

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
UCC – SEDE MANAGUA



COORDINACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL
Informe de Trabajo Final
para optar al título de Ingeniero Civil

Tema:

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades de El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra, Municipio de Diriamba, Carazo, proyectado en un período de 20 años, elaborado en el segundo semestre del 2025.

Autores:

- ✓ **Br. Erving Leonel Lanzas Zelaya**
- ✓ **Br. Odalys Junieth Jarquín**
- ✓ **Br. Julio César Martínez Herrera**

Asesor Técnico y Metodológico: M.Sc. Alberto Javier Solórzano Saravia

Managua, noviembre 2025



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS
COMERCIALES

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
UCC – SEDE MANAGUA



COORDINACIÓN DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto de Graduación de estudio para optar al título de Ingeniero Civil

AVAL DEL TUTOR

Yo, Alberto Javier Solórzano Saravia tengo a bien

CERTIFICAR

Que: El Proyecto de Investigación con el título: "Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las Comunidades de El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra, Municipio de Diriamba, Carazo, proyectado en un periodo de 20 años, elaborado en el segundo semestre del 2025", elaborado por los estudiantes Bra. Odalys Junieth Jarquin, Br. Julio César Martínez Herrera, Br. Erving Leonel Lanzas Zelaya, ha sido dirigida por el suscrito.

Al haber cumplido con los requisitos académicos y metodológicos del trabajo Proyecto de Graduación, damos de conformidad a la presentación de dicho Trabajo de Culminación de Estudios para proceder a su lectura y defensa, de acuerdo con la normativa vigente del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil y Reglamento de Investigación, Innovación y Transferencia.

Firmamos el presente aval en la Universidad de Ciencias Comerciales a los 20 días del mes de noviembre del año dos mil veinticinco.

M.Sc. Arq. Alberto Javier Solórzano Saravia
Tutor Metodológico y Técnico

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a Dios, nuestro principal ayudador, y a nuestras familias, quienes nos han brindado su apoyo en todo momento. En especial a nuestros padres, pilares fundamentales en nuestra formación profesional y en cada etapa de nuestra vida, por inculcarnos buenos valores y acompañarnos siempre.

Br. Erving Lanzas, Br. Julio Martínez, Br. Odalys Jarquín

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos principalmente a Dios, fuente de toda sabiduría y dueño de todas las cosas, por guiarnos y ayudarnos en este proceso. A nuestras familias, por impulsarnos siempre y brindarnos su apoyo incondicional. A nuestros docentes y a todas las personas que nos ofrecieron su ayuda y orientación durante este proceso.

De manera especial, expresamos nuestro más sincero agradecimiento a la Licenciada Lee Escobar y al Ingeniero Carlos Cornejo por su valioso acompañamiento, orientación y apoyo brindado durante el desarrollo de este trabajo, los cuales fueron fundamentales para la culminación satisfactoria de la presente tesis.

Br. Erving Lanzas, Br. Julio Martínez, Br. Odalys Jarquín

Resumen

Se presenta Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades de El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra, Municipio de Diriamba, Carazo, proyectado en un período de 20 años (2025 - 2045), con el propósito principal de ayudar al mejoramiento de las condiciones higiénico - sanitarias y a la implementación de un servicio de calidad.

El sistema fue diseñado a partir de la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 09 007-19 regida por Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), considerando las particularidades y características que posee la zona. Para su diseño se tomaron criterios hidráulicos que garanticen el funcionamiento eficiente durante la vida útil de la obra.

El diseño comprende la red de conducción de la fuente, en este caso, un pozo hasta un tanque de almacenamiento donde el vital líquido circula a presión utilizando una bomba sumergible de 7.5 HP Horse Power (Caballos de Fuerza) de potencia. Se dimensionan las tuberías en la red de distribución con sus válvulas necesarias, velocidades y presiones para que garanticen que el flujo llegue por gravedad desde el tanque hacia los domicilios.

Se desarrollaron componentes para fortalecer el propósito del proyecto como es el diagnóstico a partir de información in situ, complementándolo con datos suministrados por los entes competentes en el área. A través del estudio demográfico de la comunidad con el objetivo de determinar a través del método geométrico la proyección futura para el periodo de diseño de este sistema, obteniendo así el consumo máximo diario de 45.03 gpm (Galones por minuto) y un consumo máximo horario de 71.75 gpm requerido por la población para el año 2045.

Por medio del levantamiento topográfico con estación total facilitado por la Alcaldía Municipal de Diriamba se determinó la distancia y diseño de la línea de conducción y la red de distribución, lo que permitió definir la configuración del sistema y su funcionamiento por bombeo. El documento también posee una memoria de diseño y aspectos generales necesarios para los cálculos de la investigación.

El sistema de abastecimiento de agua potable de configuración Pozo – Tanque – Red (MABE) Mini acueductos por bombeo Eléctrico.

Este trabajo de investigación aborda en ocho capítulos, los que presentan la siguiente secuencia lógica:

Capítulo 1: Introducción

Este capítulo detalla la introducción del tema con la justificación, antecedentes de las comunidades de El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra, y los objetivos en los que se basa la investigación.

Capítulo 2: Marco Teórico

Se definen conceptos importantes sobre los temas que abarca la investigación de acuerdo con el uso de los objetivos de la investigación.

Capítulo 3: Métodos (Diseño)

En este capítulo se plantean las fórmulas necesarias de la investigación de acuerdo con los objetivos propuestos, de igual manera se tomaron en cuenta tablas y normas establecidas por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA).

Capítulo 4: Discusión de Resultados

Se obtuvieron resultados de cálculos, tablas, gráficos y el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable según los criterios de diseño para obtener una propuesta adecuada para la demanda.

Capítulo 5: Conclusiones

De acuerdo con los objetivos planteados se concluyeron los estudios basados en los resultados obtenidos del diseño.

Capítulo 6: Recomendaciones

Se realizaron recomendaciones para una mejor calidad del sistema.

Capítulo 7: Referencias

Documentos consultados para el desarrollo de la investigación.

Capítulo 8: Anexos

Información requerida que complementa y ayuda a comprender mejor el estudio realizado en la presente investigación.

Palabras claves:

Diseño

Agua potable

Tanque

Caudal

Pozo

ABSTRACT

This project presents the design of the drinking water supply system for the communities of El Aguacate, Las Mercedes, and San Juan de la Sierra, in the municipality of Diriamba, Carazo. Its main purpose is to contribute to the improvement of hygienic and sanitary conditions and the implementation of a quality service.

The system was designed based on the Nicaraguan Mandatory Technical Standard NTON 09 007-19, governed by INAA (National Institute of Agricultural Research), considering the specific characteristics of the area. Hydraulic criteria were used for its design to ensure efficient operation throughout the life of the project.

The design includes the supply network from the source, in this case, a well to a storage tank where the vital liquid will circulate under pressure using a 7.5 hp submersible pump. The pipes in the distribution network were sized with the necessary valves, velocities, and pressures to ensure that the flow reaches the homes by gravity from the tank.

Components were developed to strengthen the project's diagnostic objectives, based on on-site information, complemented by data provided by the relevant authorities in the area. A demographic study of the community was used to determine, using the geometric method, the future projection for the design period

of this system. This resulted in a maximum daily consumption of 45.03 gpm and a maximum hourly consumption of 71.75 gpm required by the population by 2045.

Through a topographic survey with a total station provided by the Diriamba Municipal Government, the distance and design of the pipeline and distribution network were determined, allowing for the definition of the system configuration and its pumping operation. The document also includes a design report and general aspects necessary for the research calculations.

The work is divided into nine chapters, which present the following logical sequence:

Chapter 1: Introduction

This chapter details the introduction of the topic with the justification, background information about the Irrigation Region, and the objectives on which the research is based.

Chapter 2: Theoretical Framework

Important concepts about the topics covered in the research are described according to the research objectives.

Chapter 3: Methods (Design)

This chapter presents the necessary research formulas according to the proposed objectives. Tables and standards established by the INAA were also taken into account.

Chapter 4: Discussion of Results

The results of calculations, tables, and graphs were obtained, along with the design criteria for the drinking water supply system, to obtain a proposal appropriate for the demand.

Chapter 5: Conclusions

In accordance with the stated objectives, the studies were completed based on the design results.

Chapter 6: Recommendations

Recommendations were made for improving system quality.

Chapter 7: References

Documents consulted for the development of the research.

Chapter 8: Annexes

Information required for the reader to assimilate the study conducted in this paper.

Keywords:

Design

Drinking water

Tank

Flow

Well

Índice de Contenido

| | |
|--|----|
| Contenido | |
| 1. INTRODUCCIÓN | 18 |
| 1.1. Antecedentes y contexto del problema | 18 |
| 1.2. Objetivos (General y específicos) | 20 |
| 1.3. Preguntas de investigación | 21 |
| Justificación | 21 |
| 1.4. Limitaciones | 22 |
| 1.5. Hipótesis | 23 |
| 1.6. Variables | 24 |
| 1.7. Marco Contextual..... | 24 |
| 2. Marco Teórico | 27 |
| 2.1. Parámetros y componentes del Mini acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) | 28 |
| 2.2. Captación subterránea - Pozo perforado (P.P) | 30 |
| 2.3. Línea de aducción, conducción y red de distribución..... | 38 |
| 2.4. Calidad de agua | 55 |
| 2.5. Levantamiento topográfico..... | 56 |
| 2.6. Epanet programa de simulación hidráulica | 57 |
| 2.7. Estado del Arte | 58 |
| Teorías y conceptualizaciones asumidas | 59 |
| 3. Métodos | 61 |
| 3.1. Tipo de Investigación | 61 |
| 3.2. Población y Selección de la muestra | 62 |
| 3.3. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos utilizados. | 72 |
| 3.4. Marco Jurídico, institucional y legal..... | 74 |

| | |
|--|--------------------------------------|
| 3.5. Normativas Nacionales | 74 |
| 3.6. Procedimientos para el procesamiento y análisis de datos..... | 74 |
| 4. Discusión de Resultados..... | 77 |
| 4.1. Análisis y Justificación de la tasa de crecimiento..... | 77 |
| 4.2. Proyección y Análisis de demanda. | 79 |
| 4.3. Análisis Hidráulico..... | 82 |
| 4.4. Análisisde calidad del agua..... | 138 |
| 4.5. Fuente y obra de toma. | 142 |
| 4.6. Tanque de almacenamiento para el sistema MABE. | 145 |
| 5. Conclusiones..... | 146 |
| 6. Recomendaciones | 148 |
| 7. Referencias..... | 149 |
| 8. Anexos | ¡Error! Marcador no definido. |
| 8.1. Anexo 1: Estudio Hidrológico..... | 150 |
| 8.2. Anexo 2: Estudio topográfico..... | 152 |
| 8.3. Anexo 3: Estudio de calidad del agua..... | 171 |

Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Relación diámetro interno del pozo y caudal de bombeo | 33 |
| Tabla 2 Relación diámetro columna de bombeo y caudal de bombeo | 34 |
| Tabla 3 Velocidad en la tubería de succión según el diámetro y caudal | 35 |
| Tabla 4 Diámetro de Sarta en relación con un rango de caudales | 35 |
| Tabla 5 Diámetro de Válvula de alivio con el caudal de descarga | 36 |
| Tabla 6 Material de Tubería | 48 |
| Tabla 7 Base de Datos Utilizadas | 58 |
| Tabla 8 Principales Teorías y Aportes al Tema de Investigación | 59 |
| Tabla 9 Operacionalización de Variables | 60 |
| Tabla 10 Población por sexo | 62 |
| Tabla 11 Distribución de Población por Rango de Edad | 63 |
| Tabla 12 Servicios Existentes en el área de influencia | 66 |
| Tabla 13 Distribución de Población | 77 |
| Tabla 14 Centros Escolares existentes en las comunidades con su población estudiantil y docente | 78 |
| Tabla 15 Proyección Poblacional | 79 |
| Tabla 16 Proyección del Consumo | 80 |
| Tabla 17 Capacidad de volumen útil de almacenamiento por quinquenio | 81 |
| Tabla 18 1. A.- Para la Red de distribución: | 84 |
| Tabla 19 Para la Red de distribución: | 85 |
| Tabla 20 Para la Red de distribución: | 85 |
| Tabla 21 Para la Red de distribución: | 85 |
| Tabla 22 Para la Red de distribución: | 86 |
| Tabla 23 Para la Red de distribución: | 86 |
| Tabla 24 Para la Red de distribución: | 87 |
| Tabla 25 Para la Red de distribución: | 89 |
| Tabla 26 Para la Red de distribución: | 89 |
| Tabla 27 Para la Red de distribución: | 90 |
| Tabla 28 Para la Red de distribución: | 91 |

| | | |
|----------|--|-----|
| Tabla 29 | Para la Red de distribución: | 91 |
| Tabla 30 | Para la Red de distribución: | 91 |
| Tabla 31 | Para la Red de distribución | 92 |
| Tabla 32 | Para la Red de distribución: | 92 |
| Tabla 33 | Para la Red de distribución: | 93 |
| Tabla 34 | Para la Red de distribución: | 94 |
| Tabla 35 | Para la Red de distribución | 95 |
| Tabla 36 | Para la Red de distribución: | 97 |
| Tabla 37 | Para la Red de distribución: | 97 |
| Tabla 38 | Para la Red de distribución: | 98 |
| Tabla 39 | Para la Red de distribución: | 98 |
| Tabla 40 | Para la Red de distribución: | 99 |
| Tabla 41 | Para la Red de distribución: | 100 |
| Tabla 42 | 1. Para la línea de conducción: | 101 |
| Tabla 43 | Para la Red de distribución: | 121 |
| Tabla 44 | Para la Red de distribución:Consumo máxima hora – nodos | 122 |
| Tabla 45 | Para la Red de distribución: | 123 |
| Tabla 46 | Para la Red de distribución: | 124 |
| Tabla 47 | Para la Red de distribución: | 125 |
| Tabla 48 | Para la Red de distribución: | 126 |
| Tabla 49 | Para la Red de distribución: | 127 |
| Tabla 50 | Para la Red de distribución: | 128 |
| Tabla 51 | Para la Red de distribución: | 129 |
| Tabla 52 | Consumo máxima hora – tubería | 130 |
| Tabla 53 | Para la Red de distribución: | 131 |
| Tabla 54 | Para la Red de distribución: | 132 |
| Tabla 55 | Para la Red de distribución: | 133 |
| Tabla 56 | Para la Red de distribución: | 134 |
| Tabla 57 | Para la Red de distribución: | 135 |
| Tabla 58 | Para la Red de distribución: | 136 |
| Tabla 59 | Para la Red de distribución: | 137 |

Índice de Figuras

| | |
|--|-----|
| Figura 1 Esquema general de un sistema de abastecimiento de agua potable. ... | 29 |
| Figura 2 Elementos de un pozo perforado | 31 |
| Figura 3 Esquema bomba vertical..... | 32 |
| Figura 4 Esquema Sarta. | 37 |
| Figura 5 Línea de conducción y red de distribución | 40 |
| Figura 6 Curva diámetro más económico..... | 42 |
| Figura 7 Línea de conducción por bombeo | 45 |
| Figura 8 Línea de conducción combinada..... | 46 |
| Figura 9 Ubicación macro del proyecto. | 64 |
| Figura 10 Ubicación micro del proyecto | 65 |
| Figura 11 Plano situación sin proyecto..... | 67 |
| Figura 12 Plano topográfico | 68 |
| Figura 13 Plano topográfico | 69 |
| Figura 14 Plano topográfico | 70 |
| Figura 15 Plano topográfico | 71 |
| Figura 16 Esquema de Red Hidráulica Comunidades El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra..... | 83 |
| Figura 17 Esquema Línea De Conduccion..... | 101 |
| Figura 18 Análisis hidráulico (EPANET) del sistema propuesto para la condición | 102 |
| Figura 19 Modelación hidráulica en epanet..... | 103 |
| Figura 20 Modelación hidráulica en epanet..... | 104 |
| Figura 21 Modelación hidráulica en epanet 1 | 105 |
| Figura 22 Modelación hidráulica en epanet 1 | 106 |
| Figura 23 Perfil de línea de conducción | 108 |
| Figura 24 Perfil de línea de distribución: | 108 |
| Figura 25 Perfil: (del PI-4 al PI-39) comunidad el Aguacate..... | 109 |
| Figura 26 Perfil: (del PI-39 al PI-94) comunidad el Aguacate..... | 109 |
| Figura 27 Perfil: (del PI-94 al PI-103) comunidad el Aguacate..... | 110 |

| | |
|--|-----|
| Figura 28 Perfil: (del PI-64 al PI-62) comunidad el Aguacate | 111 |
| Figura 29 Perfil: (del PI-44 al PI-48) comunidad el Aguacate..... | 111 |
| Figura 30 Perfil: (del PI-48 al PI-50) comunidad el Aguacate..... | 112 |
| Figura 31 Perfil: (del PI-73 al PI-81) comunidad el Aguacate..... | 112 |
| Figura 32 Perfil: (del PI-103 al PI-127) comunidad las Mercedes | 113 |
| Figura 33 Perfil: (del PI-115 al PI-165) comunidad las Mercedes | 113 |
| Figura 34 Perfil: (del PI-153 al PI-127) comunidad las Mercedes | 114 |
| Figura 35 Perfil: (del PI-115 al PI-137) comunidad las Mercedes | 114 |
| Figura 36 Perfil: (del PI-119 al PI-147) comunidad las Mercedes | 115 |
| Figura 37 Perfil: (del PI-127 al PI-198) comunidad las Mercedes | 115 |
| Figura 38 Perfil: (del PI-198 al PI-227) comunidad las Mercedes | 116 |
| Figura 39 Perfil: (del PI-227 al PI-249) comunidad las Mercedes | 117 |
| Figura 40 Perfil: (del PI-182 al PI-271) comunidad las Mercedes | 117 |
| Figura 41 Perfil: (del PI-103 al PI-308) comunidad San Juan de la Sierra | 118 |
| Figura 42 Perfil: (del PI-308 al PI-348) comunidad San Juan de la Sierra | 118 |
| Figura 43 Perfil: (del PI-318 al PI-360) comunidad San Juan de la Sierra | 119 |
| Figura 44 Perfil: (del PI-311 al PI-319) comunidad San Juan de la Sierra | 119 |
| Figura 45 Perfil: (del PI-360 al PI-387) comunidad San Juan de la Sierra | 120 |
| Figura 46 Perfil: (del PI-387 al PI-420) comunidad San Juan de la Sierra | 120 |
| Figura 47 Esquema de Pozo Para Perforar | 143 |
| Figura 48 Esquema de Sarta del Sistema (MABE) en las Comunidades El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de Sierra. | 144 |

✓ INTRODUCCIÓN

.1. Antecedentes y contexto del problema

El acceso al agua potable es un derecho humano fundamental y un elemento clave para el desarrollo sostenible de las comunidades. En Nicaragua, muchas zonas rurales aún enfrentan desafíos significativos en términos de cobertura, calidad y continuidad del servicio de agua potable.

Las comunidades de El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra, ubicada en el Municipio de Diriamba, Carazo, en Nicaragua, han experimentado en las últimas décadas un crecimiento poblacional progresivo y un aumento en la demanda de recursos básicos, especialmente del agua. Las soluciones de abastecimiento de agua potable, en su mayoría están basadas en fuentes subterráneas o sistemas tradicionales de captación.

La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) y ciertos programas de cooperación internacional han propuesto mejoras en algunas zonas rurales del país, pero muchas de estas comunidades aún presentan deficiencias estructurales en el acceso regular y seguro al agua. La comunidad de El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra, forman parte de ese grupo que necesita soluciones técnicas adaptadas a su realidad geográfica y demográfica, presentan áreas urbanizadas con servicios básicos, muchas de sus comunidades rurales o semiurbanas carecen de un sistema estructurado de abastecimiento de agua.

