de Capacitación sobre Uso, Cuidado y Ahorro de Agua



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 26

Preg14: Considero que el Diseño Técnico del Tanque se Adapta Bien a las Condiciones de nuestra Zona



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 27

Preg15: Me siento Tranquilo sabiendo que habrá un Plan de Contingencia ante Fallas o Cortes prolongados




Fuente: Elaboración Propia

Anexo 28

Juego de Planos



Planta Sin Proyecto
 ESCALA : 1 : 1200

	Universidad de Ciencias Comerciales - Matagalpa	
	BRT CONSTRUCTION	
	Proyecto: Abastecimiento de Agua Potable La Fe	
	Elaborado por:	Ingenieria Civil
	Ing.: Andryx L. Treminio	Localizacion: Rio Blanco, B°. La Fe
	Ing.: Wilmer J. Bellorin	Matagalpa, Nicaragua
Ing.: Pablo A. Ramos	Fecha: Nov. 2025	
Reviso: Ing. Christopher Vargas	Escala: Indicada	1 13



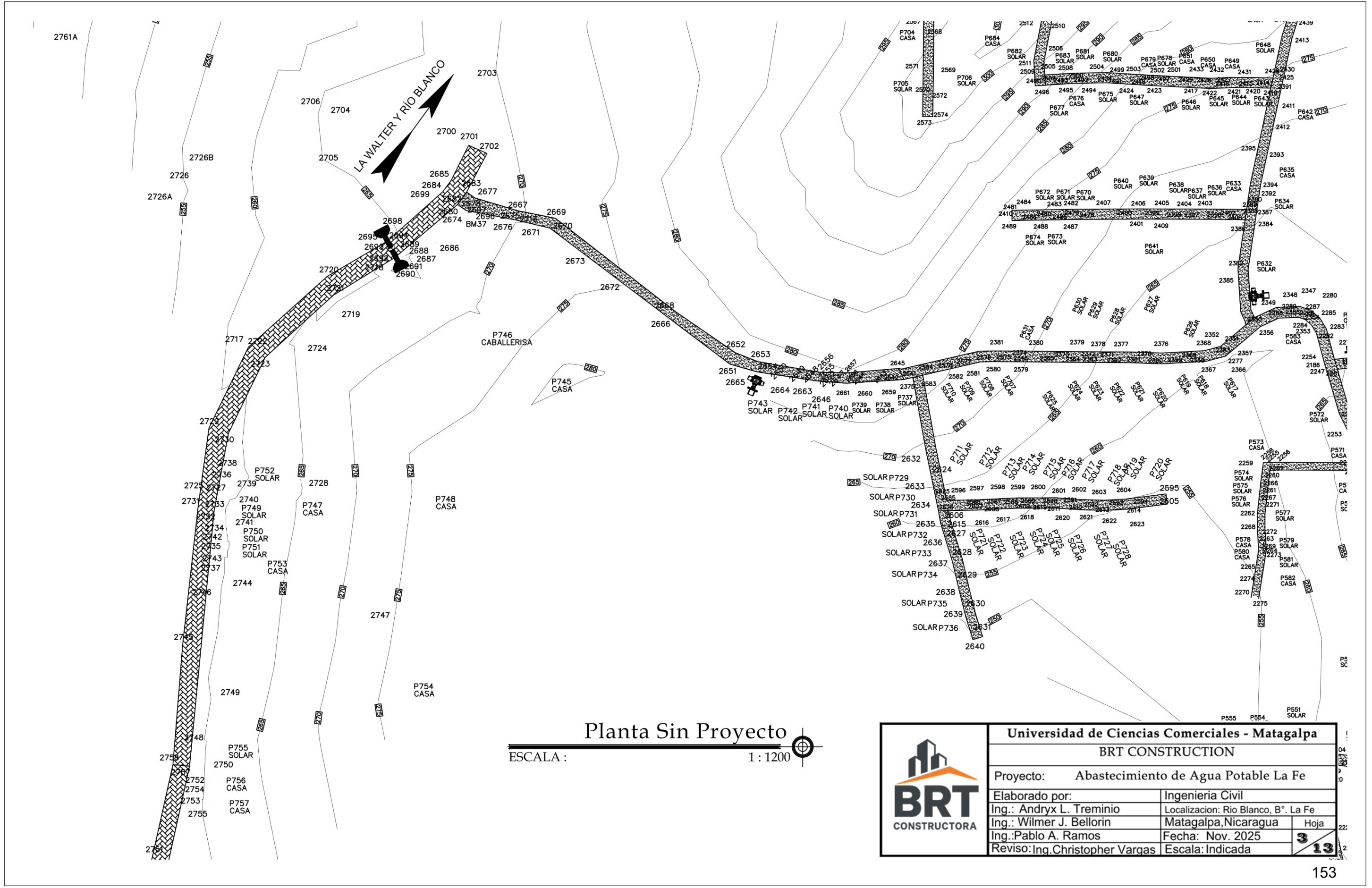
Planta Sin Proyecto

ESCALA :

1 : 1200



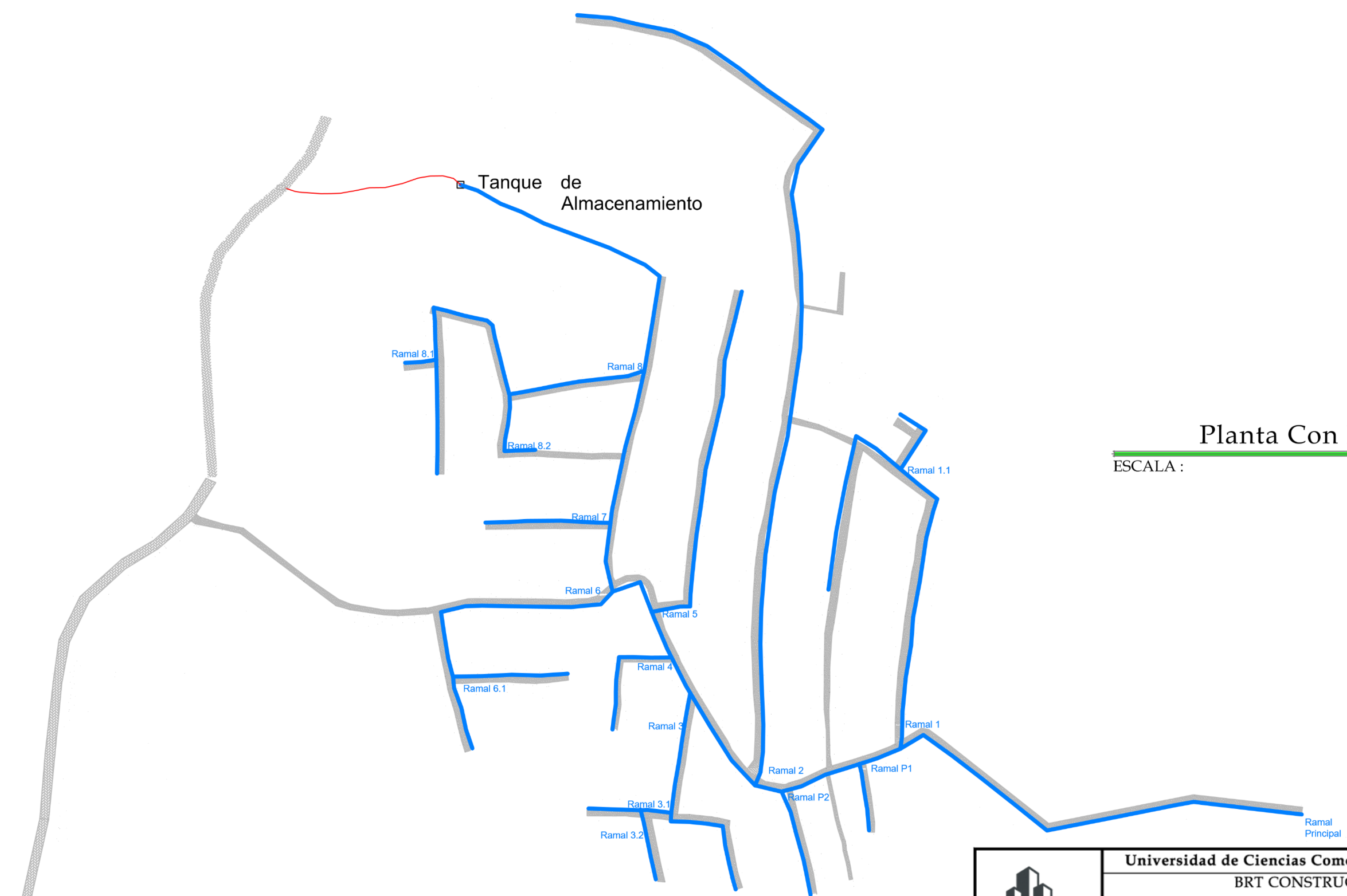
Universidad de Ciencias Comerciales - Matagalpa		
BRT CONSTRUCTION		
Proyecto: Abastecimiento de Agua Potable La Fe		
Elaborado por:		Ingenieria Civil
Ing.: Andryx L. Treminio		Localizacion: Rio Blanco, B°. La Fe
Ing.: Wilmer J. Bellorin		Matagalpa, Nicaragua
Ing.: Pablo A. Ramos		Fecha: Nov. 2025
Reviso: Ing. Christopher Vargas		Escala: Indicada
		2 13



Planta Sin Proyecto

ESCALA : 1 : 1200

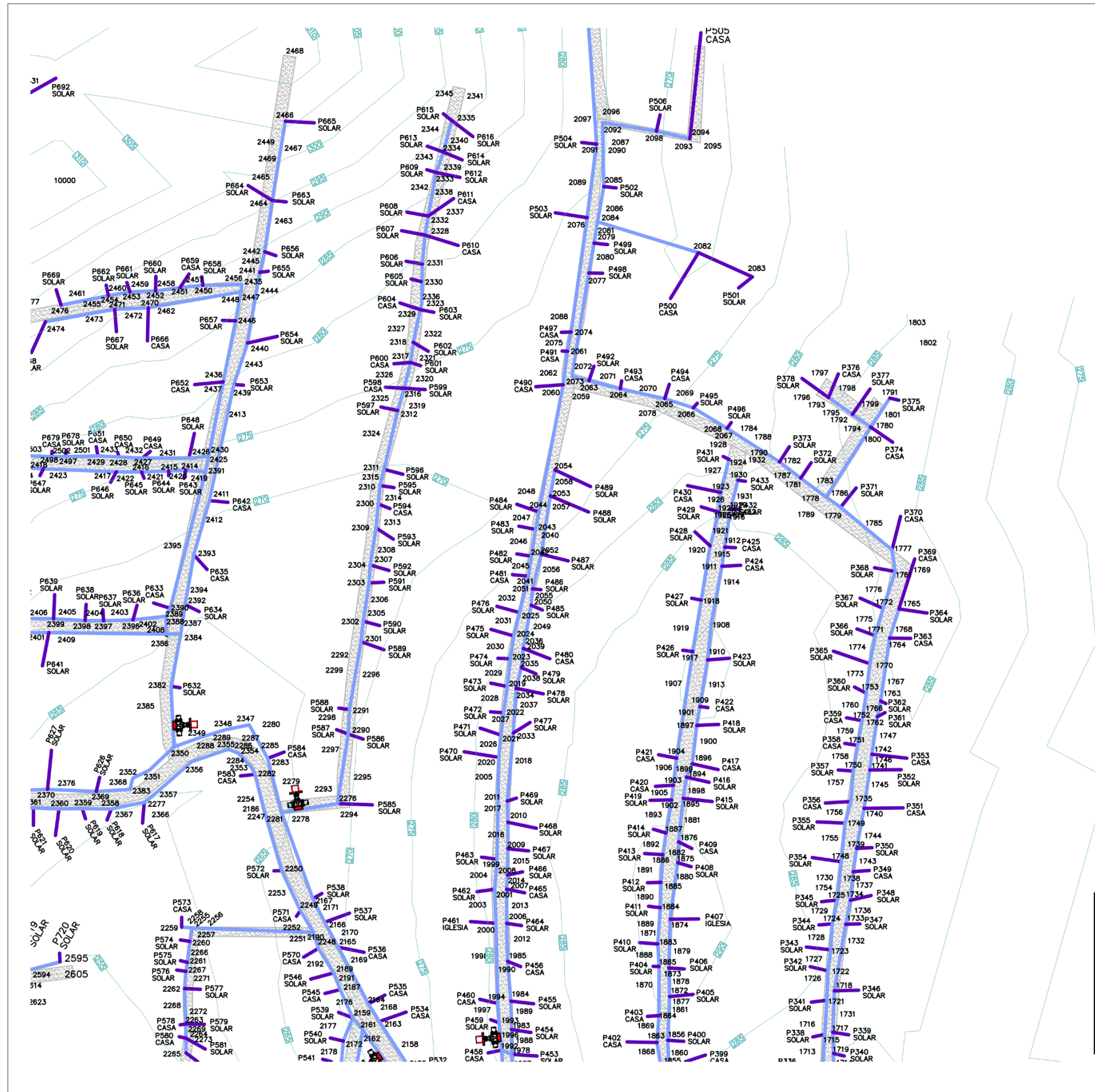
	Universidad de Ciencias Comerciales - Matagalpa					
	BRT CONSTRUCTORA					
	Proyecto: Abastecimiento de Agua Potable La Fe					
	Elaborado por:	Ingenieria Civil				
	Ing.: Andryx L. Treminio	Localizacion: Rio Blanco, B°. La Fe				
	Ing.: Wilmer J. Bellorin	Matagalpa, Nicaragua				
Ing.: Pablo A. Ramos	Fecha: Nov. 2025					
Reviso: Ing. Christopher Vargas	Escala: Indicada	<table border="1"> <tr> <td>Hoja</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">13</td> </tr> </table>	Hoja	3		13
Hoja	3					
	13					



Planta Con Proyecto

ESCALA : 1 : 1200

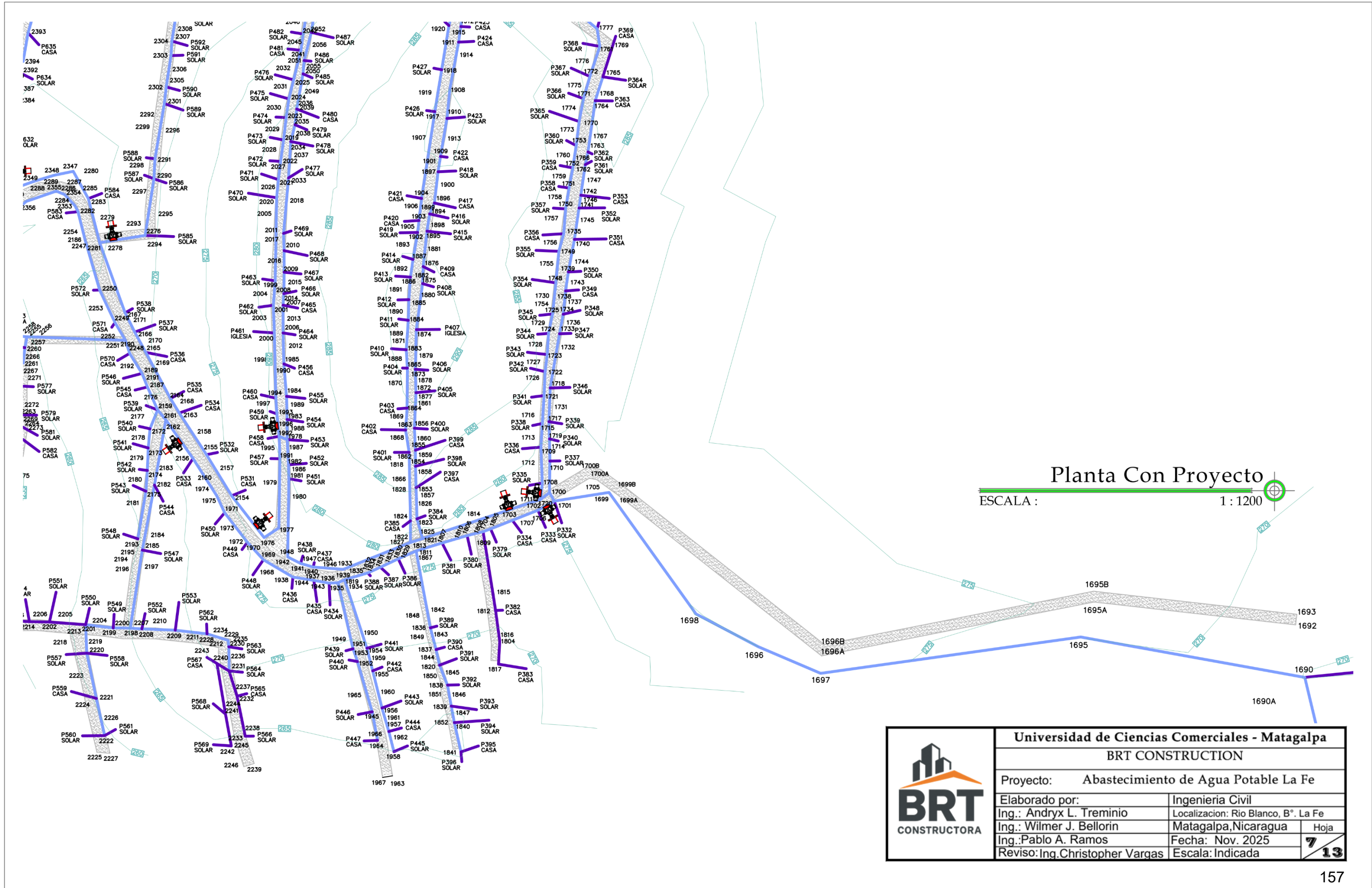
	Universidad de Ciencias Comerciales - Matagalpa	
	BRT CONSTRUCTION	
	Proyecto: Abastecimiento de Agua Potable La Fe	
	Elaborado por:	Ingenieria Civil
	Ing.: Andryx L. Treminio	Localizacion: Rio Blanco, B°. La Fe
	Ing.: Wilmer J. Bellorin	Matagalpa, Nicaragua
Ing.: Pablo A. Ramos	Fecha: Nov. 2025	
Reviso: Ing. Christopher Vargas	Escala: Indicada	4 / 13



Planta Con Proyecto

ESCALA : 1 : 1200

	Universidad de Ciencias Comerciales - Matagalpa BRT CONSTRUCTION	
	Proyecto: Abastecimiento de Agua Potable La Fe	
	Elaborado por:	Ingenieria Civil
	Ing.: Andryx L. Treminio	Localizacion: Rio Blanco, B°. La Fe
	Ing.: Wilmer J. Bellorin	Matagalpa, Nicaragua
	Ing.: Pablo A. Ramos	Fecha: Nov. 2025
Reviso: Ing. Christopher Vargas	Escala: Indicada	Hoja 6 / 13