La población depende de pozos artesanales, nacientes superficiales o abastecimiento mediante acarreo, lo que expone a las personas a riesgos sanitarios como enfermedades gastrointestinales, parasitosis o infecciones por contaminación fecal, he aquí la necesidad de diseñar un sistema integral y sostenible de abastecimiento que proyecte el crecimiento y la demanda de los próximos 20 años, siendo la capacidad de la fuente apta para el objetivo del proyecto.

El Gobierno de Nicaragua impulsa políticas de agua y saneamiento alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 6: "**Garantizar**

la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos". No obstante, la implementación de estos planes depende de diagnósticos y diseños específicos que respondan a las necesidades locales de cada comunidad, considerando sus particularidades geográficas, demográficas y técnicas.

En zonas rurales de Nicaragua ha sido tradicionalmente un desafío el acceso al agua, debido a factores como la dispersión de la población, limitada inversión en infraestructura hídrica y la gestión comunitaria informal del recurso. Según el Informe de Cobertura del Servicio de Agua Potable y Saneamiento del Instituto Nicaragüense de Estadísticas, INIDE (2023), aproximadamente el 30% de las comunidades rurales no cuenta con acceso permanente a fuentes seguras de agua. Esta situación limita el cumplimiento del ODS 6, el cual plantea como meta lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a más tardar en el año 2030.

El diagnóstico de la Estrategia Nacional de Agua y Saneamiento Rural (ENACAL, 2022) señala que el diseño técnico de los sistemas existentes en comunidades como El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra, suele estar sobredimensionado o subdimensionado, sin criterios hidráulicos proyectados a largo plazo. Muchos sistemas presentan fallas operativas, baja eficiencia, pérdidas por fugas o desabastecimiento en épocas secas.

El cambio climático ha exacerbado esta situación. Según el Informe de Vulnerabilidad Climática de Nicaragua (MARENA, 2021), Carazo es uno de los departamentos que experimenta sequías recurrentes y reducción de la recarga hídrica subterránea, afectando la sostenibilidad de las fuentes tradicionales. Esto hace urgente el rediseño de sistemas de abastecimiento bajo criterios de resiliencia, eficiencia energética y aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos disponibles, basado en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 09 007-19.

.2. Objetivos (General y específicos)

Objetivo General:

Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades de El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra, Municipio de Diriamba, Carazo, proyectado en un período de 20 años, elaborado en el segundo semestre del 2025.

Objetivos Específicos:

1. Determinar el caudal de diseño a través de la proyección poblacional y su consumo.
2. Establecer los requerimientos técnicos para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.
3. Diseñar hidráulicamente el sistema de agua potable para las comunidades de El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra.

.3. Preguntas de investigación

¿Qué tipo de sistema de abastecimiento de agua potable resulta más viable técnica, económica y ambientalmente para garantizar el suministro sostenible en las comunidades El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra, durante los próximos 20 años?

- ✓ ¿Cuál es la demanda actual y proyectada de agua potable en las comunidades de El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra, para el período 2025–2045, considerando el crecimiento poblacional y los escenarios de disponibilidad hídrica?
- ✓ ¿Qué parámetros técnicos y normativos deben considerarse en el diseño de la red de captación, conducción y distribución de agua potable para asegurar un servicio eficiente y de calidad en la comunidad?

.4. Justificación

En este contexto, las comunidades de El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra, ubicada en el departamento de Carazo, enfrentan desafíos crecientes en relación con la disponibilidad, calidad y continuidad del servicio de agua potable. Estos problemas se ven agravados por el crecimiento poblacional, el cambio climático, la variabilidad en las fuentes hídricas y las deficiencias en la infraestructura existente.

El presente proyecto tiene como propósito diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable que responda de forma técnica, eficiente y sostenible a las demandas de la población proyectadas para un horizonte de 20 años (2025–2045). La elaboración de este diseño en el segundo semestre del 2025 se vuelve estratégica, ya que permite tomar decisiones de planificación a mediano y largo plazo, basadas en criterios actualizados de ingeniería, salud pública y sostenibilidad ambiental.

El diseño propuesto no solo permitirá dimensionar correctamente las obras necesarias —captación, conducción, almacenamiento, tratamiento y distribución—, sino que también aportará insumos claves para la formulación de políticas locales, proyectos de inversión y planes de manejo de recursos hídricos. Además, se espera que contribuya a la reducción de enfermedades de origen hídrico, a la mejora en la calidad de vida de los habitantes.

Finalmente, este estudio cobra relevancia indiscutible y social, ya que brinda una solución técnica adaptada al contexto local, fortaleciendo el vínculo entre la ingeniería civil y la planificación municipal en materia de agua potable.

.5. Limitaciones

Limitaciones en esta investigación se toman en cuenta las siguientes:

Disponibilidad de datos actualizados, la información estadística sobre el crecimiento poblacional, consumo per cápita, calidad de agua y estado de la infraestructura existente puede estar desactualizada o incompleta, lo cual podría afectar la precisión de las proyecciones y cálculos del diseño.

Acceso a las fuentes de agua, disponibilidad y legalidad del uso de fuentes de agua superficiales o subterráneas puede estar sujeta a regulaciones ambientales o a disputas locales, limitando las alternativas de captación consideradas en el diseño.

Condiciones climáticas variables, como la variabilidad climática, incluyendo sequías prolongadas o eventos extremos, puede alterar la disponibilidad de agua y no siempre puede preverse con exactitud en los modelos de diseño.

Limitaciones presupuestarias, como el diseño propuesto puede requerir una inversión significativa para su ejecución, lo que podría no estar disponible a corto o mediano plazo por parte de las autoridades municipales o entes cooperantes.

Restricciones técnicas del terreno, como las características geológicas y topográficas del área podrían dificultar la instalación de infraestructura hidráulica, especialmente en zonas de difícil acceso o con suelos inestables.

Factores socioculturales, como la participación comunitaria y la aceptación del proyecto pueden variar según las condiciones sociales, culturales y niveles de organización local, lo que puede limitar la implementación exitosa del diseño.

Tiempo limitado para la ejecución del estudio que, al estar delimitado a realizarse en el segundo semestre del 2025, puede haber restricciones de tiempo para la recolección de datos de campo, validación técnica y revisión de resultados.

.6. Hipótesis

Hipótesis de Investigación Alternativa (Hi):

El diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable eficiente y sostenible para las comunidades de El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra, Municipio de Carazo, permitirá satisfacer la demanda proyectada de la población durante el período 2025–2045, garantizando calidad, cobertura y continuidad del servicio.

Hipótesis Nula (Ho):

El diseño de un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable no tiene un impacto significativo en la mejora del servicio ni en la cobertura de la demanda futura de la comunidad de El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra.

Hipótesis Correlacional:

Existe una relación directa entre el crecimiento poblacional proyectado y el incremento en la demanda de agua potable en las comunidades de El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra, lo cual incide en la necesidad de dimensionar adecuadamente la infraestructura hidráulica del sistema.

Hipótesis Explicativa (Causal):

Si se implementa un diseño hidráulico que considere fuentes sostenibles de captación, tratamiento adecuado y redes de distribución eficientes, entonces se reducirá significativamente el riesgo de desabastecimiento y enfermedades de origen hídrico en la comunidad durante el período 2025–2045.

.7. Variables

Variable Independiente:

- Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable.

Variables Dependientes:

- Caudal de diseño.
- Requerimientos técnicos.
- Diseño hidráulico del sistema de agua potable.

.8. Marco Contextual

Actualmente, las comunidades de El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra enfrentan dificultades relacionadas con el abastecimiento de agua potable, debido a factores como:

- Infraestructura obsoleta o inexistente.
- Fuentes de agua con caudal insuficiente o con problemas de contaminación.

- Distribución deficiente que no garantiza el acceso equitativo para todos los sectores de la comunidad.
- Aumento progresivo de la población, lo cual incrementa la presión sobre los recursos hídricos disponibles.
- Cambios climáticos que afectan la disponibilidad de agua durante ciertos períodos del año.

Estas condiciones generan consecuencias negativas para la salud pública, la calidad de vida de los habitantes y el desarrollo económico local. Además, la falta de planificación a largo plazo ha contribuido al deterioro del recurso hídrico y a la pérdida de oportunidades para implementar tecnologías sostenibles.

Por ello, se hace indispensable el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable que contemple estudios técnicos, sociales y ambientales, y que permita cubrir las necesidades actuales y futuras de la población por un período proyectado de 20 años, integrando criterios de sostenibilidad, eficiencia y equidad.

Es en este contexto que se plantea el desarrollo de un proyecto de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades de El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra, con una proyección a 20 años, que permita asegurar un servicio continuo, de calidad y adaptado al crecimiento poblacional esperado. Este diseño permitirá no solo mejorar la calidad de vida de los habitantes, sino también fortalecer la gestión comunitaria del recurso hídrico, prevenir enfermedades de origen hídrico, y contribuir al desarrollo local sostenible.

Ante este panorama, surge la necesidad de formular un diseño integral del sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades de El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra, que proyecte las necesidades futuras en un horizonte de 20 años (2025–2045). Este diseño debe contemplar aspectos como:

- Estimación de la demanda poblacional futura.
- Selección de fuentes seguras de agua (subterráneas o superficiales).
- Modelación hidráulica de redes de conducción y distribución.

- Almacenamiento eficiente en tanques de regulación.

Este proyecto se alinea con las Normas Técnicas Nicaragüenses (NTN) para Diseño de Sistemas de Agua Potable, emitidas por INAA, así como con los principios de gestión integrada de los recursos hídricos promovidos por organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la salud (OPS).

✓ Marco Teórico

El abastecimiento de agua potable tiene como finalidad proveer a una población una adecuada cantidad de agua y de buena calidad. El esquema general de este proceso es contar con una fuente de abastecimiento de agua superficial o subterránea, obras de captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución.

La metodología generalmente aplicada, requiere la investigación de las tasas de crecimiento histórico, las que sirven de base para efectuar la proyección de población.

Según Muñoz, (s.f.)¹ “Establece que la guía para el diseño de los sistemas de agua potable debe considerar tecnologías simples, adaptadas a las necesidades de la localidad, y especial atención debe darse a la facilidad de operación y mantenimiento. En lo posible debe utilizarse los diseños tipo elaborados por las normas de diseño”.

La fuente de abastecimiento de agua ya sea superficial o subterránea debe cumplir requisitos mínimos de cantidad, calidad y localización. Se considera apta para el consumo humano si cumple los requisitos físicos, químicos y bacteriológicos mínimos exigidos por las normas.

El agua que no cumpla con los requisitos mínimos debe tratarse por medio de procesos que permitan disminuir o eliminar la concentración de elementos contaminantes. Las obras de captación son el primer paso para abastecer agua a los asentamientos humanos. Las características de período y caudal de diseño dependen del tamaño del proyecto.

¹ Muñoz, R. M. (s.f.). Guías para diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos para localidades del área rural. p. 2.

.1. Parámetros y componentes del Mini acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE)

Los Mini acueductos por Bombeo Eléctrico son sistemas cuyas fuentes de aguas subterráneas o subálveas afloran o se encuentran por debajo de la cota mínima de abastecimiento de la localidad a ser servida, demandando algún tipo de equipo electromecánico para impulsar el agua hasta el nivel donde pueda atender a la comunidad.

Esta opción será considerada sólo en los casos en que exista:

1. Disponibilidad de fuente de abastecimiento.
2. Disponibilidad de energía eléctrica.
3. Capacidad de pago de la comunidad.

Si no existe otra opción técnica y económicamente más aceptable entonces se realizará la perforación de uno o más pozos. Los criterios de aceptación del pozo serán los siguientes:

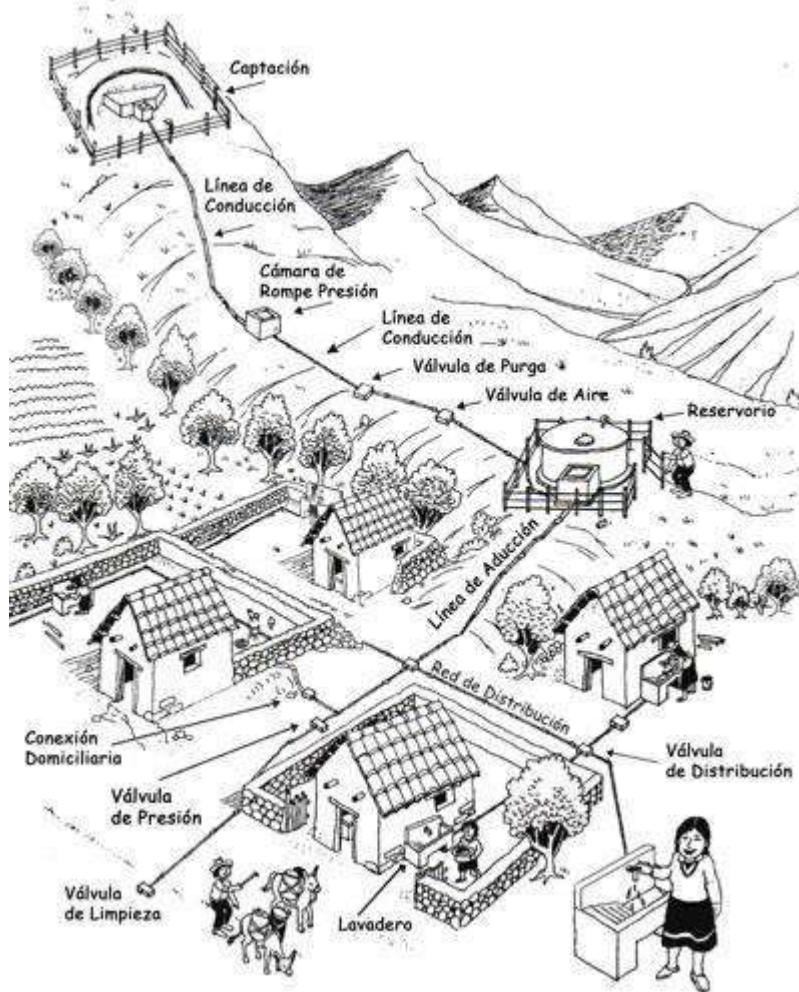
- a) El caudal de explotación será obtenido a través de una prueba de bombeo de un mínimo de 24 horas a caudal constante y de una prueba a caudal variable con mínimo de cuatro etapas de una hora cada una. La recomendación del caudal máximo de explotación se hará de acuerdo con el análisis de la prueba.
- b) El caudal de explotación de bombeo estará en función de un período de bombeo mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.
- c) El caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo día promedio (QDP).
- d) Disposición de la comunidad para operar y mantener el sistema.

El diseño hidráulico estará constituido por los siguientes componentes:

- Fuente de abastecimiento: Pozo perforado con línea de conducción por bombeo.
- Red de distribución abierta.
- Almacenamiento: Tanque metálico apoyado sobre una torre.

Figura 1 Esquema general de un sistema de abastecimiento de agua potable.

Esquema general de un sistema de abastecimiento de agua potable.



Fuente: Guía de orientación de saneamiento básico para Alcaldías de Municipios Rurales y pequeñas comunidades, (2020)

.2. Captación subterránea - Pozo perforado (P.P)

El diámetro del pozo se determinará en base del rendimiento requerido y de la profundidad, teniendo en cuenta que las dimensiones pueden estar controladas por la disponibilidad de facilidades de construcción.

Esta elección se considerará únicamente si las opciones PEM (Pozo excavado a mano), MAG (Mini acueducto por Gravedad) y CM (Captación de manantiales) no se pueden aplicar.

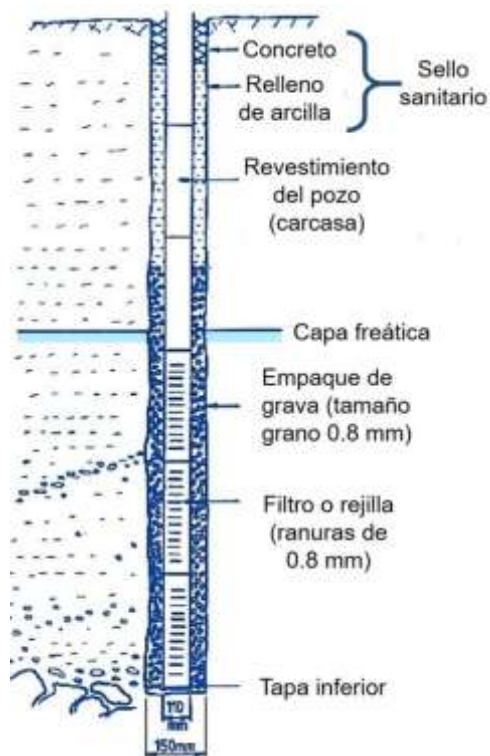
El pozo perforado corresponde a la utilización de extraer agua del pozo por medio de una bomba manual, por lo cual se deberá cumplir con los siguientes criterios:

- El caudal máximo de explotación será obtenido mediante una prueba de bombeo, siguiendo la consideración del inciso (a) de Mini acueductos por Bombeo Eléctrico (MABE).
- El caudal máximo de explotación del pozo será igual o superior a la demanda para un periodo de 20 años.

Antes de comenzar a diseñar y desarrollar cualquier tipo de fuente de agua, se debe realizar una evaluación inicial para poder administrar y desarrollar de manera eficiente los recursos hídricos. Esta evaluación incluye, por un lado, una estimación del balance de agua (es decir, recolección de datos hidrológicos, determinación del estado actual, tendencias del suministro de agua, un análisis de insumo-producto y un análisis de flujo de agua y materiales) y, por otro, una evaluación de los recursos hídricos (es decir, la evaluación y estudio sistemático de estos en relación con el impacto humano, por ejemplo, evaluación de la demanda, estimación de tendencias, análisis del uso y la calidad del agua). Al analizar el lado de la demanda, los problemas de asignación de agua juegan un papel vital. Eventualmente, esta evaluación puede conducir a un plan de desarrollo de recursos hídricos que describa el estado, la gestión y el desarrollo futuro de los mismos en un área o cuenca hidrográfica en particular.

Figura 2 Elementos de un pozo perforado

Elementos de un pozo perforado



Fuente: WATERAID s.f., p.15; (2020)

Bombas verticales

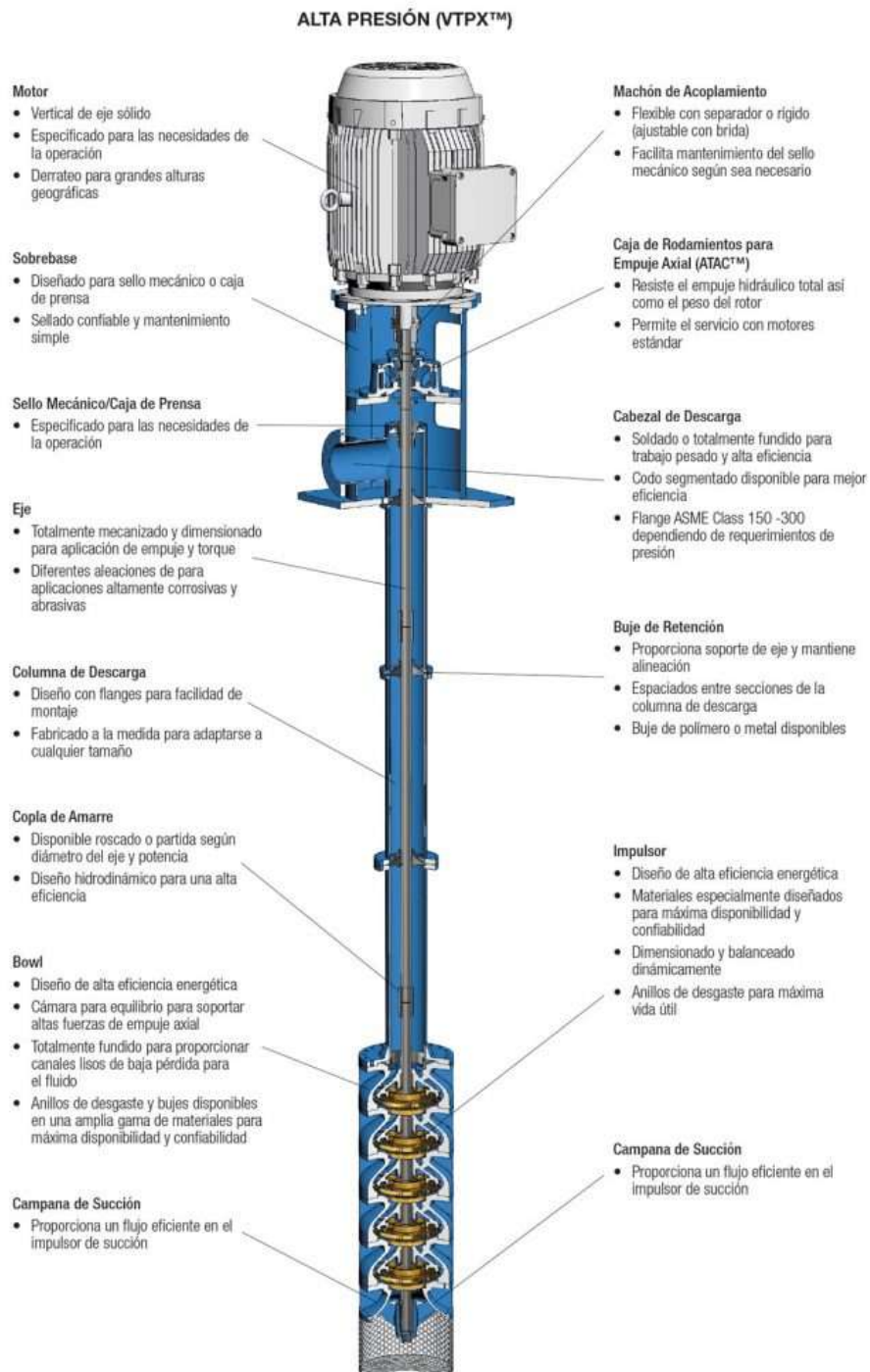
Los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos perforados son los de turbina de eje vertical y sumergible.