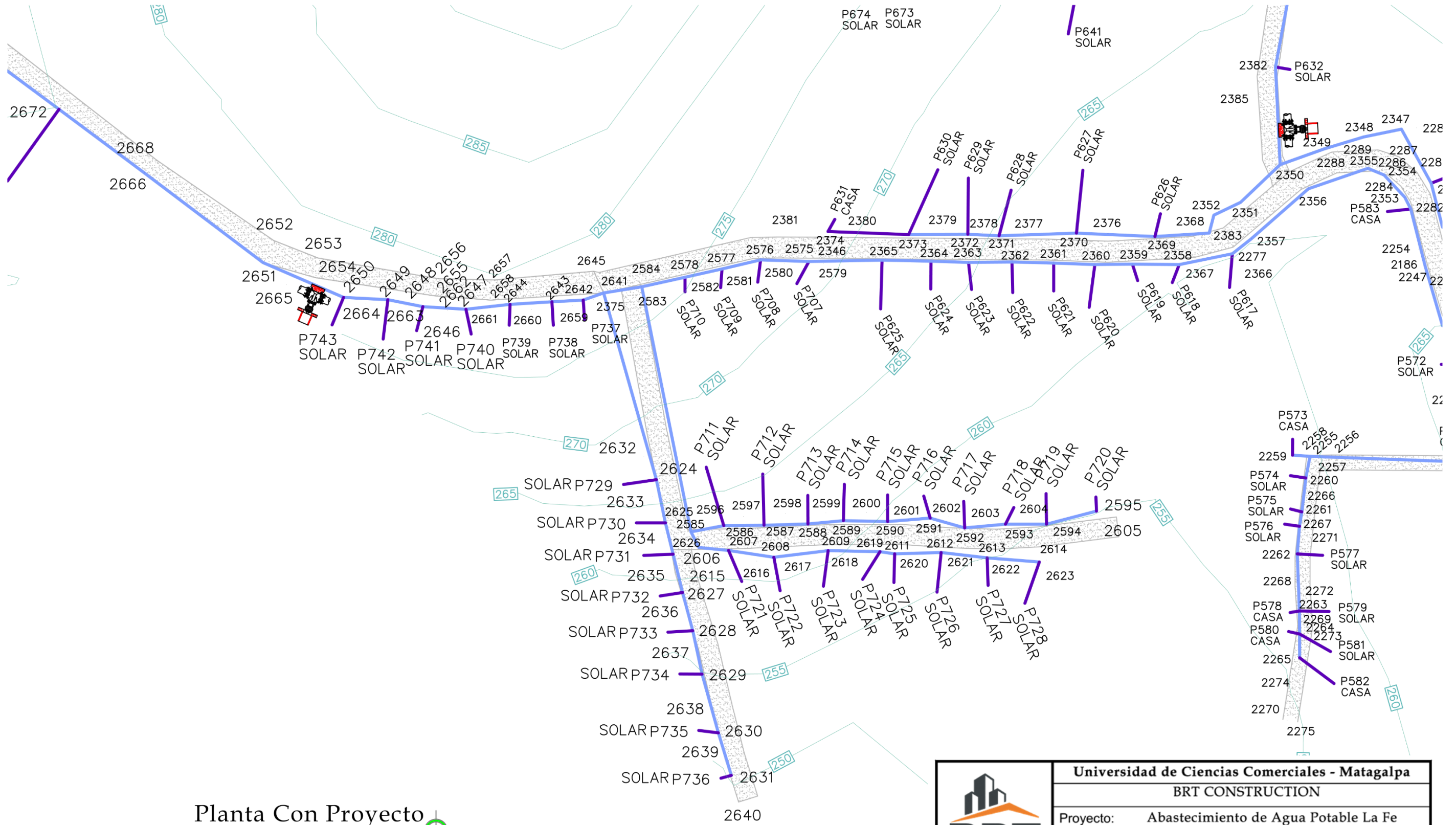


Planta Con Proyecto


ESCALA : 1 : 1200

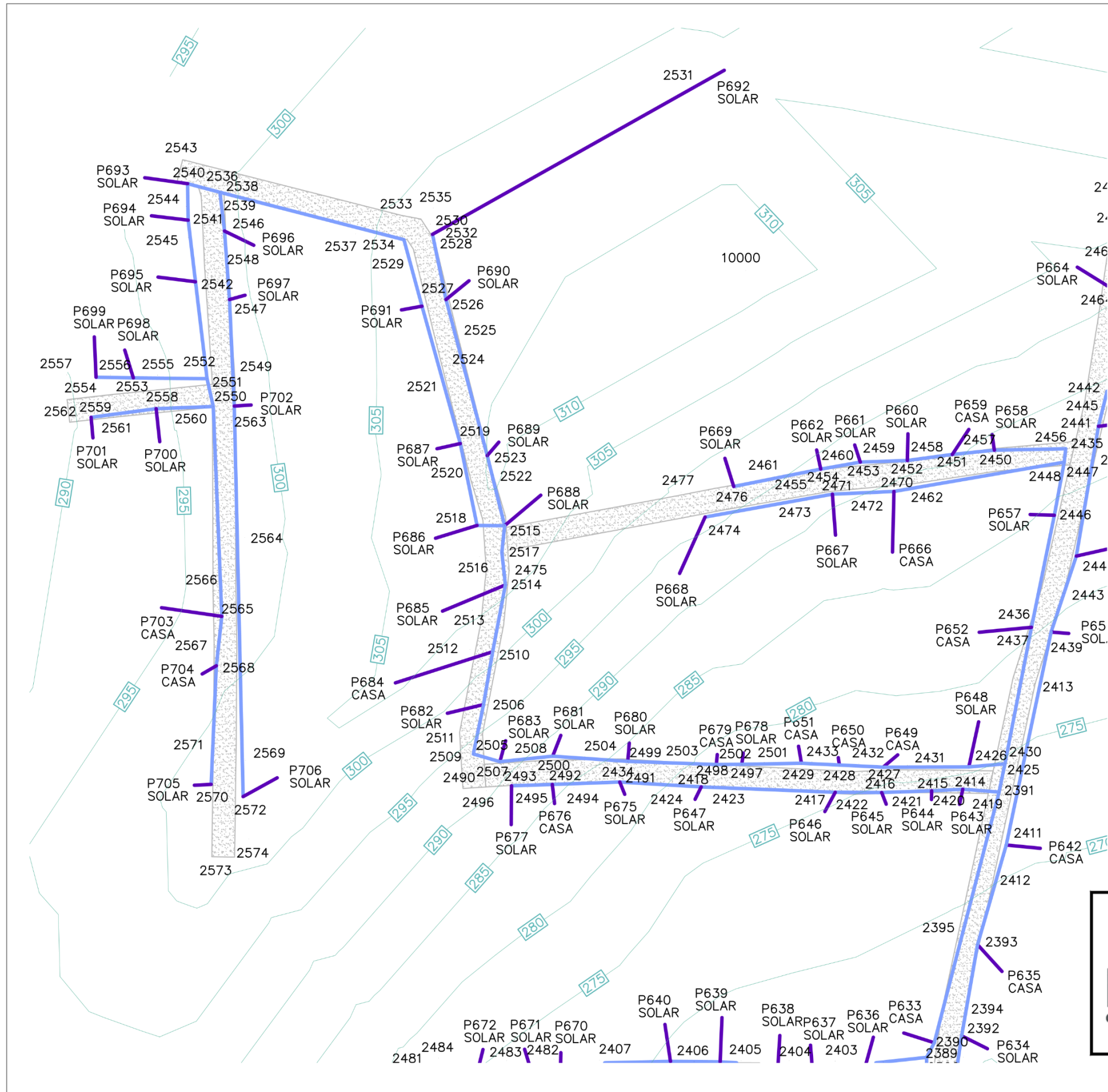


Universidad de Ciencias Comerciales - Matagalpa		
BRT CONSTRUCTION		
Proyecto: Abastecimiento de Agua Potable La Fe		
Elaborado por:		Ingenieria Civil
Ing.: Andryx L. Treminio	Localizacion: Rio Blanco, B°. La Fe	
Ing.: Wilmer J. Bellorin	Matagalpa, Nicaragua	Hoja
Ing.: Pablo A. Ramos	Fecha: Nov. 2025	7 13
Reviso: Ing. Christopher Vargas	Escala: Indicada	



Planta Con Proyecto
 ESCALA : 1 : 1200

	Universidad de Ciencias Comerciales - Matagalpa	
	BRT CONSTRUCTION	
Proyecto:	Abastecimiento de Agua Potable La Fe	
Elaborado por:	Ingenieria Civil	
Ing.: Andryx L. Treminio	Localizacion: Rio Blanco, B°. La Fe	
Ing.: Wilmer J. Bellorin	Matagalpa, Nicaragua	Hoja
Ing.: Pablo A. Ramos	Fecha: Nov. 2025	8 13
Reviso: Ing. Christopher Vargas	Escala: Indicada	

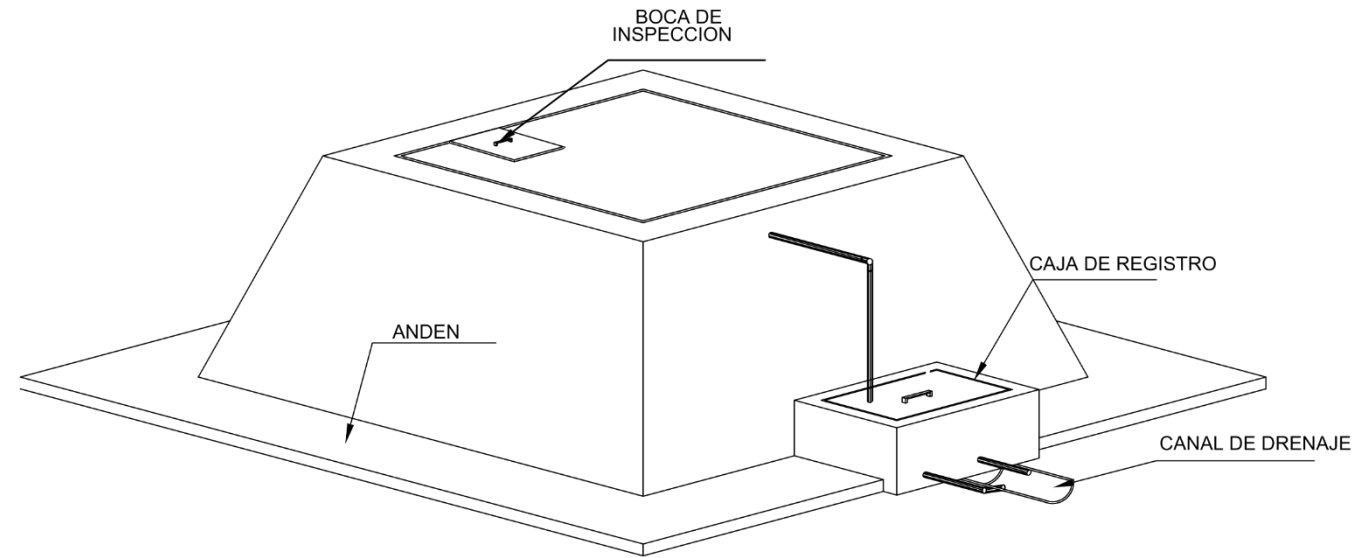


Planta Con Proyecto

ESCALA : 1 : 1200

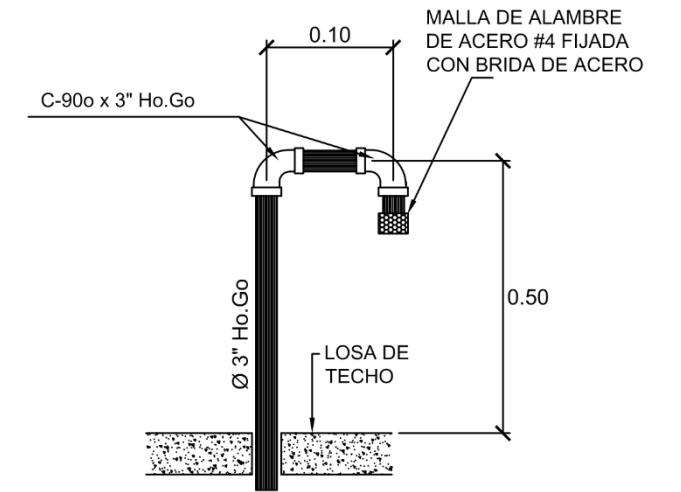


Universidad de Ciencias Comerciales - Matagalpa		
BRT CONSTRUCTION		
Proyecto: Abastecimiento de Agua Potable La Fe		
Elaborado por:		Ingenieria Civil
Ing.: Andryx L. Treminio	Localizacion: Rio Blanco, B°. La Fe	
Ing.: Wilmer J. Bellorin	Matagalpa, Nicaragua	Hoja
Ing.: Pablo A. Ramos	Fecha: Nov. 2025	9
Reviso: Ing. Christopher Vargas	Escala: Indicada	13



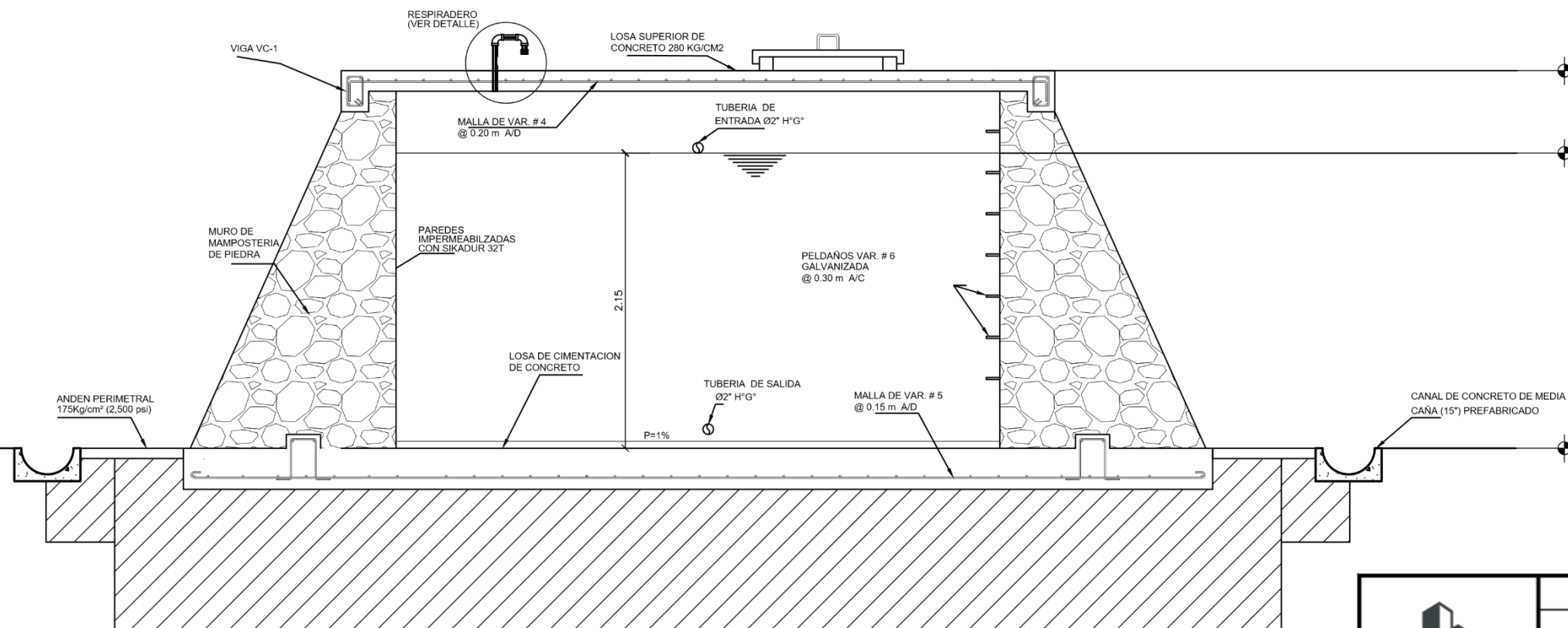
ISOMETRICO DE TANQUE

SIN ESCALA



DETALLE DE RESPIRADERO

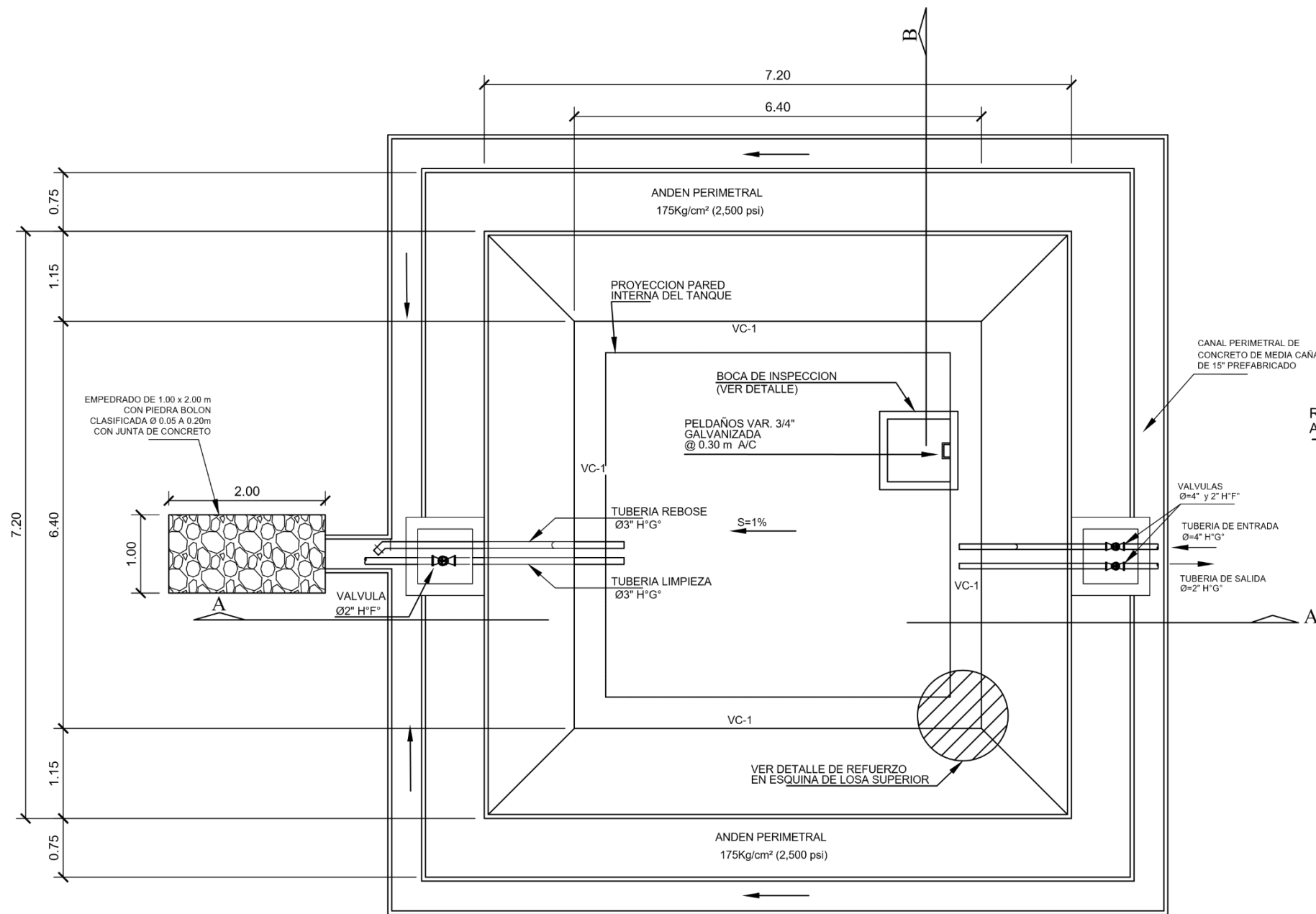
SIN ESCALA:



CORTE "B - B"