Las bombas verticales tipo turbina son bombas que funcionan con el principio centrífugo, generan velocidad mediante el uso de un impulsor para aplicar fuerza centrífuga al líquido en movimiento.

Estas bombas son energéticamente eficientes, fiables y silenciosas. Las bombas verticales en línea multietapa funcionan mediante un motor que impulsa un eje con un impulsor en el extremo. El impulsor gira, creando un flujo de líquido a través de la bomba.

Figura 3 Esquema bomba vertical.

Esquema bomba vertical.



Fuente: Bombas Verticales Tipo Turbina de Gran Altura VTPX™

<https://neptunopumps.com/es-vtpx/>

Para su selección deben tomarse en cuenta los factores siguientes:

- Nivel de bombeo de acuerdo con los resultados de las pruebas de bombeo efectuadas al pozo.
- Variaciones estacionales o niveles naturales del agua subterránea en las estaciones seca y lluviosa.
- El diámetro del ademe del pozo, el cual debe estar relacionado al a extraer según el cuadro siguiente:

Tabla 1 Relación diámetro interno del pozo y caudal de bombeo.

| Diámetro Interno Ademe del Pozo | | Caudal de Bombeo | |
|---------------------------------|-----|------------------|-----|
| Pulgada | mm | Gpm | Lps |
| 6 | 150 | 160 | 10 |
| 8 | 200 | 240 | 15 |
| 10 | 250 | 400 | 25 |

Fuente: Normas Diseño de Agua Potable NTON 09 007-19

- El diámetro de la columna de bombeo dentro del pozo acoplada a la bomba será diseñada para una pérdida de fricción no mayor del 5% de su longitud, por lo cual se recomiendan los diámetros para columnas de bombeo en relación con el caudal, en el cuadro siguiente se reflejan estos valores:

Tabla 2 Relación diámetro columna de bombeo y caudal de bombeo.

| Diámetro de Columna de Bombeo | | Caudal de Bombeo | |
|-------------------------------|-----|------------------|-------|
| Pulgada | mm | Gpm | Lps |
| 3 | 75 | 50 | 3.15 |
| 4 | 100 | 100 | 6.30 |
| 6 | 150 | 600 | 37.80 |

Fuente: Normas Diseño de Agua Potable NTON 09 007-19

- Calidad del Eje
- Tipo de impulsores
- Característica del arranque y puesta en marcha
- Flexibilidad de Operación
- Curvas características de las bombas
- Golpe de ariete
- Tuberías en succión y descarga de equipos de bombeo.
- El diámetro de la tubería de succión y de impulsión no deberán ser menores que las admitidas por las bombas, en caso de que el diámetro de la tubería de succión sea mayor que el de la admisión de la bomba (bombas horizontales), se debe conectar una reducción excéntrica.
- La velocidad que se recomienda en la tubería de succión se indica en la siguiente tabla:

Tabla 3 Velocidad en la tubería de succión según el diámetro y caudal.

| Velocidad | Diámetro | Caudal |
|-------------------|----------|--------------------|
| Metro Por Segundo | mm | Litros Por Segundo |
| 0.75 | 50.00 | Hasta 1.5 |
| 1.10 | 75.00 | 5.00 |
| 1.30 | 100.00 | 10.00 |

Fuente: Normas Diseño de Agua Potable NTON 09 007-19

En la tubería de descarga se deberá efectuar un estudio económico-comparativo de diversos diámetros para seleccionar el más apropiado. En la descarga o sarta de la bomba deberán considerarse una válvula de compuerta y una válvula de retención, para la selección del diámetro se recomienda en el cuadro siguiente:

Tabla 4 Diámetro de Sarta en relación con un rango de caudales.

| Diámetro de Sarta | | Rango de Caudales | |
|-------------------|-------|-------------------|-------|
| Pulgada | mm | Gpm | Lps |
| 2.00 | 50.00 | 80.00 | 5.05 |
| 3.00 | 75.00 | 200.00 | 12.60 |

Fuente: Normas Diseño de Agua Potable NTON 09 007-19

El diámetro de la sarta está definido por el diámetro del medidor de agua. La válvula de retención debe colocarse entre la bomba y la válvula de compuerta, se deberá considerar una válvula de alivio para proteger la instalación del golpe de ariete recomendándole los diámetros descritos en la Tabla 5:

Tabla 5 Diámetro de Válvula de alivio con el caudal de descarga.

| Diámetro de Válvula | | Rango de Caudales | | | |
|---------------------|-------|-------------------|--------|-------|-------|
| Pulgada | mm | Gpm | | Lps | |
| 3.00 | 75.00 | 250.00 | 500.00 | 15.80 | 31.50 |
| 2.00 | 50.00 | 60.00 | 250.00 | 3.80 | 15.80 |
| 1.00 | 25.00 | | 60.00 | | 3.80 |

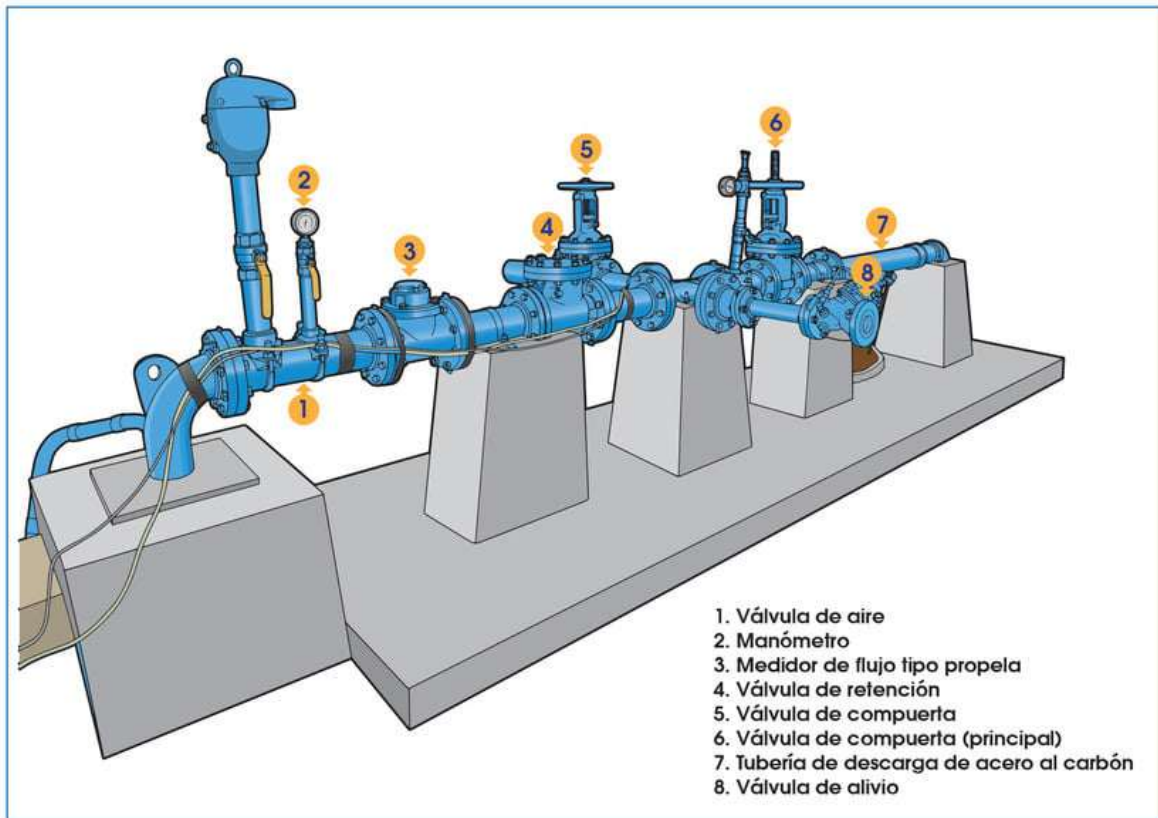
Fuente: Normas Diseño de Agua Potable NTON 09 007-19

Las sargas deberán llevar:

- Medidor Maestro.
- Válvula de compuerta.
- Válvula check.
- Válvula de alivio.
- Manómetro con llave de chorro ½”.
- Derivación descarga para prueba de bombeo y limpieza de la sarta.
- Unión flexible para efecto de mantenimiento, las tuberías deben anclarse adecuadamente y determinar las fuerzas que actúan en los atraques para obtener un buen diseño.

Figura 4 Esquema Sarta.

Esquema Sarta.



Fuente: Publicación de CAPS Nicaragua (2020), pág. 45

Motores Eléctricos

De acuerdo con el tipo de bomba a instalarse se tienen motores eléctricos verticales que se emplean para bombas centrífugas en pozos profundos, motores eléctricos sumergibles y motores para bombas horizontales con capacidad de uso corriente dados por los fabricantes que oscilan desde los 3, 5, 7.5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125 hasta 200 HP, y de mayor capacidad.

Se tiene que considerar como norma emplear un factor de 1.15 para calcular los HP del motor en base a los HP de la bomba, debido a las pérdidas mecánicas. Las velocidades de operación de los motores eléctricos varían de acuerdo con la capacidad o caudal del equipo de bombeo.

Energía

De acuerdo con la capacidad de los motores eléctricos se recomienda los tipos de energía siguiente:

- ✓ Para motores de 3 a 5 HP, emplear 1/60/110 energía monofásica.
- ✓ Para motores mayores de 5 HP y menores de 50 HP se usará 3/60/220 y mayores de 50 HP se emplea 3/60/440, energía trifásica.

.3. Línea de aducción, conducción y red de distribución

En sistemas de abastecimiento de agua, la línea de conducción y la red de distribución son dos componentes esenciales que trabajan en conjunto para llevar el agua desde su origen hasta el consumidor final. La línea de conducción transporta el agua desde la captación o fuente, ya sea un río, lago, pozo, etc., hasta un punto de almacenamiento o tratamiento, como un tanque de regulación o una planta potabilizadora. La red de distribución, por otro lado, se encarga de llevar el agua desde ese punto de almacenamiento o tratamiento hasta los usuarios finales, es decir, las viviendas, comercios y otros consumidores.

Línea de Aducción:

Transporta agua cruda (no tratada) desde la fuente de captación (río, lago, etc.) hasta la planta de tratamiento/tanque de almacenamiento.

Características:

- Suele ser un sistema de tuberías, canales o incluso túneles, diseñado para llevar grandes volúmenes de agua.

Puntos clave:

Incluye dispositivos de control para asegurar un flujo adecuado y proteger el sistema.

Línea de Conducción:

Transporta el agua desde el tanque de almacenamiento hasta el sistema de distribución.

Características:

- Suele utilizar tuberías de mayor diámetro que la red de distribución, ya que manejan grandes volúmenes de agua.
- Puede funcionar por gravedad, bombeo o una combinación de ambos. Su diseño debe considerar la topografía del terreno, la presión del agua y la resistencia de las tuberías.
- Incluye estructuras como válvulas de aire y purga para eliminar aire y sedimentos, respectivamente.

Puntos clave:

Incluye válvulas de control, cámaras de purga y otros dispositivos para asegurar la calidad y el flujo adecuado del agua.

Red de Distribución:

Distribuye el agua a los usuarios finales desde el punto de almacenamiento o tratamiento.

Características:

- Compuesta por una red de tuberías interconectadas de menor diámetro que las de la línea de conducción.

- Incluye válvulas para controlar el flujo y la presión, así como hidrantes para emergencias.
- Puede ser de tipo radial, ramificada o mixta, dependiendo de la configuración del área a servir.

Puntos clave:

Diseñada para asegurar que el agua llegue a todos los usuarios con la presión y calidad necesarias.

Figura 5 Línea de conducción y red de distribución

Línea de conducción y red de distribución



. Fuente: Sistema de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento.

Ranald V. Giles, pág. 85

Medios para control de transitorios

Válvula aliviadora de presión

Estas válvulas son colocadas en la tubería para reducir las sobrepresiones causadas por un fenómeno transitorio (golpe de ariete).

Válvula check

Conocidas comúnmente como check, retenedora o reflujo, permite el direccionamiento del flujo en una sola dirección, cuando el flujo esté en una dirección contraria la válvula se cierra hasta que el flujo vuelva a su posición normal.

Cámara de aire

Son estructuras cerradas que tienen en su interior volumen de agua y aire, su función es aliviar las variaciones de presión causadas por los fenómenos transitorios.

Instalación de un by-pass

Estas instalaciones en una válvula de retorno sirven para evitar sobrepresiones que causen daños a la tubería, así mismo, instalar el by-pass en una planta de bombeo para evitar obstrucciones por paros repentinos de las bombas.

Diámetro más económico

El diámetro más económico es aquél cuya suma de los gastos anuales debidos a la energía consumida más el valor de la anualidad por la inversión efectuada, es mínima. Para determinar el mejor diámetro (más económico) se aplicará la Ecuación básica de comparación de alternativas económicas (CAEq)

$$CAEq = CAT + CAE$$

Donde:

CAEq: Costo Anual Equivalente

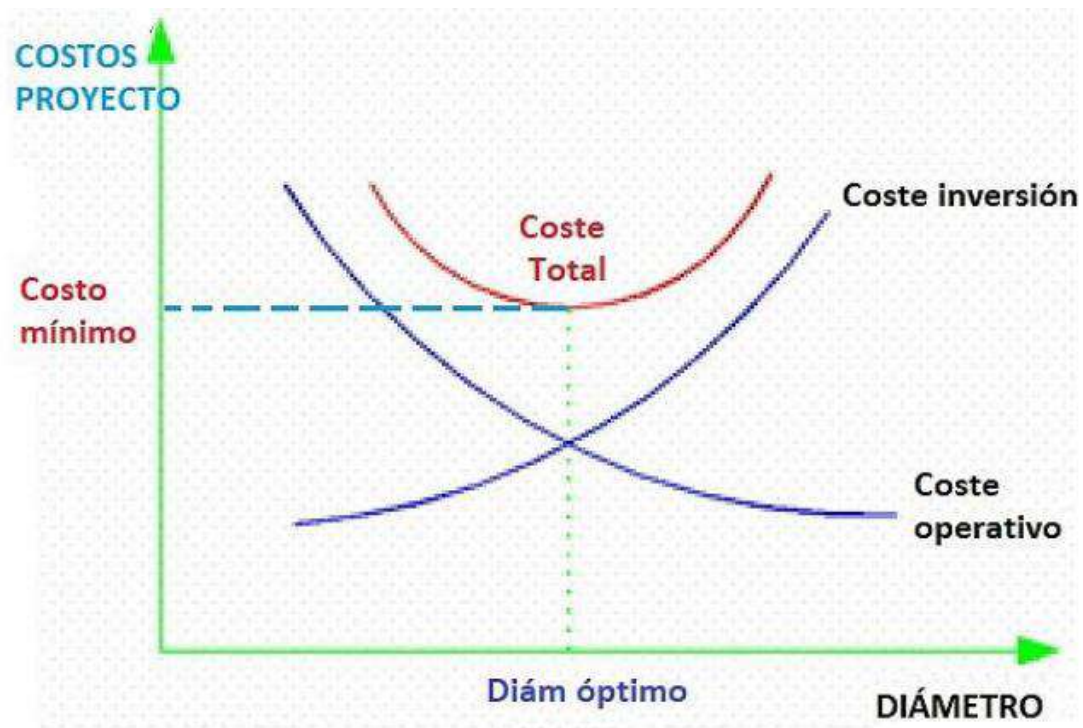
CAT: Costo Anual de la Tubería

CAE: Costo Anual de la Energía

La tubería con diámetro más económico será aquella cuyo valor de la ecuación sea un mínimo entre otros diámetros. Gráficamente, los tres elementos de la ecuación toman la forma de las curvas del Gráfico ubicado en la figura 6.

Figura 6 Curva diámetro más económico

Curva diámetro más económico



Fuente: Guía para la presentación de proyectos: Línea de conducción. INAA, pág. 15.

Como primera aproximación al diámetro tenemos la fórmula de Bresses se trata de un criterio muy elemental y conservador, ya que corresponde a una velocidad constante $D=1.5*\sqrt{Q}$.

Costo Anual de la Tubería (CAT)

El costo anual de tubería representa la anualidad o desembolso anual que habrá que efectuar durante una serie de años consecutivos para recuperar el capital invertido en la adquisición e instalación de la tubería.

En el análisis, pues, intervienen tres factores: el costo de la adquisición de tubería, el período de recuperación y el interés o costo del capital. La tasa de interés que se utiliza usualmente es el 12% anual sin embargo hay préstamos para este tipo de obras que se obtienen a tasas muy inferiores, lo cual podría afectar la comparación de alternativas. El hecho de usar en la selección tasas de recuperación más bajas, en la práctica significa un mayor peso para el CAE en la formación del CAEq.

$$CAT = CRF * \text{Costo unitario de tubería} * \text{Longitud}$$

$$CRF = i / [1 - (1+i)^{-n}]$$

Donde:

CRF: Factor de recuperación de capital

i: Interés real

n: Años de vida útil

Costo Anual de Energía (CAE)

Se realiza el análisis del costo anual de la energía en base a los diámetros propuestos, se conoce que a menor diámetro menor coste de tubería, pero incrementa el costo de explotación debido a las mayores pérdidas por fricción, que redundan en un mayor coste energético.

$$CAE = \frac{Qb * Tb * CTD * C\$ Kwh * 365}{3960 * Eb * Em} * 0.746$$

Donde:

Qb: Caudal del bombeo en GPM

Tb: Tiempo promedio de bombeo en horas

CTD: Carga Total Dinámica

C\$ Kwh: Costo de energía en Kwh

Eb: Eficiencia de la bomba

Em: Eficiencia del motor

Líneas de conducción

Para el dimensionamiento de la tubería de las líneas de conducción se aplicará la fórmula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}}$$

Dónde:

H= Pérdida de carga en metros

L= Longitud en metros

S= Pérdida de carga en mt/mt

Q= Gasto en m3/seg

D= Diámetro en metros

C= Coeficiente de Hazen-Williams, cuyo valor depende del tipo de tubería utilizada.

Línea de conducción por bombeo:

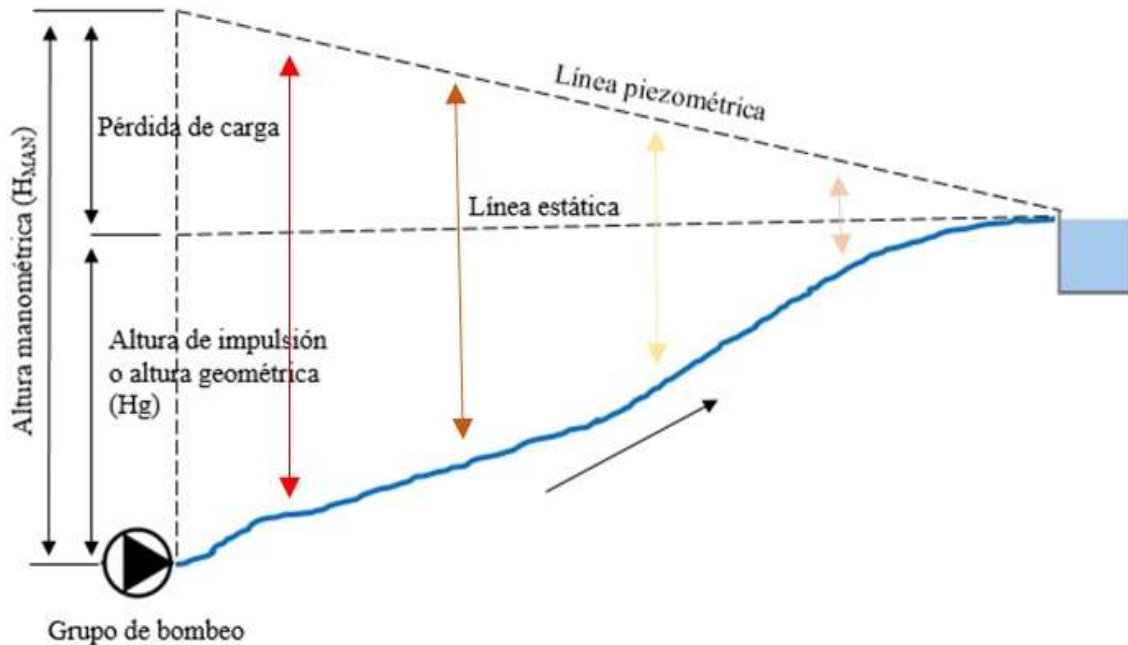
Este tipo de conducción siempre es por medio de tuberías. Se usa generalmente cuando la elevación del agua en la obra de captación es menor a la altura piezométrica requerida en el punto de entrega.

El equipo de bombeo proporciona la energía necesaria para vencer el desnivel y las pérdidas de energía por fricción ocasionadas por el transporte del agua.

Existen líneas de conducción que, por la gran diferencia de altura con respecto al punto de entrega, requiere de más de una estación de bombeo, distribuida en varios puntos de la conducción.

Figura 7 Línea de conducción por bombeo

Línea de conducción por bombeo



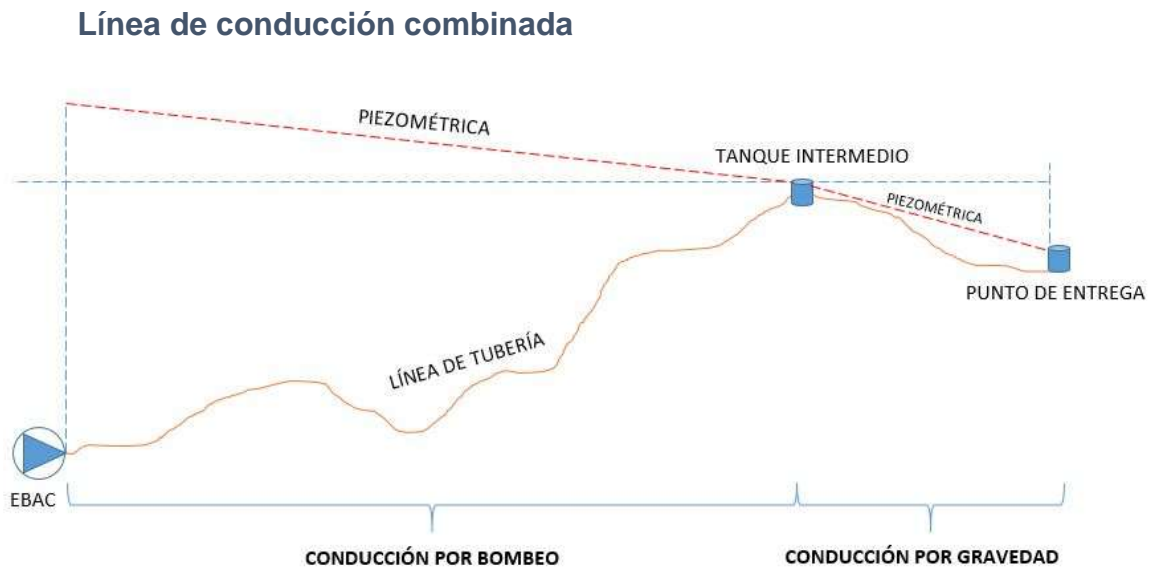
Fuente: Publicación de CAPS Nicaragua (2020), pág. 89

Línea de conducción combinada:

Este tipo de conducción se utiliza en los casos que la topografía del terreno obliga al trazo de la conducción a cruzar por partes más altas que la elevación de la superficie del agua en el punto de entrega, por lo que se coloca un tanque intermedio en ese lugar.

La instalación de dicho tanque ocasiona que se forme una conducción por bombeo-gravedad, donde la primera parte es por bombeo y la segunda por gravedad.

Figura 8 Línea de conducción combinada



Fuente: Publicación de CAPS Nicaragua (2020), pág. 94

Carga Disponible o Diferencia de Elevación

Generalmente la carga disponible viene representada por la diferencia de elevación entre el nivel mínimo de agua en la captación y el tanque de almacenamiento (nivel máximo de agua en el tanque), sin embargo, en ocasiones puede prestarse puntos altos intermedios que no satisficiera el flujo por gravedad para un diseño adoptado bajo esa consideración, por lo cual esta verificación debe hacerse, mediante la siguiente fórmula:

$$CTD = NB + CE + hf_{columna} + hf_{desc}$$

Dónde:

NB: Nivel más bajo del agua durante el bombeo.

CED: Carga estática de la descarga.

$hf_{columna}$: Pérdidas de la columna dentro del pozo.

hf_{desc} : Pérdidas en la descarga.

NB: NEA + Variación + Abatimiento.

CED: Nivel del agua en la descarga – Nivel más bajo en la superficie.

Sobrepresión por Golpe de Ariete

Se denomina golpe de ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado, cuando el movimiento del líquido es modificado bruscamente. El caso más importante de golpe de ariete en una línea de descarga de bombas accionadas por motores eléctricos se verifica luego de una interrupción de energía eléctrica. El golpe de ariete es un fenómeno transitorio que puede ocurrir en la tubería de descarga.

Idealizando el flujo como una serie de láminas, en el momento del cierre de la válvula: La lámina contigua a la válvula se comprime y convierte su energía de velocidad en energía de presión, causando la dilatación de la tubería en un punto, y una dilatación elástica de la lámina. Lo mismo sucede con las láminas aguas arriba (2, 3, ... n), y se produce una onda de sobrepresión en la dirección de aguas arriba.

Al llegar la onda de sobrepresión a la última lámina (lámina no contigua al tanque), ésta tiende a salir de la tubería con una velocidad igual en magnitud, pero de sentido contrario a la que tenía el agua antes de interrumpirse el flujo (V). Como la extremidad inferior está cerrada, se produce una depresión interna de las láminas y se genera una onda de depresión de magnitud igual a la onda de sobrepresión, la cual se propaga en la dirección de aguas abajo.

El tiempo que la lámina 1, contigua a la válvula, ha permanecido en estado de sobrepresión es:

$$T = \frac{2L}{C}$$

Donde:

L: Longitud hasta el depósito (m).

C: Velocidad de propagación de la onda o celeridad (m/s).

T: Fase o periodo de cierre (s).

Si la maniobra es rápida, la válvula quedará completamente cerrada antes de comenzar a actuar la onda de depresión.

$$T > \frac{2L}{C} \text{ Maniobra Lenta}$$

Si el tiempo de cierre es lento, la onda de depresión llegará a la válvula antes de que se halle está completamente cerrada.

$$T > \frac{2L}{C} \text{ Maniobra Lenta}$$

En el caso de una maniobra rápida ($T < 2L/C$), la sobrepresión máxima será:

$$G.A = \frac{CV}{G}$$

Donde:

G.A: sobrepresión (m).

velocidad media del agua (m/s).

Celeridad (m/s).

g: aceleración de la gravedad (m/s²).

El valor de la celeridad se calcula mediante fórmula de Allievi:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}}$$

Dónde:

C: Celeridad o velocidad de la onda de compresión o de succión (m/s).

D: Diámetro de la tubería (m).

e: Espesor de la tubería (m).

K: Relación entre el módulo de elasticidad del agua y el del material de la tubería.

Tabla 6 Material de Tubería

| Material de la tubería | K |
|------------------------|------|
| Acero | 0.5 |
| Hierro fundido | 1.0 |
| Concreto | 5.0 |
| Asbesto-cemento | 4.4 |
| Plástico | 18.0 |

Fuente: Ricardo Alfredo López Cualla. (1995). Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados, Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

La presión total en la tubería será la suma de la carga estática sumada a la sobrepresión por ariete hidráulico.

Red de distribución

En el diseño de la red de distribución, se requiere de un buen criterio, sobre todo en localidades en la que los planes reguladores del desarrollo de estas.

La red de distribución tiene una función de gran importancia por cumplir; esta función consiste en suministrar la suficiente agua potable de una forma sanitariamente segura a los consumidores.

El dimensionamiento de las redes abiertas o ramificadas se realizará de acuerdo con los siguientes criterios:

1. Se admitirá que la distribución del caudal sea uniforme a lo largo de la longitud de cada tramo.
2. La pérdida de carga en el ramal será determinada para un caudal igual al que se verifica en su extremo.

3. Cuando por las características de la población se produzca algún gasto significativo en la longitud de la tubería, ésta deberá ser considerada como un nudo más.
4. Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0.10 litros por segundo para el diseño de los ramales. (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

Para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

- a) 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 ($CHM=2.5CPD$, más las pérdidas).
- b) El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- c) La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

Almacenamiento

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. 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.

Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados en zonas próximas al poblado y tomándose en cuenta la topografía del terreno, de tal manera que brinden presiones de servicios aceptables en los puntos de distribución.

Proyección de la población

La población objetivo es el parámetro básico para dimensionar los componentes que integran los sistemas de abastecimiento de agua potable, realizando un análisis de censos nacionales y locales para determinar la tasa de crecimiento a utilizar para el cálculo de la población de diseño. Cuando no se dispongan de registros poblacionales oficiales debe efectuarse un censo poblacional.

La metodología generalmente aplicada, requiere la investigación de las tasas de crecimiento histórico, las que sirven de base para efectuar la proyección de población.

En Nicaragua se realizó para el año 2024 el levantamiento del censo de población y vivienda de mayo a julio. Los resultados de esta medición los presentó el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE).

Método geométrico

Este método debe aplicarse a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua. La tasa de crecimiento a aplicar al proyecto debe ser sustentada sobre la base de estudios demográficos precedentes y censo actualizado de la localidad en estudio. En ningún caso será menor que 2,5%.

$$P_n = P_o (1+r)^n$$

Donde:

P_n = Población proyectada al año "n" (hab.)

P_o = Población inicial (hab.).

r: Tasa de crecimiento (notación decimal)

n: intervalo de tiempo años

Dotación

Las comunidades El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra son una población rural dispersa por lo que su dotación concentrada será de 100 lppd.

NOTA 1:

Cuando la fuente de abastecimiento no permita la dotación domiciliar de 80, el diseñador deberá justificar técnicamente, el uso de dotaciones inferiores y no menores a 50 lppd, sobre la base de los siguientes criterios:

- a) Capacidad de las fuentes alternativas.
- b) Calidad del agua.
- c) Evaluación económica.
- d) Aspectos ambientales.
- e) Entre otros.

NOTA 2: Para el caso de conexiones domiciliarias que tengan sistema de saneamiento con arrastre hidráulico la dotación será de 100 lppd.

Factores de Máximas Demandas

Las variaciones del consumo estarán expresadas en porcentajes de las demandas promedio diario total y sirve de base para el dimensionamiento de la capacidad de las obras de captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución.

a.- Consumo de máximo día

$$CMD = 1,5 (CPD) + P$$

Dónde:

Consumo Promedio Diario (CPD) será igual a:

$CPD = CD + CPI + CC + CInd$ para el diseño de sistemas completos de toda la ciudad o localidad en estudio y $CPD = CD$ para el diseño de desarrollos habitacionales para la población de saturación correspondiente

P: Pérdidas en el sistema = 15 o 20% del CPD

CD: Consumo Doméstico

CPI: Consumo Público o Institucional.

CC: Consumo Comercial

CInd.: Consumo Industrial

b.- Consumo de máxima hora

Para la ciudad de Managua el factor será igual a 2,5

$$CMH = 2,5 CPD + P$$

Pérdidas (P)

Parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso

de ciudades y localidades con más de 500 viviendas, el porcentaje se fijará en un 20% y para localidades hasta 500 viviendas el 15%.

Periodo de diseño

El período de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, para el componente de Pozos perforados será de 20 años. Se debe verificar si la fuente puede abastecer ese periodo de diseño, sino el diseñador deberá proponer alternativas.

Fuentes de abastecimiento

El caudal de las fuentes superficiales y subterráneas debe ser capaz de aportar la demanda de máximo día. Para el caso de las fuentes superficiales debe aportar además de la demanda de máximo día, el caudal ecológico.

Para el caso de fuentes subterráneas, el caudal de explotación del acuífero local no debe ser mayor al caudal máximo de explotación determinado en los análisis de las pruebas de bombeo. El abatimiento máximo no deberá superar el 67% del espesor saturado.

Presiones máximas y mínimas

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

Presión Mínima en la red: 5.0 metros

Presión Máxima en la red: 50.0 metros (Propuesta)

La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, incorporando en la línea válvulas reguladoras de presión o cajas rompe presión donde sea necesario.

Velocidades permisibles en tuberías

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar el principal problema que es el golpe de ariete y otros como erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes:

Velocidad mínima = 0.6 m/s

Velocidad máxima = 1.50 m/s

.4. Calidad de agua

El objetivo de estas normas es proteger la salud pública y por consiguiente ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua, que puedan representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los Sistemas de abastecimiento de agua, para lo cual se deberán seguir las siguientes instrucciones:

- a) La fuente de agua a utilizarse en el proyecto, se le deberá efectuar por lo menos un análisis físico, químico, de metales pesados cuando se amerite y bacteriológico antes de su aceptación como tal.
- b) Los parámetros mínimos de control para el sector rural serán: coliforme total, coliforme fecal, olor, sabor, color, turbidez, temperatura, concentraciones de iones de hidrógeno y conductividad.
- c) El análisis de las fuentes de agua tales como manantiales, pozos perforados, pozos excavados a mano deberán cumplir con las normas de calidad del agua vigentes aprobadas por el INAA y MINSA.

Desinfección del agua

El agua que se utiliza para el abastecimiento de una población, para usos básicamente domésticos, debe ser, específicamente un agua exenta de organismos patógenos que evite brotes epidémicos de enfermedades de origen hídrico. Para lograr esto, será necesario desinfectar el agua mediante tratamientos físicos o químicos que garanticen su buena calidad.

Existen varias sustancias químicas que se emplean para desinfectar el agua, siendo el cloro el más usado universalmente, dado a sus propiedades oxidantes y su efecto residual para eliminar contaminaciones posteriores; también es la sustancia química que más económicamente y con mejor control y seguridad se puede aplicar al agua para obtener su desinfección. El cloro se presenta puro en forma líquida o compuesta como hipoclorito de calcio el cual se obtiene en forma de polvo blanco y en pastillas, y el hipoclorito de sodio de configuración líquida.

En el caso de Acueductos Rurales se utiliza para la desinfección el cloro en forma de hipocloritos, debido a su facilidad de manejo y aplicación. El tiempo de almacenamiento para el hipoclorito de sodio no debe ser mayor de un mes y para el de calcio no mayor de tres meses. La aplicación al agua, de la solución de hipoclorito de calcio o de sodio se efectuará mediante el hipoclorador de carga constante.

.5. Levantamiento topográfico

La topografía es una ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones relativas de puntos sobre la superficie de la tierra, así como debajo de la misma, mediante la combinación de las medidas según los tres elementos del espacio: distancia, elevación y dirección.

La topografía explica los procedimientos y operaciones del trabajo de campo, los métodos de cálculo o procesamiento de datos y la representación del terreno en un

plano o dibujo topográfico a escala. El conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos en la superficie de la tierra, tanto en planta como en altura, los cálculos correspondientes y la representación en un plano es lo que comúnmente se llama "Levantamiento Topográfico".

.6. Epanet programa de simulación hidráulica

EPANET ofrece la versión "matemática" de elementos físicos que encontramos en los Sistemas de Distribución de Agua Potable tales como Estanques, Embalses, Tuberías y Bombas, entre otros, de forma tal que, previa introducción de la información básica requerida por cada uno de ellos, se ensamble un modelo matemático que simulará las condiciones hidráulicas en dicho sistema, generando a su vez parámetros tales como presiones, niveles de agua y velocidades.

Con el uso de programas como EPANET el análisis y diseño de Sistemas de Distribución de Agua Potable se puede enfocar más en estudiar el comportamiento de la red para distintas condiciones físicas y operativas (niveles de Embalse o estanques, diámetros de tuberías, etc.) en vez de concentrarse en métodos de resolución manual que resultan, para Sistemas de cierta extensión y complejidad, algo engorrosos al menos en lo relativo a el cálculo manual.

Se puede trabajar con EPANET y realizar las siguientes actividades:

- Crear sistemas de distribución de Agua Potable.
- Facilita el cálculo de diferentes parámetros hidráulicos como: velocidades, presiones, alturas.
- Evaluar el comportamiento, consumo e influencia de los niveles de agua y energía.
- Modela el comportamiento de un sistema si este trabaja con bombas.

.7. Estado del Arte

Tabla 7 Base de Datos Utilizadas

| Base de datos científicas utilizadas | No. De publicaciones relacionadas con la investigación de acuerdo a la base de datos. | No. De publicaciones con mayor reconocimiento científico. | Tipos de publicaciones identificadas |
|--------------------------------------|---|---|--|
| Scopus | 4,500 | 350 | Artículos de revistas Q1-Q2, revisiones sistemáticas, papers de conferencias. |
| Web of Science (WoS) | 3,800 | 300 | Artículos de alto impacto, papers metodológicos, revisiones bibliográficas |
| Google Scholar | 12,000 | Variable (alto volumen, calidad mixta) | Tesis, artículos, informes técnicos, presentaciones |
| Redalyc | 500 | 50 | Artículos de revistas iberoamericanas, estudios de caso en comunidades rurales |
| Scielo | 450 | 40 | Artículos regionales, investigaciones aplicadas, monografía |

Fuente: Elaboración propia

Para esta investigación se consultaron bases de datos científicas como Scopus, Web of Science, ScienceDirect, ASCE Library, entre otras. En total, se identificaron aproximadamente 4,500 publicaciones relacionadas con sistemas de abastecimiento de agua potable en comunidades rurales, de las cuales unas 350 corresponden a artículos con alto reconocimiento científico indexados en revistas de alto impacto. Los tipos de publicaciones incluyen artículos de investigación, revisiones sistemáticas, estudios de caso y tesis académicas.