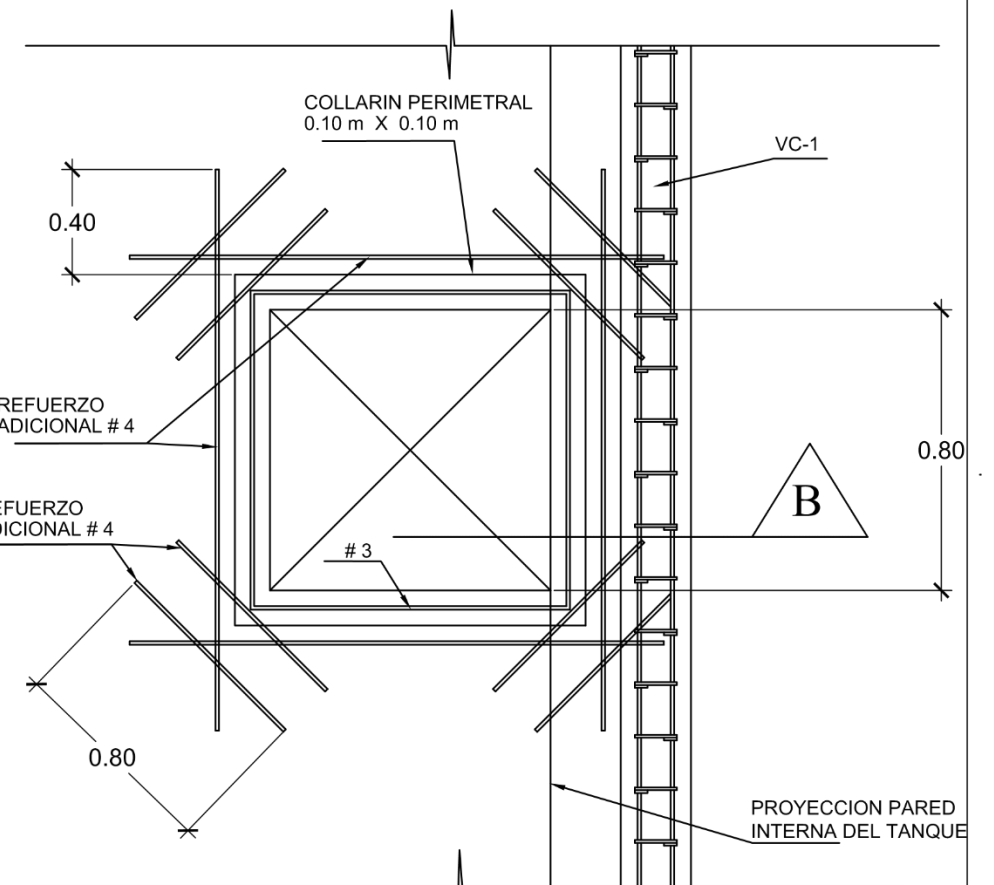
ESCALA: 1:40

	Universidad de Ciencias Comerciales - Matagalpa BRT CONSTRUCTION		
	Proyecto: Abastecimiento de Agua Potable La Fe		
Elaborado por:	Ingenieria Civil		
Ing.: Andryx L. Treminio	Localizacion: Rio Blanco, B°. La Fe		
Ing.: Wilmer J. Bellorin	Matagalpa, Nicaragua	Hoja	
Ing.: Pablo A. Ramos	Fecha: Nov. 2025	10	
Reviso: Ing. Christopher Vargas	Escala: Indicada	13	




PLANTA DEL TANQUE

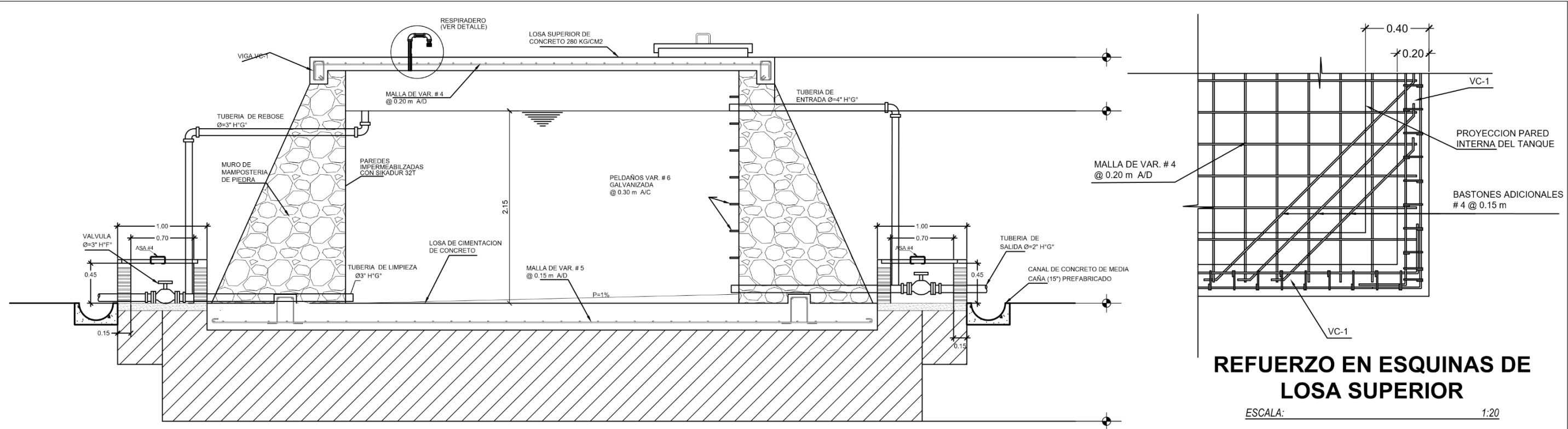
ESCALA: 1:50



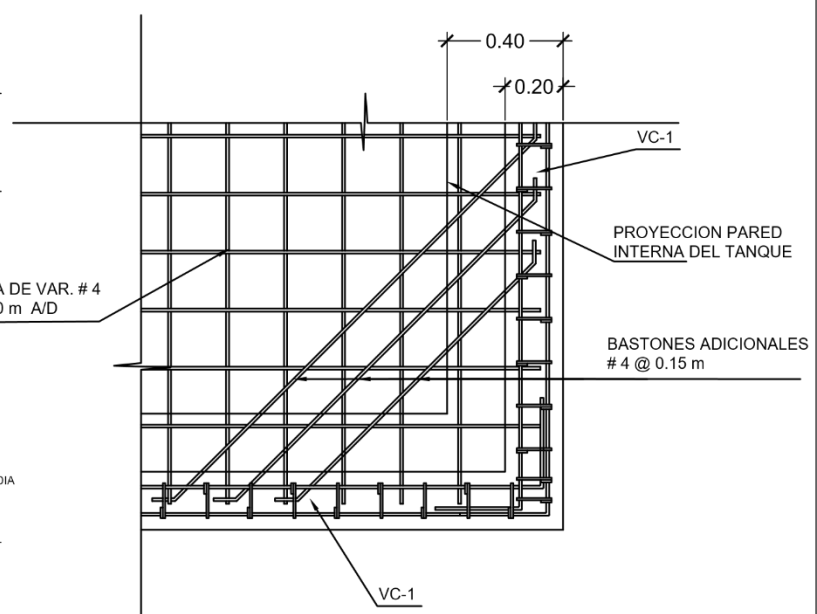
REFUERZO TIPICO EN BOCA DE INSPECCION

ESCALA: 1:20

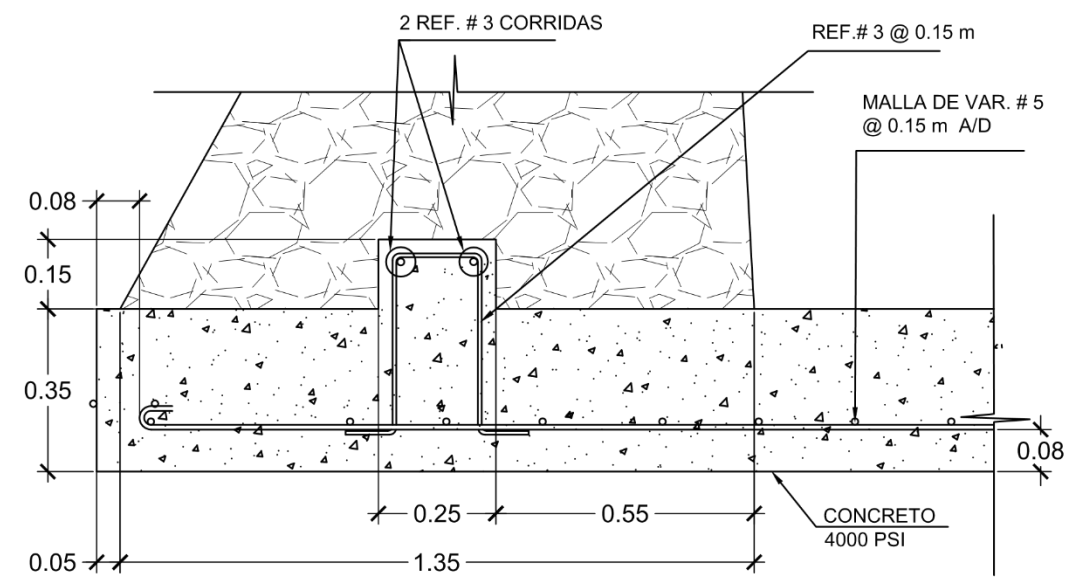
	Universidad de Ciencias Comerciales - Matagalpa		
	BRT CONSTRUCTION		
	Proyecto: Abastecimiento de Agua Potable La Fe		
	Elaborado por:	Ingenieria Civil	
	Ing.: Andryx L. Treminio	Localizacion: Rio Blanco, B°. La Fe	
Ing.: Wilmer J. Bellorin	Matagalpa, Nicaragua	Hoja	
Ing.: Pablo A. Ramos	Fecha: Nov. 2025		11
Reviso: Ing. Christopher Vargas	Escala: Indicada		13