Teorías y conceptualizaciones asumidas

Tabla 8 Principales Teorías y Aportes al Tema de Investigación

| Autor(es) y año En orden cronológico | Principales teorías y aporte al tema de investigación |
|---|---|
| Rodríguez, M. (2015) | Aplicación de tecnologías apropiadas de bajo costo: Uso de materiales locales y sistemas por gravedad, sin bombeo costoso. |
| FAO & ONU Agua (2016) | Gestión integrada de recursos hídricos comunitarios: Reforzaron lineamientos para diseño, operación y mantenimiento comunitario de sistemas rurales. |
| Pérez, R. et al. (2021) | Innovación en redes inteligentes para zonas rurales: Introducción de sensores básicos y control remoto para optimizar la distribución y minimizar pérdidas. |

Fuente: Elaboración propia

El diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable para comunidades rurales se sustenta en teorías hidráulicas clásicas (Bailey & Mays, 1980s) y en lineamientos normativos de la OMS (1976, 2004, 2017). Además, se apoya en enfoques contemporáneos como la gestión integrada de recursos hídricos (Biswas, 1981) y la gestión comunitaria (UNICEF & WHO, 2000s), que enfatizan la sostenibilidad técnica, ambiental y social de los sistemas diseñados.

Tabla 9 Operacionalización de Variables

| Objetivos | Tipo de Variable | Definición conceptual | Dimensión operacional | Técnicas e instrumentos de recolección de datos |
|--|------------------|---|--|--|
| Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable | Independiente | Es el proceso técnico y planificado, mediante el cual se proyecta, dimensiona y organiza la infraestructura necesaria para captar, conducir, potabilizar, almacenar y distribuir agua segura a la población | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Estudios Topográfico ❖ Estudios Hidrológicos ❖ Estudio de calidad de agua | Los instrumentos utilizados para la recolección de datos son: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Estación total ❖ Densímetro ❖ Censo Poblacional (INIDE) ❖ Aforos. |
| Determinar el caudal de diseño. | Dependiente | Se deben considerar varios factores Como El caudal Máximo horario, El caudal Maximo Dia y la población a servir | Se enfoca en la funcionalidad y la viabilidad a largo plazo del sistema, asegurando que el agua llegue de manera segura y eficiente a la población, cumpliendo con los estándares de calidad y sostenibilidad. | Normativa <ul style="list-style-type: none"> ❖ NTON 09 007 -19 |
| Establecer los requerimientos técnicos del diseño de agua potable. | | Consiste en la definición de parámetros de calidad del agua, selección de materiales y equipos, y aplicación de normas técnicas que garanticen la eficiencia y sostenibilidad del sistema. | Determinar: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Consumo ❖ Demanda | Normativa <ul style="list-style-type: none"> ❖ NTON 09 007 -19 |
| Diseñar hidráulicamente el sistema de agua potable. | | Es el proceso de dimensionar hidráulicamente las tuberías, tanques, bombas y redes de distribución, asegurando presiones y caudales adecuados en todas las condiciones de operación. | Calcular <ul style="list-style-type: none"> ❖ Presión ❖ Velocidad | <ul style="list-style-type: none"> ❖ AutoCAD ❖ Epanet ❖ Hojas de cálculo en Excel |

✓ Métodos

.1. Tipo de Investigación

Esta investigación por su método de investigación es combinada de documental y de campo. Es una investigación cuyo método de recopilación y análisis de datos se conjunta la investigación documental con la de campo; con la finalidad de profundizar en el estudio del tema propuesto para tratar de cubrir todos los posibles ángulos de una exploración. Al aplicar ambos métodos se pretende consolidar los datos y los resultados obtenidos del sitio, Proyecto, terreno, propuesta, etc.

Por el tipo de tema que se aborda esta investigación es teórico-práctica. Son investigaciones cuyo diseño, planteamiento de estudio, realización y conclusiones abarcan temas derivados de alguna teoría que se pretende llegar a comprobar dentro de un ambiente práctico, experimental o empírico.

Por la forma de recopilación y por el tratamiento de su información es un trabajo de investigación que, como en cualquier otro caso, se apoyan en los datos e información de textos y documentos que servirán para fundamentar un tema; con su análisis y conclusiones se pretende aportar conocimientos adicionales a lo que se está investigando. Para fundamentar estas investigaciones, el investigador se respalda en textos, conceptos, definiciones y aportaciones comprobadas.

Esta investigación de acuerdo con su enfoque investigativo es cuantitativa donde la recolección de datos es numérica, estandarizada y cuantificable, y el análisis de información y la interpretación de resultados permiten fundamentar la comprobación de una hipótesis mediante procedimientos estadísticos, los cuales ofrecen la posibilidad de generalizar los resultados.

De acuerdo con el objetivo de estudio de la investigación es de carácter interpretativo. El objetivo de este tipo de investigación está enfocado a tratar de indagar, desentrañar y comprender, mediante un método formal de investigación,

alguna teoría, fenómeno, hecho o problemática relacionados con un comportamiento social, económico, político, físico o de cualquier otra clase.

En el diseño de este tipo de investigaciones, el estudiante pretende dar a conocer, mediante un método formal de investigación, su propia interpretación del fenómeno de estudio con la finalidad de explicar el sentido de éste.²

.2. Población y Selección de la muestra

El muestreo para el diseño del sistema de agua potable, constituye uno de los aspectos más fundamental en todo programa que tenga como objetivo facilitar el servicio del vital líquido y la disminución del grado de contaminación a los recursos naturales. Por lo que para la formulación y diseño es necesario plantear un estimado de cuántas personas habitan en las comunidades, por lo que se tomará ese dato del censo poblacional realizado por el INIDE para 2024.

Las comunidades El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra del Municipio de Diriamba; Departamento de Carazo, están compuesta por 347 familias, tiene una población total de 1,222 habitantes; de los cuales 625 son hombres, representando el 51.15% de la población y 597 son mujeres, equivalentes al 48.85 % de la población

Tabla 10 Población por sexo

| Mujeres | Hombres | Total |
|----------------|----------------|--------------|
| 597 | 625 | 1222 |
| 48.85% | 51.15% | 100% |

Fuente: Elaboración propia

² Muñoz Razo, C. (2011). Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis. Segunda edición PEARSON EDUCACIÓN, México.

La Población del área de influencia está entre los siguientes rangos de edad, la mayoría oscila entre los 31 a 65 años, seguido del intervalo que va de los 14 a los 30 años; en tercer lugar, en el intervalo de 6 a 13 años, y 116 niños en el intervalo de 0 a 5 años, la menor cantidad de población está en las personas de \geq a 66 años.

Al realizar la sumatoria de los rangos de edades entre el rango de 0 hasta los 65 años, se refleja un indicador de población joven del 93.62 %, lo que coincide con las estadísticas nacionales de que la población nicaragüense es joven.

Tabla 11 Distribución de Población por Rango de Edad

| Edades | Frecuencia | Porcentaje |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| 0 a 5 | 116 | 9.49% |
| 6 a 13 | 204 | 16.69% |
| 14 a 30 | 400 | 32.73% |
| 31 a65 | 424 | 34.70% |
| \geq 66 | 78 | 6.38% |
| Total | 1222 | 100% |

Fuente: Elaboración propia

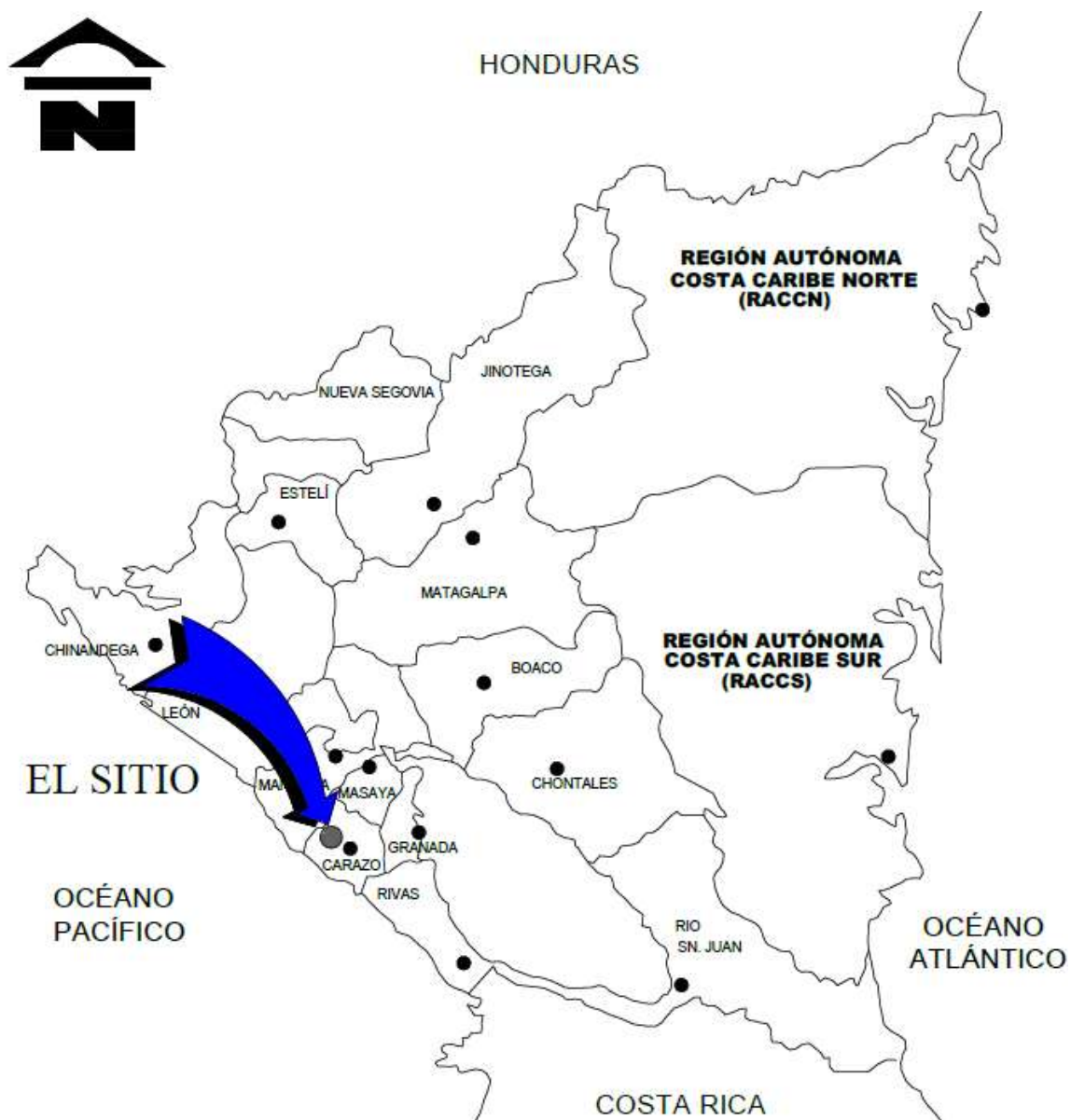
Accesibilidad

La distancia al proyecto desde la capital es de 54.2 km; a la cabecera municipal es de 14 km. La vía de acceso es por carretera pavimentada. Las comunidades cuentan con fuentes de agua superficiales de poco caudal³. Las tres comunidades tienen características de zona rural concentrada, cuentan con energía eléctrica y camino de acceso en buen estado todo el año. La topografía del terreno es irregular.

³ Estudio Hidrológico de la zona realizada por la alcaldía municipal de Diriamba, 2022

Figura 9 Ubicación macro del proyecto.

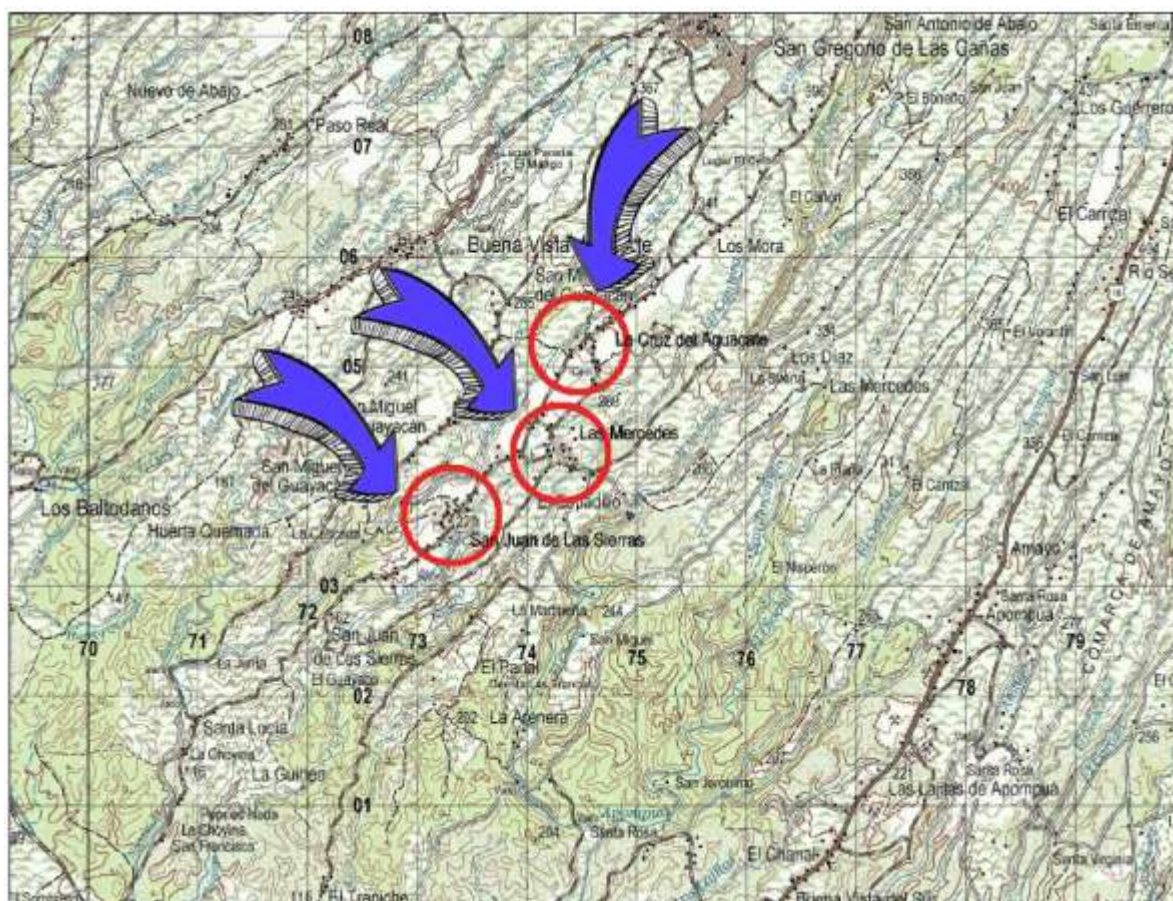
Ubicación macro del proyecto.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 10 Ubicación micro del proyecto

Ubicación micro del proyecto



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12 Servicios Existentes en el área de influencia

B: Buena - R: Regular - M: Mala

| Tipo de servicio | Estado Actual | | | U/M | Cantidad | Observaciones |
|--------------------------|---------------|----|-----|-----|----------|---|
| | B | R | M | | | |
| Escuela Primaria | X | | | C/u | 3 | En las tres Comunidades, existen escuelas donde imparten educación primaria y preescolar. |
| Instituto Secundario | X | | | C/u | 1 | Existe un instituto en la Comunidad Las Mercedes donde imparten educación secundaria en modalidad diaria. |
| Instituto Técnico | | | | C/U | | No existe |
| Hospital | | | | C/U | | No existe |
| Centro de Salud | | | | C/U | | No existe |
| Puesto de Salud | | | | C/U | | No existe |
| Agua Potable | | | X | C/U | | Servicio de agua potable discontinuo. |
| Alcantarillado Sanitario | | | | GBL | | No existe |
| Letrina | 53 | 54 | 103 | C/U | 210 | 95 viviendas no tienen unidad de saneamiento y 33 viviendas poseen inodoro en buen estado |
| Recolección de Basura | | | | GBL | | No existe servicio |
| Drenaje Pluvial | | | | GBL | | No existe |
| Energía Eléctrica | X | | | GBL | | |
| Teléfono | X | | | GBL | | En ciertos puntos de las Comunidades se logra acceder a redes de la empresa telefónica Claro y Tigo. |
| Aeropuerto | | | | C/U | | No existe |
| Puerto | | | | C/U | | No existe |
| Mercado | | | | C/U | | No existe |
| Rastro | | | | C/U | | No existe |
| Internet | X | | | GBL | | En ciertos puntos de las Comunidades se logra acceder a redes de la empresa telefónica Claro y Tigo. |
| Biblioteca | | | | C/U | | No existe |
| Otros (Especificar) | | | | C/U | | No existe |

Fuente: Elaboración propia

Figura 12 Plano topográfico

Plano topográfico

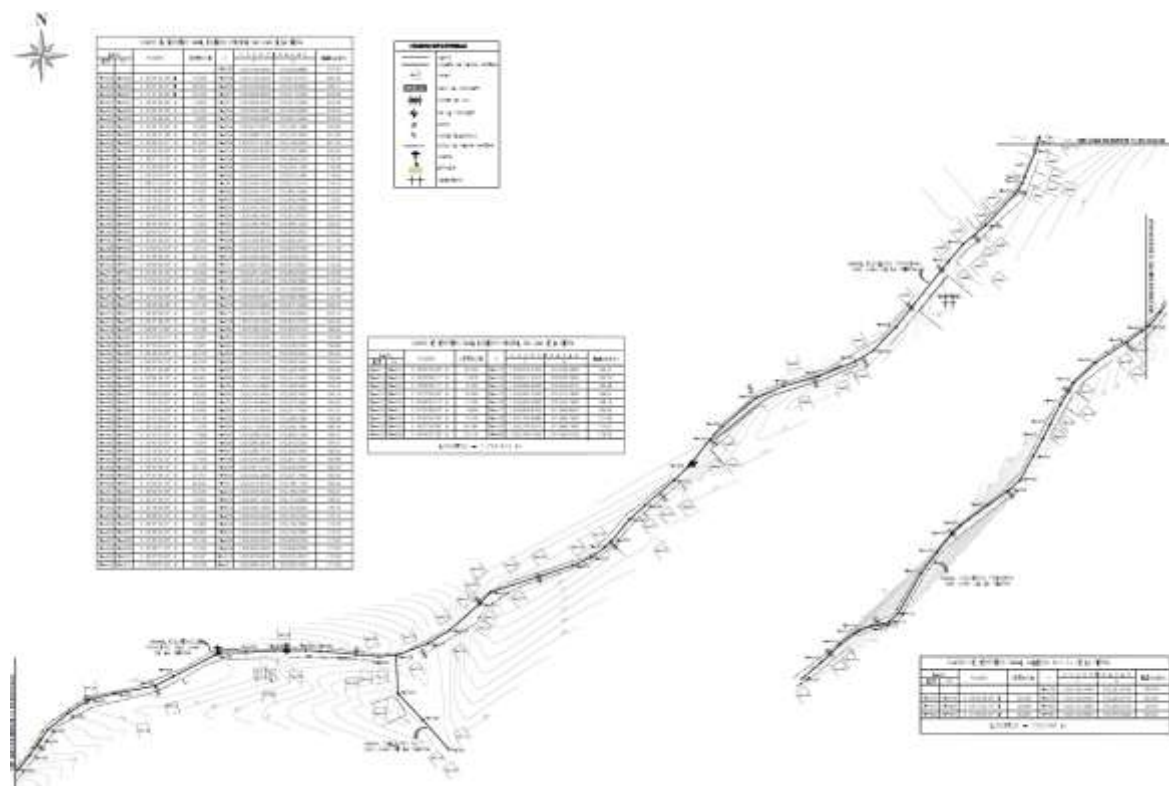


Figura 13 Plano topográfico

Plano topográfico

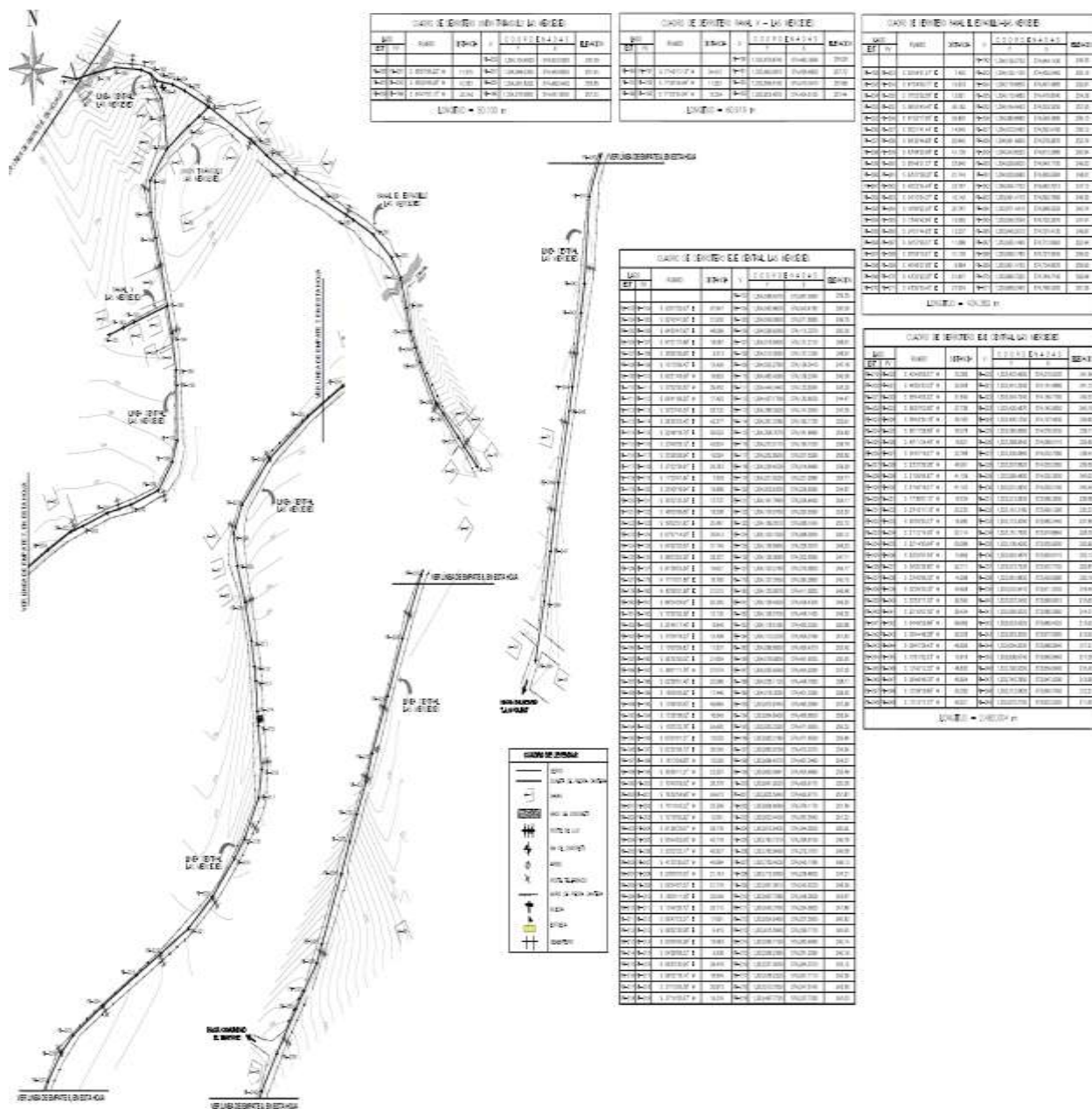
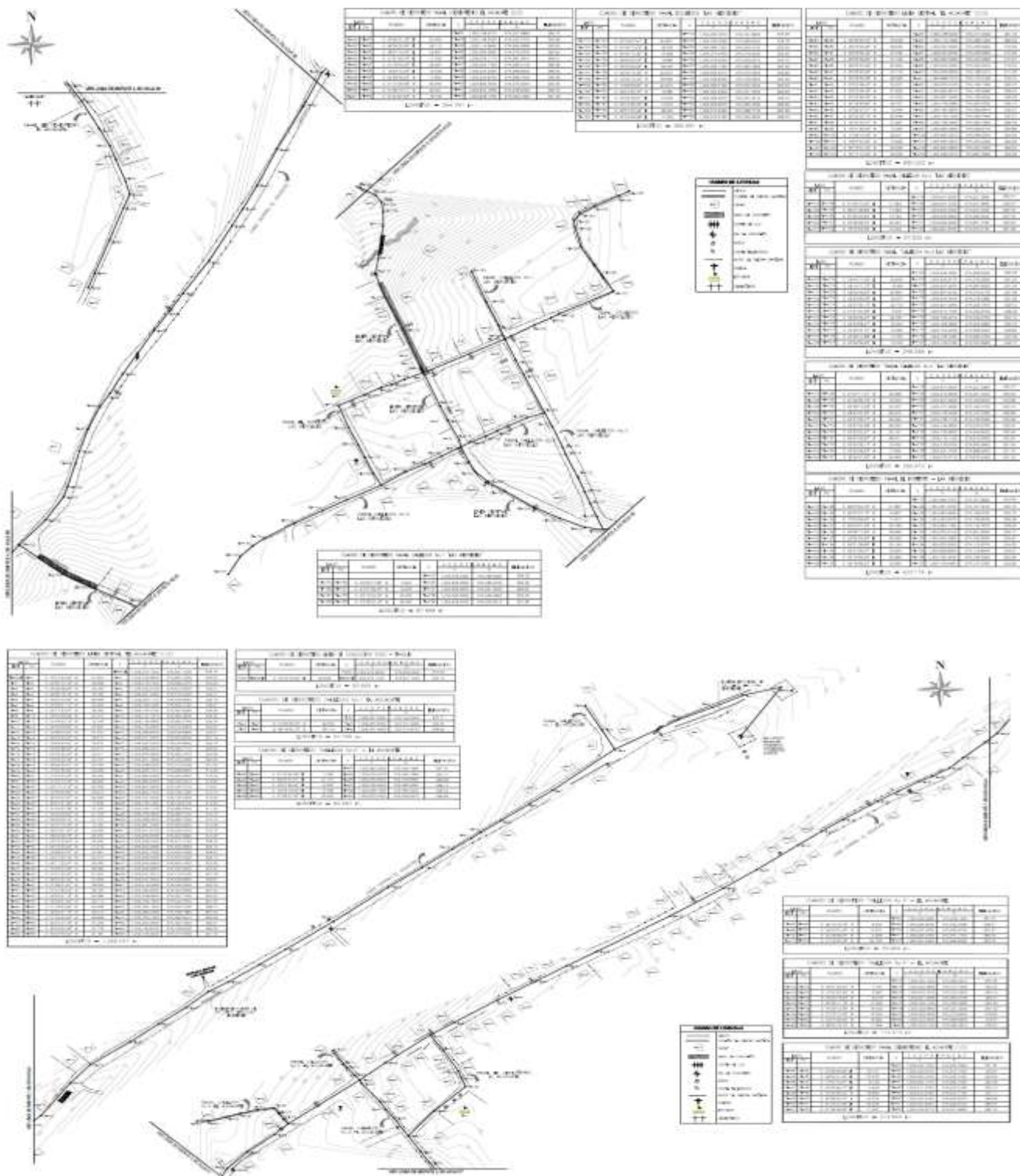


Figura 15 Plano topográfico

Plano topográfico



.3. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos utilizados.

Con base en los objetivos propuestos y el problema a resolver, el presente documento se realizará por medio de una investigación de tipo Analítica Aplicada, específicamente a proyecto del medio rural, la metodología a seguir está expresada de manera sintetizada a continuación.

- 1) Etapas de un proyecto
 - a. Actividades del estudio preliminar
 - b. Proyecto definitivo
- 2) Base de diseño
 - a. Período de diseño
 - b. Población de diseño
 - c. Selección del nivel de servicio
- 3) Sistema de abastecimiento de agua potable
 - a. Selección de la fuente de abastecimiento
 - b. Diseño de captaciones y Pozos profundos
 - c. Diseño de línea de conducción
 - d. Diseño de sistema de tratamiento
 - e. Diseño del almacenamiento
 - f. Diseño de la distribución de agua potable

La guía metodológica descrita, está basado bajo experiencia obtenida por los diferentes organismos que han venido impulsando los proyectos de agua potable y saneamiento rural en las diferentes zonas rurales del país, se han incluido los criterios más relevantes de diseño para que sirvan de guía a los diseñadores de dicho proyecto; lo que queda por mejorar, quitar, añadir o realizar cualquier cambio a la guía está sujeto a la diferencias situacionales de las localidades como: factores culturales, económicos y sociales.

Instrumentos de recopilación de datos

- ✓ Documentación técnica facilitada por la Alcaldía Municipal de Diriamba
 - Estudio topográfico
 - Estudio hidrológico
 - Estudio de calidad del agua
- ✓ Evaluación del sistema existente en la comunidad.

Técnicas para el procesamiento de datos

- ✓ Se hará un análisis de la información facilitada por la alcaldía municipal de Diriamba.
- ✓ Los datos obtenidos del análisis serán procesados mediante el programa Microsoft Excel, asignándoles un valor numérico, para clasificar la información.
- ✓ Los resultados serán procesados con el uso de técnicas de resumen, que permiten priorizar la información básica de interés para la redacción de este documento.
- ✓ Los datos del levantamiento topográfico se descargaron de estación total y se procesaron en el Programa Auto CAD.
- ✓ Los análisis Hidráulicos están evaluados y procesados en EPANET.

Técnicas de análisis de datos

- ✓ Análisis económico: Es la evaluación económica de la inversión para el financiamiento disponible para el proyecto.

.4. Marco jurídico, institucional y legal

.5. Normativas Nacionales

Nos regimos con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 09 007-19); Publicada en La Gaceta, Diario Oficial N°. 202 del 03 de noviembre de 2021.

La Autoridad Nacional del Agua (ANA), como Ente Rector de los recursos hídricos existentes en el país, elaboró la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable (NTON 09 007-19), la cual tiene por finalidad la regulación de los diseños de sistemas de abastecimiento de agua potable urbano y rural, en cumplimiento con criterios técnicos que garanticen calidad, cantidad y continuidad en la prestación del servicio.

- Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 09 007-19
- Normas CAPRE (Calidad del Agua de Consumo Humano)

.6. Procedimientos para el procesamiento y análisis de datos.

El diseño de un sistema de agua potable implica varias etapas, desde la evaluación inicial hasta la implementación final. El proceso comienza con la identificación de las necesidades de la población, la evaluación de las fuentes de agua disponibles y la selección del sistema de tratamiento adecuado. Se deben considerar factores como la calidad del agua, la cantidad necesaria, la topografía del terreno y los estándares de calidad del agua potable.

Etapas del diseño de un sistema de agua potable:

1. Evaluación y planificación:

- ✓ Estudio de la demanda: Determinar la cantidad de agua que se necesita, considerando la población actual y futura, el consumo per cápita y las necesidades especiales.

- ✓ Evaluación de las fuentes de agua: Identificar las fuentes disponibles (ríos, lagos, pozos, etc.) y analizar su calidad y cantidad.
- ✓ Reconocimiento del terreno: Realizar un levantamiento topográfico para conocer la elevación del terreno, la ubicación de las viviendas y otros elementos relevantes.
- ✓ Análisis de la situación actual: Evaluar la infraestructura existente, si la hay, para determinar si puede ser integrada o si se necesita una nueva.

2. Diseño del sistema:

- ✓ Selección del sistema de tratamiento: Elegir el tipo de tratamiento adecuado para la calidad del agua, considerando métodos físicos, químicos y biológicos.
- ✓ Diseño de la captación: Definir la forma de captar el agua de la fuente, considerando la ubicación, el tipo de estructura y los sistemas de bombeo si son necesarios.
- ✓ Diseño de la línea de conducción: Seleccionar el tipo de tubería, su diámetro y la ruta para transportar el agua desde la fuente hasta el tanque de almacenamiento.
- ✓ Diseño del tanque de almacenamiento: Determinar el volumen del tanque y su ubicación, considerando la capacidad necesaria para garantizar un suministro continuo.
- ✓ Diseño de la red de distribución: Seleccionar el tipo de tubería, su diámetro y la ruta para distribuir el agua a las viviendas.
- ✓ Dimensionamiento de los componentes: Calcular el tamaño de los componentes del sistema (bombas, tuberías, válvulas, etc.) para asegurar un flujo adecuado.

3. Construcción e implementación:

- ✓ Elaboración de planos y especificaciones: Crear planos detallados del sistema y definir las especificaciones técnicas para la construcción.
- ✓ Adquisición de materiales y equipos: Comprar los materiales y equipos necesarios para la construcción del sistema.

- ✓ Construcción de las obras: Realizar la construcción de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas.
- ✓ Instalación de los componentes: Instalar las bombas, tuberías, válvulas y otros componentes del sistema.
- ✓ Pruebas y puesta en marcha: Realizar pruebas para asegurar el correcto funcionamiento del sistema y ponerlo en marcha.

4. Operación y mantenimiento:

- ✓ Capacitación al personal: Capacitar al personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema.
- ✓ Monitoreo y control: Monitorear la calidad del agua y el funcionamiento del sistema.
- ✓ Mantenimiento preventivo y correctivo: Realizar mantenimiento periódico para prevenir fallas y repararlas si ocurren.

✓ **Discusión de Resultados**

El abastecimiento de agua potable provendrá de un pozo del cual se extraerá hasta un tanque de almacenamiento ubicado en la cota más alta de la comunidad, y luego se distribuirá por tuberías de distintos diámetros a la población.

.1. Análisis y Justificación de la tasa de crecimiento.

Con los datos obtenidos en el censo para el año 2024 con respecto al censo efectuado en el año 2017 en las comunidades El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de las Sierras, arroja un resultado de tasa de crecimiento de 1.94 %; esta tasa es menor a los rangos recomendados por las normas, se selecciona la tasa de 2.5 % que es el porcentaje según normativa de diseño, este se utilizará para el cálculo de la demanda de agua de la población de las comunidades El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de las Sierras.

La población actual de las comunidades El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de las Sierras, según censo realizado revela que tiene 1,222 habitantes, integrado por 597 mujeres y 625 hombres.

Tabla 13 Distribución de Población

| Comunidad(es) | El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de las Sierras | Total |
|------------------------|--|--------------|
| Cantidad de Habitantes | 1,222 | 1,222 |
| Cantidad de Viviendas | 309 | 309 |
| Hbs/Vivienda | 3.9 | 3.95 |

Fuente: Elaboración propia

En dichas comunidades existen 309 viviendas y un índice de habitantes por vivienda de 3.9 hbs/viv; cabe mencionar que estas comunidades cuentan con 3 escuelas donde imparten desde educación preescolar hasta estudios secundarios; y cuentan con 7 templos con diferentes credos religiosos. Incluyendo estas construcciones en total asciende a 319 edificaciones.

Tabla 14 Centros Escolares existentes en las comunidades con su población estudiantil y docente

| Comunidad | Escuela | Estudiantes (Preescolar) | Estudiantes (Primaria) | Estudiantes (Secundaria) | Docentes | Total |
|------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|----------|---------------|
| San Juan de la Sierra | Francisco Morazán | 43.00 | 64.00 | 0.00 | 5.00 | 112.00 |
| Las Mercedes | Gabriela Mistral | 12.00 | 44.00 | 78.00 | 9.00 | 143.00 |
| El Aguacate | Simón Bolívar | 15.00 | 46.00 | 0.00 | 3.00 | 64.00 |
| Total Comunidad Estudiantil | | | | | | 319.00 |

Fuente: Elaboración propia

Considerando la tasa de crecimiento poblacional, las costumbres y el nivel de vida que caracteriza a las comunidades, se utilizará una dotación de 60 lppd, (litros por persona día) correspondiente a conexiones domiciliarias de patio. Este dato se toma a partir de la normativa NTON 009 007-19 el cual establece que la dotación será establecida para el ítem 6.2.1.4 Población rural dispersa. La dotación estudiantil es de 32 litros/alumnos/días tomado de la normativa.

En base a esta proyección se estima una población de 2,321 personas para el final del periodo de diseño establecido (20 años).

En base a esta información y con la tasa de crecimiento adoptada, se realiza la siguiente tabla de proyección poblacional:

Tabla 15 Proyección Poblacional

| Año | Po | Po. Estudiantil | (1+r) n | n | Población Proyectada | Población estudiantil | Población total |
|------|------|-----------------|---------|----|----------------------|-----------------------|-----------------|
| 2025 | 1222 | 319 | 1.00 | 0 | 1,222 | 319 | 1,541 |
| 2026 | 1222 | 319 | 1.03 | 1 | 1,253 | 319 | 1,572 |
| 2027 | 1222 | 319 | 1.05 | 2 | 1,284 | 319 | 1,603 |
| 2028 | 1222 | 319 | 1.08 | 3 | 1,316 | 319 | 1,635 |
| 2029 | 1222 | 319 | 1.10 | 4 | 1,349 | 319 | 1,668 |
| 2030 | 1222 | 319 | 1.13 | 5 | 1,383 | 319 | 1,702 |
| 2031 | 1222 | 319 | 1.16 | 6 | 1,417 | 319 | 1,736 |
| 2032 | 1222 | 319 | 1.19 | 7 | 1,453 | 319 | 1,772 |
| 2033 | 1222 | 319 | 1.22 | 8 | 1,489 | 319 | 1,808 |
| 2034 | 1222 | 319 | 1.25 | 9 | 1,526 | 319 | 1,845 |
| 2035 | 1222 | 319 | 1.28 | 10 | 1,564 | 319 | 1,883 |
| 2036 | 1222 | 319 | 1.31 | 11 | 1,603 | 319 | 1,922 |
| 2037 | 1222 | 319 | 1.34 | 12 | 1,643 | 319 | 1,962 |
| 2038 | 1222 | 319 | 1.38 | 13 | 1,685 | 319 | 2,004 |
| 2039 | 1222 | 319 | 1.41 | 14 | 1,727 | 319 | 2,046 |
| 2040 | 1222 | 319 | 1.45 | 15 | 1,770 | 319 | 2,089 |
| 2041 | 1222 | 319 | 1.48 | 16 | 1,814 | 319 | 2,133 |
| 2042 | 1222 | 319 | 1.52 | 17 | 1,859 | 319 | 2,178 |
| 2043 | 1222 | 319 | 1.56 | 18 | 1,906 | 319 | 2,225 |
| 2044 | 1222 | 319 | 1.60 | 19 | 1,954 | 319 | 2,273 |
| 2045 | 1222 | 319 | 1.64 | 20 | 2,002 | 319 | 2,321 |

Fuente: Elaboración propia

.2. Proyección y Análisis de demanda.

Para el cálculo y proyección de la demanda, se aplicarán los valores de la Dotación para Consumo Doméstico, determinados según lo estipulado en la Norma NTON 09 007-19 Diseño de sistemas De abastecimiento Agua potable.

Consumo Promedio diario (CPD) = Población Proyectada (P) x Dotación (D)

Es el producto de multiplicar la Población a servir por la Dotación $CPD = P * D$; en donde:

Consumo Domiciliar (CD) = Población Proyectada (P) x Dotación (D).

Consumo Promedio Diario Total (CPDT)

Es la sumatoria entre el Consumo Promedio Diario más las Pérdidas de Agua.

Consumo Promedio Diario Total (CPDT)= CPD + PA

PA= 20% del CPD

Consumo de Máximo Día (CMD)

Es el producto de multiplicar un índice de 1.5 por el Consumo Promedio Diario Total.

Consumo de Máximo Día (CMD)= 1.5 x CPDT.

Consumo de Máxima Hora (CMH)

Es el producto de multiplicar un índice de 2.5 por el consumo promedio diario total.

Consumo de Máxima Hora = 2.5 x CPDT.