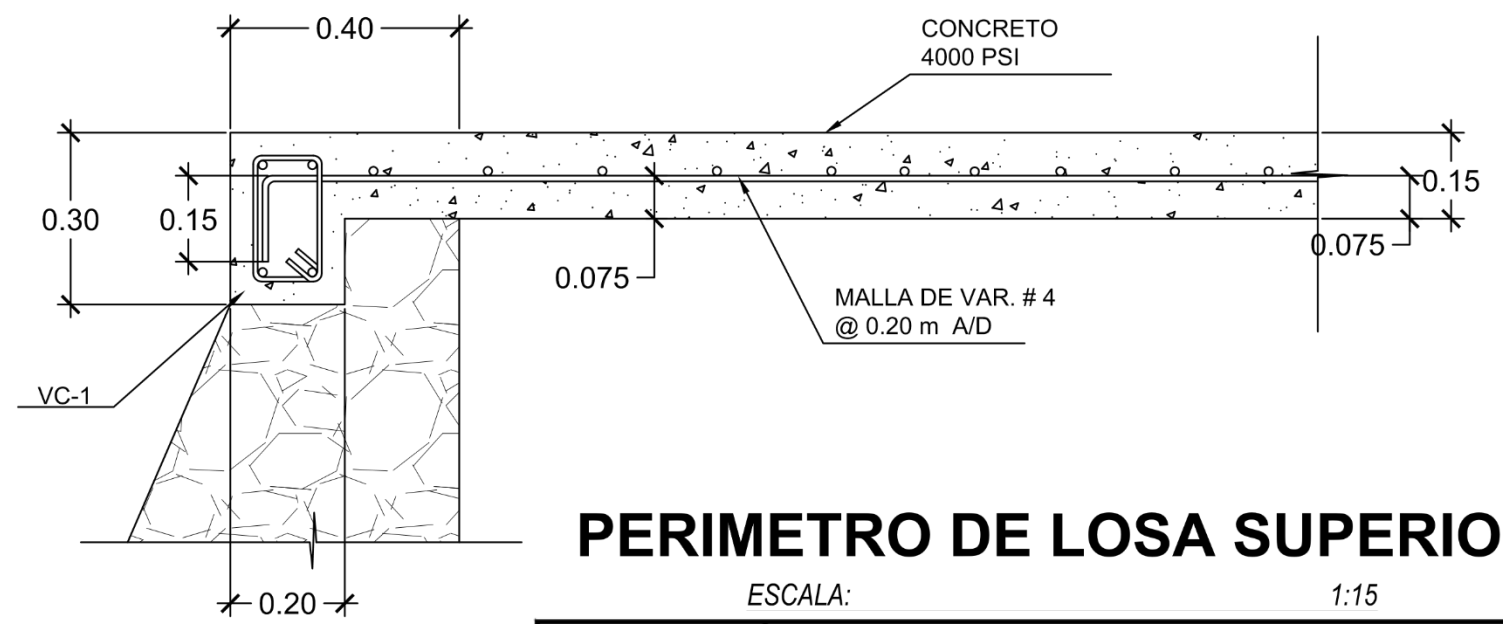
CORTE "A - A"
ESCALA: 1:40



REFUERZO EN ESQUINAS DE LOSA SUPERIOR
ESCALA: 1:20



DETALLE DE LA BASE DEL MURO DE PIEDRA
ESCALA: 1:15



PERIMETRO DE LOSA SUPERIOR
ESCALA: 1:15

	Universidad de Ciencias Comerciales - Matagalpa		
	BRT CONSTRUCTION		
	Proyecto: Abastecimiento de Agua Potable La Fe		
	Elaborado por:	Ingenieria Civil	
	Ing.: Andryx L. Treminio	Localizacion: Rio Blanco, B°. La Fe	
	Ing.: Wilmer J. Bellorin	Matagalpa, Nicaragua	Hoja
Ing.: Pablo A. Ramos	Fecha: Nov. 2025	12	
Reviso: Ing. Christopher Vargas	Escala: Indicada	13	

NOTAS GENERALES

ESTAS NOTAS GENERALES DEBERAN COMPLEMENTARSE CON LAS EDICIONES VIGENTES DEL REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCION, EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCION DE CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI-318-19) Y EL MANUAL DE CONSTRUCCION DE ACERO (AISC)

1. CONCRETO REFORZADO

- A- EL CONCRETO TENDRA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (4000 psi) A LOS 28 DIAS.
- B- EL CEMENTO A USARSE SERA CEMENTO HIDRAULICO TIPO GU ESPECIFICACION ASTM C 1157 O PORTLAND TIPO 1 ESPECIFICACION ASTM C 150.
- C- LOS AGREGADOS ARENA Y GRAVA DEBERAN CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES ASTM C-133 Y DEBERAN ESTAR LIMPIOS DE TIERRA, GRASA O CUALQUIER OTRO MATERIAL QUE PUEDA PERJUDICAR LA CALIDAD DEL CONCRETO.
- D- EL COLADO DEL CONCRETO SE HARA DE MANERA QUE NO SE SEGREGUEN SUS COMPONENTES, COMPACTANDOLO POR VIBRACION PARA QUE CUBRA BIEN EL ACERO DE REFUERZO Y NO QUEDEN HUECOS Y RATONERAS.
- E- LAS FORMALETAS DEBERAN AJUSTARSE A LAS DIMENSIONES Y FORMA DE LOS ELEMENTOS, SEGUN LOS PLANOS Y DEBERAN SER LO SUFICIENTEMENTE IMPERMEABLES Y RESISTENTES PARA EVITAR DEFORMACIONES EN LAS MISMAS. LAS FORMALETAS Y PUNTALES DE LOSA DE TECHO SE RETIRARAN DESPUES DE LOS 21 DIAS.
- F- EL CONCRETO DEBERA SER PROTEGIDO DEL SECADO PREMATURO MANTENIENDOLO HUMEDO POR AL MENOS LOS PRIMEROS 7 DIAS.

2. ACERO DE REFUERZO

- A- EL ACERO DE REFUERZO DEBERA CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES ASTM A-615, CON ESFUERZO A LA FLUENCIA DE $f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$
- B- DEBERA SER VARILLA CORRUGADA, EXCEPTO LA NUMERO 2 QUE PODRA SER LISA.
- C- DEBERA ESTAR LIBRE DE GRASA, LODO, PINTURA, OXIDACION EXCESIVA O CUALQUIER OTRO MATERIAL QUE PERJUDIQUE LA ADHERENCIA AL CONCRETO.
- D- DEBERA TENER LOS RECUBRIMIENTOS DE CONCRETO INDICADO EN LOS PLANOS.
- E- DEBERA ESTAR COLOCADO Y SOPORTADO PARA EVITAR DESPLAZAMIENTOS PROVOCADOS POR CARGAS DE CONSTRUCCION O DURANTE COLADO DE CONCRETO.
- F- LOS TRASLPAPES Y DOBLADOS SERAN COMO SE INDICAN EN LAS TABLAS Y DETALLES ADJUNTOS A ESTAS NOTAS.

3. CONCRETO CICLOPEO

- A- LAS PIEDRAS A USAR SERAN SOLIDAS, RESISTENTES Y LIBRES DE SEGREGACIONES, GRIETAS, FRACTURAS Y OTROS DEFECTOS ESTRUCTURALES. LAS PIEDRAS DEBERAN ESTAR EXENTAS DE SUPERFICIES REDONDEADAS O METEORIZADAS.
- B- LAS DIMENSIONES DE PIEDRAS SERAN NO MENOR DE 13 cms Y NO MAYOR DE 30 cms.
- C- LAS PIEDRAS DEBERAN ESTAR LIBRES DE POLVO, ACEITE Y CUALQUIER OTRA IMPUREZA QUE PERJUDIQUE SU ADHERENCIA CON EL CONCRETO.
- D- LAS PIEDRAS SE DEBERAN LIMPIAR Y HUMEDECER PARA SU COLOCACION.
- E- EL VOLUMEN DE PIEDRA OCUPARA COMO MAXIMO EL 30% DEL VOLUMEN TOTAL DEL MURO.
- F- EL CONCRETO A USAR PARA LOS MUROS DEBERA CUMPLIR CON LOS MISMOS REQUERIMIENTOS DEL CONCRETO SIMPLE $f_c = 2000 \text{ PSI}$, CON PROPORCION 1:3:4.

4. IMPERMEABILIZACION DE SUPERFICIES

- A- SE DEBERA IMPERMEABILIZAR LAS SUPERFICIES INTERIORES DEL TANQUE USANDO PRODUCTOS ESPECIFICOS PARA AGUA POTABLE, QUE CUMPLA CON LA CERTIFICACION ANS/NSF 61.
- B- LAS SUPERFICIES DEBEN ESTAR SANAS, LIMPIAS Y SECAS, INMEDIATAMENTE ANTES DE LA APLICACION DEL IMPERMEABILIZANTE. EL CONCRETO DEBERA ESTAR COMPLETAMENTE CURADO.
- C- APLICAR EL PRODUCTO SOBRE LAS SUPERFICIES SEGUN RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
- D- UNA VEZ APLICADO EL IMPERMEABILIZANTE, DEJARLO CURAR POR EL TIEMPO ESPECIFICADO POR EL FABRICANTE, PARA LUEGO PONER EN FUNCIONAMIENTO EL TANQUE, NO ANTES DE LAVAR Y DESINFECTAR LAS SUPERFICIES TRATADAS.

5-SUELOS

LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE SUELO SE ASUMIO CON UN VALOR DE 2.00 kg/cm^2 , SEGUN EL ESTUDIO DE SUELOS " 20066 AGUA Y SANEAMIENTO COMUNIDAD MONTAÑA GRANDE Y COFRADIA".