Tabla 16 Proyección del Consumo

| Año | Población total | Estimación de Caudales | | | | | | | | | | Almacenamiento | |
|------|-----------------|------------------------|---------------------|------------|-------------------------|---------------|------|------------|------|------------|------|----------------|-------|
| | | CPD | Q Centros escolares | Consumo | Perdidas en el sistemas | Demanda(CPTD) | | CMD | | CMH | | | |
| | | PobD.*Dota. | PobE.*Dota. | Promedio | 0.2 * CP | Total | | l/d | l/s | l/d | l/s | lt | m³ |
| | | l/d | l/d | l/d | l/d | l/d | l/s | | | | | | |
| 2025 | 1,541 | 73,320.00 | 10,208.00 | 83,528.00 | 16,705.60 | 100,233.60 | 1.16 | 150,350.40 | 1.74 | 250,594.00 | 2.90 | 35,081.76 | 35.08 |
| 2026 | 1,572 | 75,153.00 | 10,208.00 | 85,361.00 | 17,072.20 | 102,433.20 | 1.19 | 153,649.80 | 1.78 | 256,083.00 | 2.96 | 35,851.62 | 35.85 |
| 2027 | 1,603 | 77,031.83 | 10,208.00 | 87,239.83 | 17,447.97 | 104,687.79 | 1.21 | 157,031.69 | 1.82 | 261,719.48 | 3.03 | 36,640.73 | 36.64 |
| 2028 | 1,635 | 78,957.62 | 10,208.00 | 89,165.62 | 17,833.12 | 106,998.74 | 1.24 | 160,498.12 | 1.86 | 267,496.86 | 3.10 | 37,449.56 | 37.45 |
| 2029 | 1,668 | 80,931.56 | 10,208.00 | 91,139.56 | 18,227.91 | 109,367.47 | 1.27 | 164,051.21 | 1.90 | 273,418.68 | 3.16 | 38,278.62 | 38.28 |
| 2030 | 1,702 | 82,954.85 | 10,208.00 | 93,162.85 | 18,632.57 | 111,795.42 | 1.29 | 167,693.13 | 1.94 | 279,488.55 | 3.23 | 39,128.40 | 39.13 |
| 2031 | 1,736 | 85,028.72 | 10,208.00 | 95,236.72 | 19,047.34 | 114,284.07 | 1.32 | 171,426.10 | 1.98 | 285,710.16 | 3.31 | 39,999.42 | 40.00 |
| 2032 | 1,772 | 87,154.44 | 10,208.00 | 97,362.44 | 19,472.49 | 116,834.93 | 1.35 | 175,252.39 | 2.03 | 292,087.32 | 3.38 | 40,892.22 | 40.89 |
| 2033 | 1,808 | 89,333.30 | 10,208.00 | 99,541.30 | 19,908.26 | 119,449.56 | 1.38 | 179,174.34 | 2.07 | 298,623.90 | 3.46 | 41,807.35 | 41.81 |
| 2034 | 1,845 | 91,566.63 | 10,208.00 | 101,774.63 | 20,354.93 | 122,129.56 | 1.41 | 183,194.34 | 2.12 | 305,323.90 | 3.53 | 42,745.35 | 42.75 |
| 2035 | 1,883 | 93,855.80 | 10,208.00 | 104,063.80 | 20,812.76 | 124,876.56 | 1.45 | 187,314.84 | 2.17 | 312,191.40 | 3.61 | 43,706.80 | 43.71 |
| 2036 | 1,922 | 96,202.19 | 10,208.00 | 106,410.19 | 21,282.04 | 127,692.23 | 1.48 | 191,538.35 | 2.22 | 319,230.58 | 3.69 | 44,692.28 | 44.69 |
| 2037 | 1,962 | 98,607.25 | 10,208.00 | 108,815.25 | 21,763.05 | 130,578.30 | 1.51 | 195,867.45 | 2.27 | 326,445.75 | 3.78 | 45,702.40 | 45.70 |
| 2038 | 2,004 | 101,072.43 | 10,208.00 | 111,280.43 | 22,256.09 | 133,536.52 | 1.55 | 200,304.77 | 2.32 | 333,841.29 | 3.86 | 46,737.78 | 46.74 |
| 2039 | 2,046 | 103,599.24 | 10,208.00 | 113,807.24 | 22,761.45 | 136,568.69 | 1.58 | 204,853.03 | 2.37 | 341,421.72 | 3.95 | 47,799.04 | 47.80 |
| 2040 | 2,089 | 106,189.22 | 10,208.00 | 116,397.22 | 23,279.44 | 139,676.67 | 1.62 | 209,515.00 | 2.42 | 349,191.66 | 4.04 | 48,886.83 | 48.89 |
| 2041 | 2,133 | 108,843.95 | 10,208.00 | 119,051.95 | 23,810.39 | 142,862.34 | 1.65 | 214,293.51 | 2.48 | 357,156.86 | 4.13 | 50,001.82 | 50.00 |
| 2042 | 2,178 | 111,565.05 | 10,208.00 | 121,773.05 | 24,354.61 | 146,127.66 | 1.69 | 219,191.49 | 2.54 | 365,319.15 | 4.23 | 51,144.68 | 51.14 |
| 2043 | 2,225 | 114,354.18 | 10,208.00 | 124,562.18 | 24,912.44 | 149,474.61 | 1.73 | 224,211.92 | 2.60 | 373,686.53 | 4.33 | 52,316.11 | 52.32 |
| 2044 | 2,273 | 117,213.03 | 10,208.00 | 127,421.03 | 25,484.21 | 152,905.24 | 1.77 | 229,357.86 | 2.65 | 382,263.09 | 4.42 | 53,516.83 | 53.52 |
| 2045 | 2,321 | 120,143.36 | 10,208.00 | 130,351.36 | 26,076.27 | 156,421.63 | 1.81 | 234,632.44 | 2.72 | 391,054.07 | 4.53 | 54,747.57 | 54.75 |

| | |
|-------------------------|-------|
| Demanda Total CPD (l/s) | 1.81 |
| CMD | 2.72 |
| CMH | 4.53 |
| Tanque m³ | 54.75 |

| | |
|-------------------------|-------|
| Demanda Total CPD (G/M) | 28.70 |
| CMD | 43.05 |
| CMH | 71.75 |

Fuente: Elaboración propia

El Consumo máximo día (CMD) es de 2.72 L/s equivalente a 43.05 gpm y el consumo máximo hora (CMH) es de 4.53 L/s equivalente a 71.75 gpm.

Tabla 17 Capacidad de volumen útil de almacenamiento por quinquenio

| Año | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | Se adopta el uso por disponibilidad |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------------------------|
| m ³ | 35.1 | 39.1 | 43.7 | 48.9 | 54.7 | 54.75 |
| litros | 35,081.76 | 39,128.40 | 43,706.80 | 48,886.83 | 54,747.57 | 54,747.57 |
| Gal | 9,268.63 | 10,337.76 | 11,547.37 | 12,915.94 | 14,464.35 | 14,464.35 |

| Año de Proyección | | | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|--------------------------|-------------------|----------------|---------|----------|----------|----------|----------|
| Fuente de Abastecimiento | CMD | l/s | 1.74 | 1.94 | 2.17 | 2.42 | 2.72 |
| | | gpm | 27.58 | 30.76 | 34.36 | 38.44 | 43.04 |
| Almacenamiento | Volumen (35% CPD) | m ³ | 35.08 | 39.13 | 43.71 | 48.89 | 54.75 |
| | | gln | 9267.62 | 10336.63 | 11546.11 | 12914.53 | 14462.78 |
| Red de Distribución | CMH | l/s | 2.90 | 3.23 | 3.61 | 4.04 | 4.53 |
| | | gpm | 45.97 | 51.27 | 57.27 | 64.06 | 71.74 |

Fuente: Elaboración propia

La proyección del volumen útil de almacenamiento demandado por la población al final del período de diseño corresponde al 35% aplicable al CPDT.

El volumen útil de almacenamiento proyectado para el final del periodo de diseño se ha calculado en 54.75 m³. Ver tabla No 17; se muestran los volúmenes útiles de almacenamiento por quinquenio.

En referencia a la red de distribución, en las conexiones de patio se ha adoptado 71.74 gpm para almacenamiento principal de agua.

Balance Oferta – Demanda

Basados en el mapa geológico⁴, en el área del Proyecto prevalece la Formación las Sierras, que en dependencia del grado de su consolidación y estructura se esperan transmisividades de moderada a alta, con rango de transmisividades entre 10 m²/d a 100 m²/d, se esperan caudales entre 70 gpm a 120 gpm.

⁴ Estudio de hidrogeológico proporcionado por la alcaldía, 2024

De acuerdo con los datos de estudio geológico se puede obtener una disponibilidad estimada entre 70 gpm a 120 gpm, que es mayor a la demandada requerida de agua potable en las comunidades hasta el final del periodo de diseño (año 20) cuantificada en 43.05 gpm para la Demanda de Máximo día (DMD) y 71.75 gpm para el requerimiento de consumo Máxima Hora (CMH), para una dotación de servicio de 60 lppd correspondiente a un nivel de servicio de conexiones de patio.

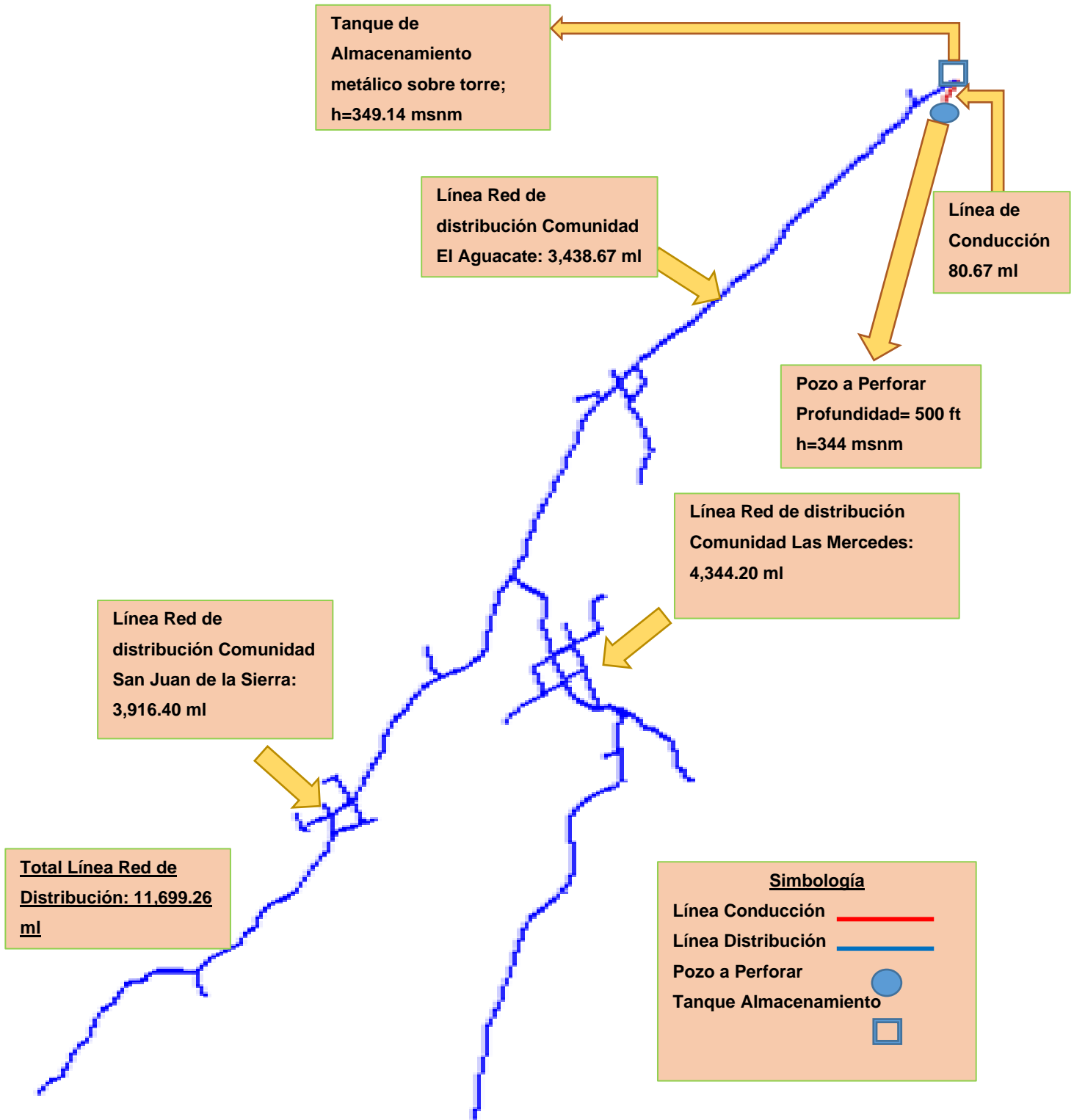
.3. Análisis Hidráulico.

El diseño de un sistema de agua potable implica varias etapas, desde la evaluación inicial hasta la implementación final. El proceso comienza con la identificación de las necesidades de la población, la evaluación de las fuentes de agua disponibles y la selección del sistema de tratamiento adecuado. Se deben considerar factores como la calidad del agua, la cantidad necesaria, la topografía del terreno y los estándares de calidad del agua potable

Actualmente la comunidad no cuenta con servicio de abastecimiento de agua potable continuó, con el objetivo de dar cumplimiento en la búsqueda de alternativas y soluciones se procedió a realizar la modelación hidráulica de red de distribución con cobertura para las comunidades El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de las Sierras.

En los mini acueductos por bombeo eléctrico con pozos perforados la población a servir estará en dependencia de las características de la población objeto del estudio, el tipo y configuración de la comunidad y las características tecnológicas de las instalaciones a establecerse.

Figura 16 Esquema de Red Hidráulica Comunidades El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra



Fuente: Elaboración propia

Datos para la simulación hidráulica

Se consideraron los siguientes valores obtenidos del plano topográfico para realizar la simulación hidráulica:

Tabla 18 1. A.- Para la Red de distribución:

| CÁLCULO DE DEMANDA POR NODOS LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN - CMH | | | | | | | |
|---|--------|-----------|---------------------------|--------------|--------|----------|-----------|
| RAMAL LÍNEA CENTRAL : DEL - TANQUE AL PI-103 (EMPALME LAS MERCEDES Y SAN JUAN DE LA SIERRA) | | | | | | | |
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | N°. EDIFICIO | NODO | Qd (lps) | ELEV. (m) |
| | | | | | TANQUE | | 340.14 |
| TANQUE | PI-1 | 41.65 | 0.0142 | | PI-1 | - | 346.25 |
| PI-1 | PI-2 | 36.70 | 0.0142 | | PI-2 | - | 344.62 |
| PI-2 | PI-3 | 39.18 | 0.0142 | 1 | PI-3 | 0.01 | 342.21 |
| PI-3 | PI-4 | 79.76 | 0.0142 | 2 | PI-4 | 0.03 | 340.71 |
| PI-4 | PI-7 | 86.70 | 0.0142 | 2 | PI-7 | 0.03 | 339.18 |
| PI-7 | PI-8 | 30.45 | 0.0142 | | PI-8 | - | 338.21 |
| PI-8 | PI-9 | 38.36 | 0.0142 | | PI-9 | - | 336.56 |
| PI-9 | PI-10 | 27.01 | 0.0142 | | PI-10 | - | 335.60 |
| PI-10 | PI-11 | 12.75 | 0.0142 | | PI-11 | - | 335.24 |
| PI-11 | PI-12 | 24.70 | 0.0142 | | PI-12 | - | 334.44 |
| PI-12 | PI-13 | 41.44 | 0.0142 | 4 | PI-13 | 0.06 | 333.01 |
| PI-13 | PI-14 | 45.28 | 0.0142 | | PI-14 | - | 331.19 |
| PI-14 | PI-15 | 74.68 | 0.0142 | | PI-15 | - | 329.16 |
| PI-15 | PI-16 | 63.52 | 0.0142 | | PI-16 | - | 326.54 |
| PI-16 | PI-17 | 35.61 | 0.0142 | | PI-17 | - | 324.89 |
| PI-17 | PI-18 | 40.18 | 0.0142 | 1 | PI-18 | 0.01 | 322.65 |
| PI-18 | PI-19 | 24.70 | 0.0142 | | PI-19 | - | 321.53 |
| PI-19 | PI-20 | 32.84 | 0.0142 | 1 | PI-20 | 0.01 | 319.99 |
| PI-20 | PI-21 | 36.43 | 0.0142 | | PI-21 | - | 318.39 |
| PI-21 | PI-22 | 38.84 | 0.0142 | | PI-22 | - | 316.90 |
| PI-22 | PI-23 | 52.79 | 0.0142 | 1 | PI-23 | 0.01 | 315.61 |
| PI-23 | PI-24 | 32.61 | 0.0142 | 1 | PI-24 | 0.01 | 314.10 |
| PI-24 | PI-25 | 55.29 | 0.0142 | 1 | PI-25 | 0.01 | 313.24 |
| PI-25 | PI-26 | 17.51 | 0.0142 | | PI-26 | - | 312.83 |
| PI-26 | PI-27 | 31.23 | 0.0142 | | PI-27 | - | 311.20 |
| PI-27 | PI-28 | 21.15 | 0.0142 | 3 | PI-28 | 0.04 | 310.15 |
| PI-28 | PI-29 | 21.78 | 0.0142 | | PI-29 | - | 310.15 |
| PI-29 | PI-30 | 15.16 | 0.0142 | | PI-30 | - | 310.38 |
| PI-30 | PI-31 | 25.63 | 0.0142 | | PI-31 | - | 310.70 |
| PI-31 | PI-32 | 26.35 | 0.0142 | 4 | PI-32 | 0.06 | 310.26 |
| PI-32 | PI-33 | 44.53 | 0.0142 | | PI-33 | - | 309.79 |
| PI-33 | PI-34 | 27.02 | 0.0142 | | PI-34 | - | 309.15 |
| PI-34 | PI-35 | 31.96 | 0.0142 | | PI-35 | - | 308.43 |
| PI-35 | PI-36 | 55.73 | 0.0142 | 7 | PI-36 | 0.10 | 306.10 |
| PI-36 | PI-37 | 43.41 | 0.0142 | | PI-37 | - | 303.56 |
| PI-37 | PI-38 | 66.46 | 0.0142 | 10 | PI-38 | 0.14 | 300.40 |
| PI-38 | PI-39 | 91.70 | 0.0142 | 6 | PI-39 | 0.09 | 297.78 |
| PI-39 | PI-40 | 37.63 | 0.0142 | | PI-40 | - | 296.81 |
| PI-40 | PI-41 | 38.78 | 0.0142 | | PI-41 | - | 295.76 |
| PI-41 | PI-42 | 46.19 | 0.0142 | | PI-42 | - | 294.43 |
| PI-42 | PI-43 | 56.59 | 0.0142 | | PI-43 | - | 292.52 |
| PI-43 | PI-44 | 30.11 | 0.0142 | 9 | PI-44 | 0.13 | 291.24 |
| PI-44 | PI-63 | 60.47 | 0.0142 | | PI-63 | - | 288.74 |
| PI-63 | PI-64 | 36.51 | 0.0142 | 5 | PI-64 | 0.07 | 287.33 |
| PI-64 | PI-73 | 96.83 | 0.0142 | 4 | PI-73 | 0.06 | 284.02 |
| PI-73 | PI-82 | 21.04 | 0.0142 | | PI-82 | - | 283.51 |
| PI-82 | PI-83 | 37.78 | 0.0142 | 2 | PI-83 | 0.03 | 282.20 |
| PI-83 | PI-84 | 31.18 | 0.0142 | 1 | PI-84 | 0.01 | 281.18 |
| PI-84 | PI-85 | 43.45 | 0.0142 | | PI-85 | - | 280.03 |
| PI-85 | PI-86 | 58.94 | 0.0142 | | PI-86 | - | 278.36 |
| PI-86 | PI-87 | 47.44 | 0.0142 | | PI-87 | - | 277.60 |
| PI-87 | PI-88 | 31.13 | 0.0142 | | PI-88 | - | 277.07 |
| PI-88 | PI-89 | 23.66 | 0.0142 | | PI-89 | - | 275.34 |
| PI-89 | PI-90 | 47.72 | 0.0142 | | PI-90 | - | 271.06 |
| PI-90 | PI-91 | 48.03 | 0.0142 | | PI-91 | - | 270.31 |
| PI-91 | PI-92 | 25.46 | 0.0142 | | PI-92 | - | 269.72 |
| PI-92 | PI-93 | 27.92 | 0.0142 | | PI-93 | - | 268.52 |
| PI-93 | PI-94 | 61.03 | 0.0142 | | PI-94 | - | 268.39 |
| PI-94 | PI-95 | 26.77 | 0.0142 | | PI-95 | - | 269.15 |
| PI-95 | PI-96 | 19.07 | 0.0142 | | PI-96 | - | 269.07 |
| PI-96 | PI-97 | 19.07 | 0.0142 | | PI-97 | - | 267.61 |
| PI-97 | PI-98 | 19.07 | 0.0142 | | PI-98 | - | 266.46 |
| PI-98 | PI-99 | 19.07 | 0.0142 | | PI-99 | - | 265.88 |
| PI-99 | PI-100 | 19.07 | 0.0142 | | PI-100 | - | 264.05 |
| PI-100 | PI-101 | 19.07 | 0.0142 | 1 | PI-101 | 0.01 | 262.96 |
| PI-101 | PI-102 | 33.66 | 0.0142 | | PI-102 | - | 260.97 |
| PI-102 | PI-103 | 40.43 | 0.0142 | 1 | PI-103 | 0.01 | 259.35 |
| RAMAL LÍNEA CENTRAL : DEL - TANQUE AL PI-103 (EMPALME LAS MERCEDES Y SAN JUAN DE LA SIERRA) | | 2,638.22 | | 67.00 | | 0.95 | |