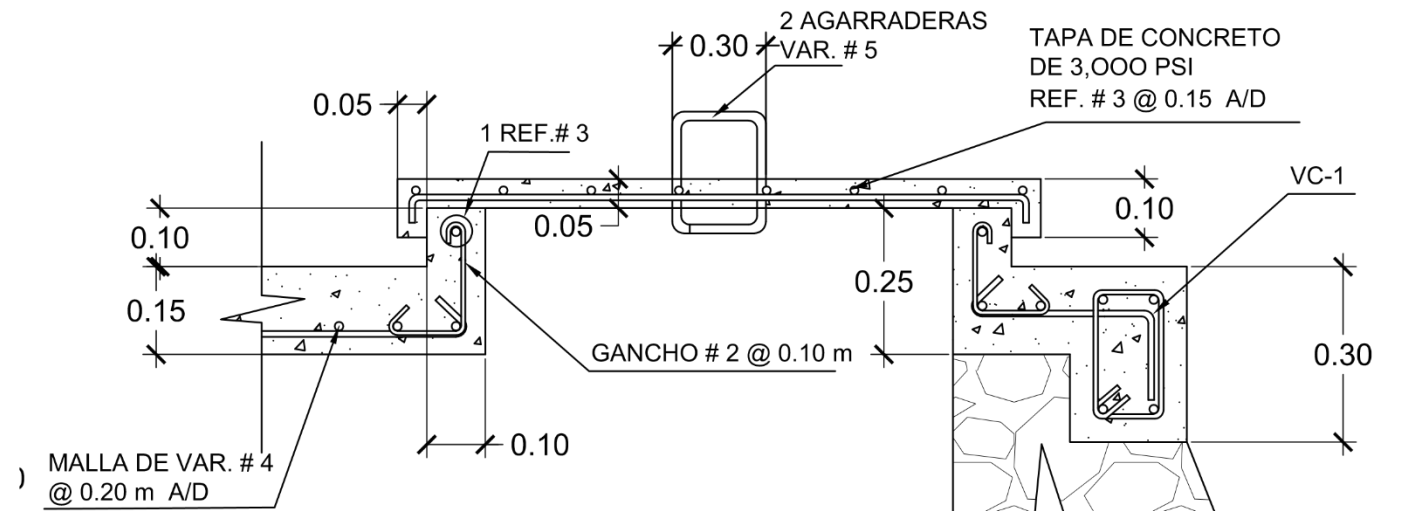
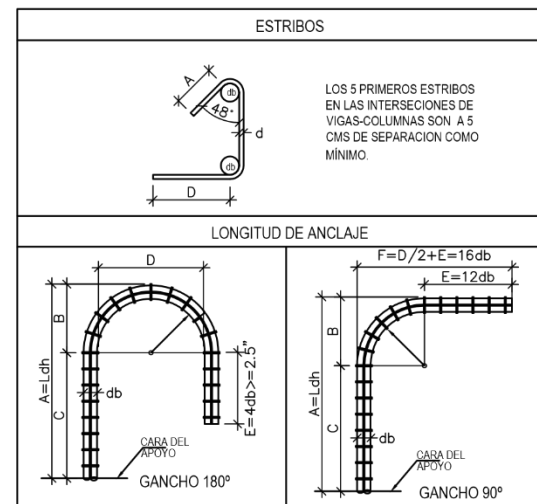
TABLA DE LONGITUD DE ANCLAJE (cm)
 $f_y = 40 \text{ Ksi}$, $f_c = 4000 \text{ Psi}$ ACI 318-19

VARILLA	ESTRIBOS	GANCHOS 180°					GANCHOS 90°					BARRA RECTA		
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E		F	
# 2	7.62	7.62	15.24	2.54	12.70	3.81	6.35	15.24	2.54	12.70	3.81	7.62	10.16	30.48
# 3	7.62	7.62	15.24	3.81	11.43	5.72	6.35	15.24	3.81	11.43	5.72	11.43	15.24	30.48
# 4	7.62	7.62	18.55	5.08	13.47	7.62	6.35	18.55	5.08	13.47	7.62	15.24	20.32	32.13
# 5	-	-	23.19	6.35	16.84	9.53	6.35	23.19	6.35	16.84	9.53	19.05	25.40	40.16
# 6	-	-	27.82	7.62	20.20	11.43	7.62	27.82	7.62	20.20	11.43	22.86	30.48	48.20
# 7	-	-	32.46	8.89	23.57	13.34	8.89	32.46	8.89	23.57	13.34	26.67	35.56	70.30
# 8	-	-	37.10	10.16	26.94	15.24	10.16	37.10	10.16	26.94	15.24	30.48	40.64	80.30

TABLA DE TRASLAPES Y BAYONETEADO (cm)
 $f_y = 40 \text{ Ksi}$, $f_c = 4000 \text{ Psi}$

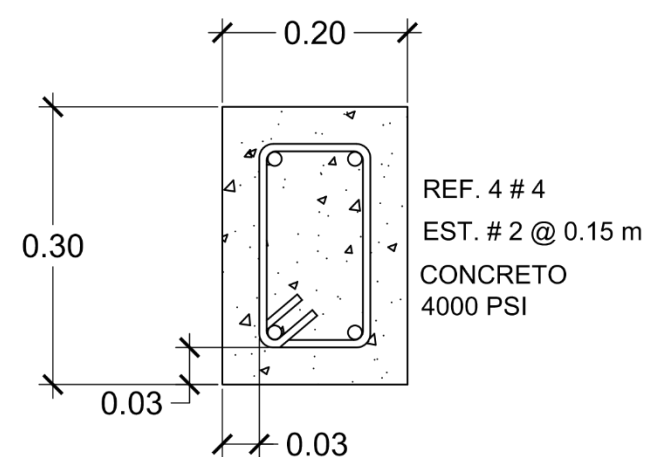
# VARILLA	2	3	4	5	6	7	8
EMPALME CLASE B	39.8	39.8	41.8	52.3	62.7	91.37	104.4

LOS VALORES DE LAS LONGITUDES DE ANCLAJE Y TRASLAPES PUEDEN REDUCIRSE SIEMPRE Y CUANDO SE UTILICE COMO GUÍA EL CAPITULO 25.4.10 DEL CÓDIGO ACI 318-19.



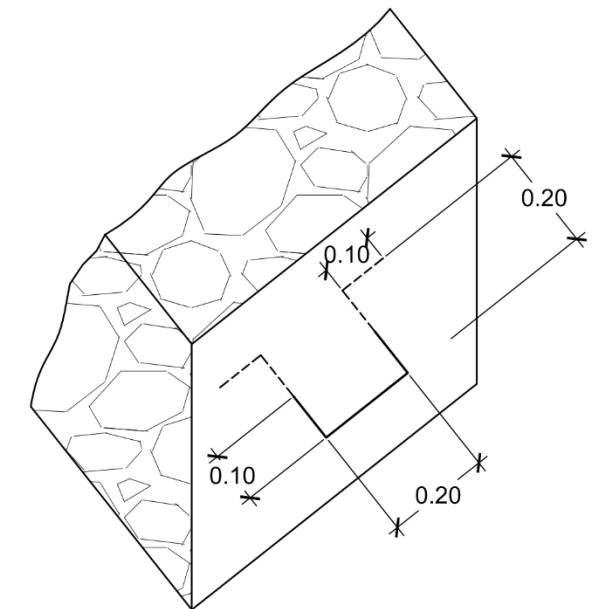
CORTE "B"

ESCALA: 1:15



SECCION VC-1

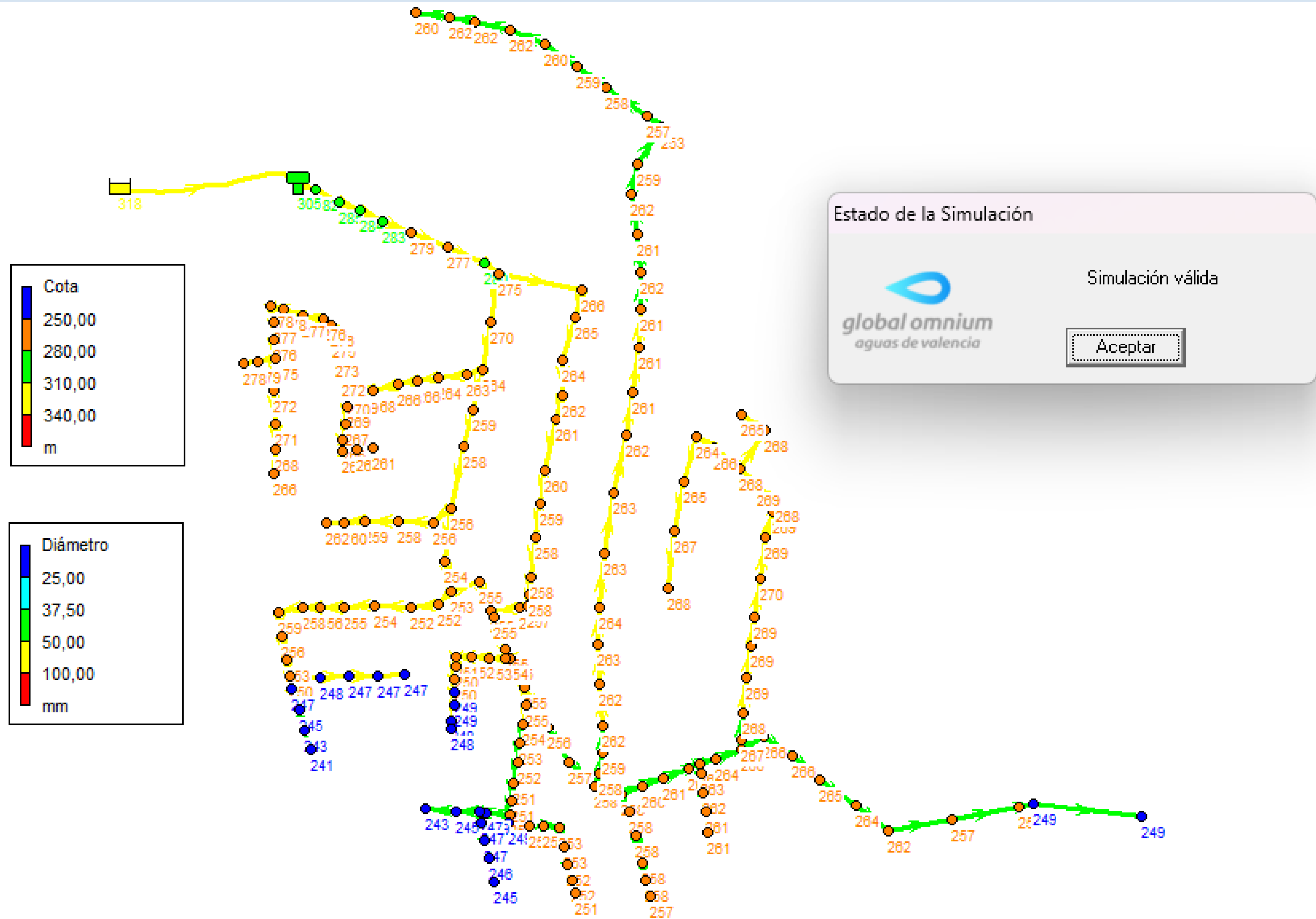
ESCALA: 1:10



FIJACION DE PELDAÑO

SIN ESCALA

	Universidad de Ciencias Comerciales - Matagalpa	
	BRT CONSTRUCTION	
Proyecto: Abastecimiento de Agua Potable La Fe		
Elaborado por:	Ingenieria Civil	
Ing.: Andryx L. Treminio	Localizacion: Rio Blanco, B°, La Fe	
Ing.: Wilmer J. Bellorin	Matagalpa, Nicaragua	Hoja
Ing.: Pablo A. Ramos	Fecha: Nov. 2025	13
Reviso: Ing. Christopher Vargas	Escala: Indicada	13





Anexo 30

Especificaciones Técnicas de Actividades

1) Limpieza inicial

La limpieza consiste en quitar todos los escombros, troncos, raíces, fundaciones viejas o cualquier obstrucción saliente debe ser eliminada todo es que se encuentran en la zona donde se va a realizar el proyecto. Todos los escombros no inflamables como trozos arboles deberán ser alejados del sitio y en caso de materiales de asbesto cemento el que será enterrado a una profundidad de 1.20 metros previamente quebrados en trozos no mayores de 25 centímetros.

2) Trazado y nivelación.

Las líneas base, puntos topográficos de referencia y los elementos de control necesarios para determinar la indicación y elevación del trabajo en el terreno, estas se muestran en los planos.

Dentro de las responsabilidades que se llevan a cabo a la hora de ejecutar el proyecto el trabajo va en conformidad con lo que se levantó en campo, en el sitio tienen que permanecer las estacas o chapas que se utilizaron para el levantamiento.

Los puntos donde están los BM y los niveles deberán ser cuidadosamente conservados por el contratista hasta la aceptación final del trabajo. Cualquier trazo erróneo será corregido por el contratista por su cuenta, para evitar errores en el trazado de las obras se colocarán suficientes niveletas sencillas, así como dobles en los lugares donde se forman vértices en la construcción, indicando los niveles tomando como referencia los puntos indicados en el plano.

3) Suministro e instalaciones de Tuberías de PVC y accesorios.

En esta sección comprende el suministro de todo el material, herramientas, equipo y mano de obra necesarios para instalar tuberías de PVC, con válvulas y accesorios, de acuerdo con lo que se especifica en los planos correspondientes. Las actividades constructivas incluyen: excavación, relleno y compactación, encofrado y arriostamiento de zanjas, remoción de agua, instalación de tuberías y accesorios.

4) Materiales

El Contratista suministrará todos los otros materiales tales como tuberías y accesorios de PVC, válvulas y demás materiales necesarios para efectuar los trabajos estipulados en este Contrato.

Actividades constructivas

1. Excavación

Las excavaciones de zanja se efectuarán de acuerdo con la alineación, niveles y dimensiones indicados en los planos. El fondo de la zanja será conformado a mano, de tal manera que se obtenga un apoyo uniforme y continuo para la superficie inferior del tubo sobre un suelo firme y uniformemente planos entre las depresiones excavadas para acomodar las campanas o juntas.

El ancho de zanjas no será mayor que el diámetro nominal de la tubería más 0.45 metros, ni menor de 0.60 metros. Se requiere una cubierta de 1.20 metros sobre el tubo, salvo que sea necesario evitar obstáculos en cuyo caso se excavará a la profundidad indicada en los planos u ordenada por el Ingeniero.

Cuando en el fondo de la zanja se encuentren materiales inestables, basura o materiales orgánicos que en opinión del Ingeniero deban ser removidos, se excavará y se removerán dichos materiales hasta la profundidad que ordene el Ingeniero. Cuando sean removidos los materiales inaceptables como apoyo de la tubería y antes de colocar la tubería se rellenará la zanja hasta la sub-rasante con material granular que será apisonado en capas que no excedan 15 centímetros hasta un nivel que corresponda a 1/4 del área del tubo.

2. Instalación de Tubería y Accesorios.

Los tubos se colocarán de conformidad con la alineación y cortes aquí estipulados e indicados en los planos o designados por el Ingeniero, quien podrá ordenar cambios en alineación y nivel de la tubería, cuando lo considere necesario.

La instalación de la tubería y accesorios se efectuará con herramientas y equipos apropiados para este fin, de igual manera de acuerdo con especificaciones recomendadas por el fabricante. Salvo que se indique lo contrario en los planos, el tendido de tubería en curvas se hará flexionando la tubería en las juntas. La deflexión máxima de cada junta no deberá exceder la recomendada por el fabricante.

3. Instalación de Válvulas.

Las válvulas se instalarán en las tuberías y en los sitios indicados en los planos. Estas deberán instalarse sobre bases de concreto con varillas de anclaje de acuerdo con los detalles indicados en los planos. Toda válvula deberá instalarse de tal manera que la tuerca para operar la válvula quede en una posición vertical. Las cajas de válvulas se instalarán al ras con la superficie del terreno.

4. Relleno y Compactación.

Salvo que el Ingeniero indique lo contrario, las zanjas no se rellenarán hasta que la tubería sea sometida a una prueba hidrostática. Solamente materiales seleccionados provenientes de las excavaciones deben usarse para relleno a los costados y hasta 30 centímetros sobre la parte superior de la tubería.

El relleno será colocado y apisonado en capas que no excedan 10 centímetros. Si los materiales de la excavación no se consideran apropiados para relleno, en opinión del Ingeniero, el Contratista obtendrá por su cuenta en otro sitio, los materiales requeridos. No se permitirán piedras en el relleno alrededor del tubo y piedras de más de 0.10 centímetros serán excluidas de todo relleno, lo mismo que madera, basura y materia orgánica.

5. Colocación y disposición de Materiales Excavados.

Materiales extraídos de la zanja serán colocados y dispuestos de tal manera que no obstruyan indebidamente el tráfico de vehículos y peatones en las calles, aceras y entradas a casas. El Contratista podrá levantar el relleno sobre zanja hasta una altura de 0.20 cm. sobre el nivel del terreno natural con el material de relleno sobrante. Si sobrara aún después de éste algún material o éste a juicio del Ingeniero no fuera adecuado para este fin, estos materiales deberán ser removidos del sitio de la obra por el Contratista a un lugar adecuado señalado o aprobado por el Ingeniero.

6. Prueba de tubería.

La prueba de la tubería se hace a medida que la obra progresa, y en tramos no mayores de 300 metros, aunque a criterio del Ingeniero podrá variarse la longitud por razones de practicidad tales como las facilidades de aislamiento por válvulas y los tiempos de llenado y vaciado de las tuberías. La tubería se someterá a una prueba de presión hidrostática equivalente a 1.5 veces la presión estimada de trabajo, no siendo inferior en ningún caso a 160 psi. Estas presiones de prueba deberán mantenerse durante no menos de una hora.

Se requiere que todo aire sea expulsado del tubo antes de elevar la presión de prueba a lo aquí estipulado y con este fin se instalarán llaves maestras donde el Ingeniero lo considere necesario, por cuenta del Contratista.

Los tubos y accesorios serán revisados cuidadosamente durante el ensayo a presión y todos esos que se encuentren rajados o dañados serán removidos y reemplazados por cuenta del Contratista. Toda junta será revisada durante la prueba y donde se manifieste ex filtración o derrame, el Contratista reparará las juntas hasta que éstas queden impermeables.

7. Instalación de conexiones de patio.

Comprende el suministro de todos los materiales, herramientas, equipo, transporte y mano de obra necesaria para instalar las conexiones de patio, según esquema mostrado en los planos. El Contratista deberá realizar por su propia cuenta las excavación y relleno, compactación, remoción de agua, instalación de la conexión de

patio, restauración de la superficie a su estado original y todo lo necesario para dejar un trabajo completamente terminado a satisfacción del dueño.

Esta actividad también incluye la mano de obra para la instalación del medidor y los accesorios que se requieren para la instalación de este, ya que únicamente el medidor mismo será proporcionado por el beneficiario.

8. Materiales.

La tubería para utilizarse en las conexiones será de cloruro de polivinilo (PVC) el cual deberá ajustarse a las normas ASTM D-2241-73, Cedula SDR-13.5 para una presión de trabajo de 315 psi. El tipo de unión para la tubería de 1/2" será con extremo acampanado para hacer uniones cementadas. Los accesorios de PVC de la conexión serán Cédula 40. Las abrazaderas para la unión de la conexión con la tubería matriz principal serán de PVC y tendrán pernos de acero de 1/2" y tuercas hexagonales.

El diámetro interno de las abrazaderas deberá ser adaptable al diámetro externo de la tubería matriz, no debiendo existir protuberancias en la superficie interior del cuerpo de la abrazadera que pueda obstaculizar el apoyo uniforme de la misma sobre el tubo de alimentación de la conexión.