Tabla 19 Para la Red de distribución:

| RAMAL: PI-44 AL PI-62 (HACIA CEMENTERIO) | | | | | | | |
|--|-------|-----------|---------------------------|-------------|-------|----------|-----------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | N°.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) | ELEV. (m) |
| | | | - | - | PI-44 | - | 291.24 |
| PI-44 | PI-45 | 25.73 | 0.0142 | | PI-45 | - | 293.61 |
| PI-45 | PI-46 | 32.57 | 0.0142 | 4 | PI-46 | 0.06 | 293.64 |
| PI-46 | PI-47 | 8.73 | 0.0142 | | PI-47 | - | 292.49 |
| PI-47 | PI-48 | 13.64 | 0.0142 | 1 | PI-48 | 0.01 | 293.15 |
| PI-48 | PI-49 | 46.85 | 0.0142 | 1 | PI-49 | 0.01 | 291.11 |
| PI-49 | PI-50 | 44.53 | 0.0142 | 4 | PI-50 | 0.06 | 289.66 |
| PI-50 | PI-51 | 25.23 | 0.0142 | | PI-51 | - | 288.37 |
| PI-51 | PI-52 | 17.57 | 0.0142 | | PI-52 | - | 286.10 |
| PI-52 | PI-53 | 23.41 | 0.0142 | | PI-53 | - | 283.96 |
| PI-53 | PI-54 | 38.11 | 0.0142 | | PI-54 | - | 283.00 |
| PI-54 | PI-55 | 22.66 | 0.0142 | 1 | PI-55 | 0.01 | 282.92 |
| PI-55 | PI-56 | 17.20 | 0.0142 | | PI-56 | - | 284.51 |
| PI-56 | PI-57 | 28.27 | 0.0142 | | PI-57 | - | 286.58 |
| PI-57 | PI-58 | 16.24 | 0.0142 | 3 | PI-58 | 0.04 | 286.26 |
| PI-58 | PI-59 | 17.80 | 0.0142 | | PI-59 | - | 285.26 |
| PI-59 | PI-60 | 40.04 | 0.0142 | | PI-60 | - | 283.56 |
| PI-60 | PI-61 | 42.32 | 0.0142 | | PI-61 | - | 282.75 |
| PI-61 | PI-62 | 18.75 | 0.0142 | 3 | PI-62 | 0.04 | 281.78 |
| RAMAL: PI-44 AL PI-62 (HACIA CEMENTERIO) | | 479.64 | | 17.00 | | 0.24 | |

Tabla 20 Para la Red de distribución:

| RAMAL No 1 El Aguacate: DEL PI-4 AL PI-6 | | | | | | | |
|--|------|-----------|---------------------------|-------------|------|----------|-----------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | N°.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) | ELEV. (m) |
| PI-4 | PI-5 | 29.59 | 0.0142 | - | PI-5 | - | 339.25 |
| PI-5 | PI-6 | 38.11 | 0.0142 | 2 | PI-6 | 0.03 | 338.42 |
| RAMAL No 1 | | 67.71 | | 2.00 | | 0.03 | |

Tabla 21 Para la Red de distribución:

| RAMAL No 2 El Aguacate: PI-64 AL PI-50 | | | | | | | |
|--|-------|-----------|---------------------------|-------------|-------|----------|-----------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | N°.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) | ELEV. (m) |
| PI-64 | PI-65 | 5.39 | 0.0142 | - | PI-65 | - | 287.17 |
| PI-65 | PI-66 | 31.18 | 0.0142 | - | PI-66 | - | 288.86 |
| PI-66 | PI-67 | 12.59 | 0.0142 | - | PI-67 | - | 289.17 |
| PI-67 | PI-68 | 14.49 | 0.0142 | - | PI-68 | - | 289.44 |
| PI-68 | PI-50 | 29.06 | 0.0142 | - | PI-50 | - | 289.66 |
| RAMAL No 2 El Aguacate: PI-64 AL PI-50 | | 92.70 | | - | | - | |

Tabla 22 Para la Red de distribución:

| RAMAL No 3 El Aguacate: PI-73 AL PI-81 | | | | | | | |
|--|-------|-----------|---------------------------|-------------|-------|----------|-----------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | Nº.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) | ELEV. (m) |
| PI-64 | PI-69 | 8.66 | 0.0142 | - | PI-69 | - | 288.21 |
| PI-69 | PI-70 | 13.20 | 0.0142 | - | PI-70 | - | 287.37 |
| PI-70 | PI-71 | 5.96 | 0.0142 | - | PI-71 | - | 286.70 |
| PI-71 | PI-72 | 22.18 | 0.0142 | 1.00 | PI-72 | 0.01 | 283.72 |
| RAMAL No 3 El Aguacate: PI-73 AL PI-81 | | 49.99 | | 1.00 | | 0.01 | |

Tabla 23 Para la Red de distribución:

| RAMAL No 4 El Aguacate: PI-64 AL PI-72 | | | | | | | |
|--|-------|-----------|---------------------------|-------------|-------|----------|-----------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | Nº.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) | ELEV. (m) |
| PI-73 | PI-74 | 7.76 | 0.0142 | - | PI-74 | - | 285.05 |
| PI-74 | PI-75 | 9.90 | 0.0142 | | PI-75 | - | 284.10 |
| PI-75 | PI-76 | 8.22 | 0.0142 | | PI-76 | - | 283.41 |
| PI-76 | PI-77 | 17.70 | 0.0142 | 1.00 | PI-77 | 0.01 | 282.38 |
| PI-77 | PI-78 | 19.43 | 0.0142 | | PI-78 | - | 281.03 |
| PI-78 | PI-79 | 16.05 | 0.0142 | | PI-79 | - | 279.85 |
| PI-79 | PI-80 | 19.88 | 0.0142 | | PI-80 | - | 279.31 |
| PI-80 | PI-81 | 11.48 | 0.0142 | 1.00 | PI-81 | 0.01 | 278.52 |
| RAMAL No 4 El Aguacate: PI-64 AL PI-72 | | 110.42 | | 2.00 | | 0.03 | |

Tabla 24 Para la Red de distribución:

| RAMAL LÍNEA CENTRAL LAS MERCEDES : DEL PI-103 AL PI-249 | | | | | | | |
|---|-------|-----------|---------------------------|-------------|-------|----------|-----------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | N°.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) | ELEV. (m) |
| PI103 | PI104 | 57.947 | 0.0142 | | PI104 | | 250.59 |
| PI104 | PI105 | 32 | 0.0142 | | PI105 | - | 249.79 |
| PI105 | PI106 | 48 | 0.0142 | | PI106 | - | 250.26 |
| PI106 | PI107 | 18 | 0.0142 | 2 | PI107 | 0.03 | 249.61 |
| PI107 | PI108 | 10 | 0.0142 | 2 | PI108 | 0.03 | 248.81 |
| PI108 | PI109 | 12 | 0.0142 | | PI109 | - | 247.18 |
| PI109 | PI110 | 17 | 0.0142 | | PI110 | - | 245.09 |
| PI110 | PI111 | 39 | 0.0142 | | PI111 | - | 243.29 |
| PI111 | PI112 | 17 | 0.0142 | 1 | PI112 | 0.01 | 244.47 |
| PI112 | PI113 | 30 | 0.0142 | | PI113 | - | 247.35 |
| PI113 | PI114 | 42 | 0.0142 | | PI114 | - | 250.91 |
| PI114 | PI115 | 56 | 0.0142 | 5 | PI115 | 0.07 | 254.90 |
| PI115 | PI116 | 43 | 0.0142 | | PI116 | - | 256.76 |
| PI116 | PI117 | 20 | 0.0142 | | PI117 | - | 256.80 |
| PI117 | PI118 | 26 | 0.0142 | 3 | PI118 | 0.04 | 256.29 |
| PI118 | PI119 | 8 | 0.0142 | | PI119 | - | 255.77 |
| PI119 | PI120 | 20 | 0.0142 | | PI120 | - | 254.87 |
| PI120 | PI121 | 14 | 0.0142 | | PI121 | - | 254.11 |
| PI121 | PI122 | 18 | 0.0142 | 1 | PI122 | 0.01 | 253.50 |
| PI122 | PI123 | 20 | 0.0142 | | PI123 | - | 252.70 |
| PI123 | PI124 | 36 | 0.0142 | | PI124 | - | 250.12 |
| PI124 | PI125 | 31 | 0.0142 | | PI125 | - | 248.23 |
| PI125 | PI126 | 28 | 0.0142 | 1 | PI126 | 0.01 | 247.11 |
| PI126 | PI127 | 20 | 0.0142 | | PI127 | - | 246.17 |
| PI127 | PI179 | 19 | 0.0142 | | PI179 | - | 245.15 |
| PI179 | PI180 | 21 | 0.0142 | | PI180 | - | 246.48 |
| PI180 | PI181 | 25 | 0.0142 | | PI181 | - | 248.25 |
| PI181 | PI182 | 10 | 0.0142 | | PI182 | - | 249.30 |
| PI182 | PI183 | 9 | 0.0142 | | PI183 | - | 250.88 |
| PI183 | PI184 | 10 | 0.0142 | | PI184 | - | 251.83 |
| PI184 | PI185 | 12 | 0.0142 | | PI185 | - | 253.42 |
| PI185 | PI186 | 22 | 0.0142 | 1 | PI186 | 0.01 | 255.65 |
| PI186 | PI187 | 27 | 0.0142 | 3 | PI187 | 0.04 | 257.05 |
| PI187 | PI188 | 21 | 0.0142 | | PI188 | - | 258.11 |
| PI188 | PI189 | 17 | 0.0142 | | PI189 | - | 258.65 |
| PI189 | PI190 | 47 | 0.0142 | 2 | PI190 | 0.03 | 257.28 |
| PI190 | PI194 | 19 | 0.0142 | | PI194 | - | 256.94 |
| PI194 | PI195 | 25 | 0.0142 | 3 | PI195 | 0.04 | 256.32 |
| PI195 | PI196 | 10 | 0.0142 | | PI196 | - | 255.96 |
| PI196 | PI197 | 37 | 0.0142 | | PI197 | - | 254.94 |
| PI197 | PI198 | 15 | 0.0142 | | PI198 | - | 254.57 |
| PI198 | PI199 | 23 | 0.0142 | | PI199 | - | 253.48 |
| PI199 | PI200 | 28 | 0.0142 | | PI200 | - | 252.26 |
| PI200 | PI201 | 25 | 0.0142 | | PI201 | - | 251.87 |
| PI201 | PI202 | 25 | 0.0142 | | PI202 | - | 251.36 |

| | | | | | | | |
|---|--------|-----------------|--------|--------------|--------|-------------|--------|
| PI-202 | PI-203 | 12 | 0.0142 | | PI-203 | - | 251.22 |
| PI-203 | PI-204 | 26 | 0.0142 | | PI-204 | - | 250.62 |
| PI-204 | PI-205 | 40 | 0.0142 | 1 | PI-205 | 0.01 | 249.78 |
| PI-205 | PI-206 | 47 | 0.0142 | | PI-206 | - | 249.08 |
| PI-206 | PI-207 | 41 | 0.0142 | | PI-207 | - | 248.13 |
| PI-207 | PI-208 | 21 | 0.0142 | | PI-208 | - | 247.21 |
| PI-208 | PI-209 | 22 | 0.0142 | | PI-209 | - | 246.09 |
| PI-209 | PI-210 | 25 | 0.0142 | | PI-210 | - | 243.87 |
| PI-210 | PI-211 | 26 | 0.0142 | | PI-211 | - | 241.68 |
| PI-211 | PI-212 | 18 | 0.0142 | 3 | PI-212 | 0.04 | 240.90 |
| PI-212 | PI-213 | 9 | 0.0142 | | PI-213 | - | 240.63 |
| PI-213 | PI-214 | 20 | 0.0142 | | PI-214 | - | 240.14 |
| PI-214 | PI-215 | 10 | 0.0142 | | PI-215 | - | 240.19 |
| PI-215 | PI-216 | 29 | 0.0142 | | PI-216 | - | 242.12 |
| PI-216 | PI-217 | 19 | 0.0142 | | PI-217 | - | 243.26 |
| PI-217 | PI-218 | 31 | 0.0142 | | PI-218 | - | 243.66 |
| PI-218 | PI-219 | 16 | 0.0142 | | PI-219 | - | 243.03 |
| PI-219 | PI-220 | 33 | 0.0142 | | PI-220 | - | 241.94 |
| PI-220 | PI-221 | 32 | 0.0142 | | PI-221 | - | 241.12 |
| PI-221 | PI-222 | 32 | 0.0142 | | PI-222 | - | 240.61 |
| PI-222 | PI-223 | 28 | 0.0142 | | PI-223 | - | 240.18 |
| PI-223 | PI-224 | 39 | 0.0142 | | PI-224 | - | 239.82 |
| PI-224 | PI-225 | 35 | 0.0142 | | PI-225 | - | 239.71 |
| PI-225 | PI-226 | 17 | 0.0142 | | PI-226 | - | 239.69 |
| PI-226 | PI-227 | 23 | 0.0142 | | PI-227 | - | 239.61 |
| PI-227 | PI-228 | 46 | 0.0142 | | PI-228 | - | 239.59 |
| PI-228 | PI-229 | 41 | 0.0142 | | PI-229 | - | 240.02 |
| PI-229 | PI-230 | 41 | 0.0142 | | PI-230 | - | 240.46 |
| PI-230 | PI-231 | 20 | 0.0142 | | PI-231 | - | 238.68 |
| PI-231 | PI-232 | 23 | 0.0142 | | PI-232 | - | 235.33 |
| PI-232 | PI-233 | 19 | 0.0142 | | PI-233 | - | 231.89 |
| PI-233 | PI-234 | 23 | 0.0142 | | PI-234 | - | 228.76 |
| PI-234 | PI-235 | 50 | 0.0142 | | PI-235 | - | 222.92 |
| PI-235 | PI-236 | 14 | 0.0142 | 1 | PI-236 | 0.01 | 222.13 |
| PI-236 | PI-237 | 23 | 0.0142 | | PI-237 | - | 220.87 |
| PI-237 | PI-238 | 14 | 0.0142 | | PI-238 | - | 220.19 |
| PI-238 | PI-239 | 35 | 0.0142 | | PI-239 | - | 218.49 |
| PI-239 | PI-240 | 30 | 0.0142 | 1 | PI-240 | 0.01 | 215.83 |
| PI-240 | PI-241 | 28 | 0.0142 | | PI-241 | - | 214.31 |
| PI-241 | PI-242 | 58 | 0.0142 | | PI-242 | - | 213.62 |
| PI-242 | PI-243 | 20 | 0.0142 | | PI-243 | - | 213.95 |
| PI-243 | PI-244 | 50 | 0.0142 | | PI-244 | - | 217.21 |
| PI-244 | PI-245 | 16 | 0.0142 | | PI-245 | - | 217.28 |
| PI-245 | PI-246 | 49 | 0.0142 | | PI-246 | - | 215.45 |
| PI-246 | PI-247 | 46 | 0.0142 | | PI-247 | - | 212.89 |
| PI-247 | PI-248 | 34 | 0.0142 | | PI-248 | - | 212.21 |
| | PI-249 | 40 | 0.0142 | 3 | PI-249 | 0.04 | 211.86 |
| RAMAL LÍNEA CENTRAL LAS MERCEDES : DEL PI- 103 AL PI-249 | | 2,482.00 | | 33.00 | | 0.47 | |

Tabla 25 Para la Red de distribución:

| RAMAL INSTITUTO COMUNIDAD LAS MERCEDES: PI-115 AL PI-137 | | | | | | | |
|--|--------|---------------|---------------------------|-------------|--------|-------------|-----------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | N°.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) | ELEV. (m) |
| PI-115 | PI-128 | 21.89 | 0.0142 | | PI-128 | - | 255.15 |
| PI-128 | PI-129 | 15 | 0.0142 | | PI-129 | - | 254.75 |
| PI-129 | PI-130 | 12 | 0.0142 | | PI-130 | - | 256.38 |
| PI-130 | PI-131 | 20 | 0.0142 | | PI-131 | - | 256.25 |
| PI-131 | PI-132 | 30 | 0.0142 | 3.00 | PI-132 | 0.04 | 255.77 |
| PI-132 | PI-133 | 28 | 0.0142 | | PI-133 | - | 255.87 |
| PI-133 | PI-134 | 23 | 0.0142 | | PI-134 | - | 254.30 |
| PI-134 | PI-135 | 16 | 0.0142 | | PI-135 | - | 253.21 |
| PI-135 | PI-136 | 21 | 0.0142 | | PI-136 | - | 252.96 |
| PI-136 | PI-137 | 17 | 0.0142 | 2.00 | PI-137 | 0.03 | 252.85 |
| RAMAL INSTITUTO COMUNIDAD LAS MERCEDES: PI-115 AL PI- 137 | | 203.12 | | 5.00 | | 0.07 | |

Tabla 26 Para la Red de distribución:

| RAMAL No 2 LAS MERCEDES : PI-119 AL PI-152 | | | | | | | |
|--|--------|--------------|---------------------------|-------------|--------|-------------|-----------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | N°.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) | ELEV. (m) |
| PI-119 | PI-148 | 11.48 | 0.0142 | | PI-148 | - | 256.07 |
| PI-148 | PI-149 | 17.56 | 0.0142 | 1 | PI-149 | 0.01 | 256.75 |
| PI-149 | PI-150 | 14.19 | 0.0142 | | PI-150 | - | 257.76 |
| PI-150 | PI-151 | 35.35 | 0.0142 | | PI-151 | - | 259.93 |
| PI-151 | PI-152 | 19.25 | 0.0142 | 7 | PI-152 | 0.10 | 261.09 |
| RAMAL No 2 LAS MERCEDES : PI-119 AL PI- 152 | | 97.83 | | 8.00 | | 0.11 | |

Tabla 27 Para la Red de distribución:

| RAMAL No 4 COMUNIDAD LAS MERCEDES: DEL PI-119 AL PI-147 | | | | | | | |
|--|--------|---------------|---------------------------|-------------|--------|-------------|-----------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | N°.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) | ELEV. (m) |
| PI-119 | PI-138 | 23.06 | 0.0142 | | PI-138 | 0.00 | 254.53 |
| PI-138 | PI-139 | 19.56 | 0.0142 | | PI-139 | 0.00 | 253.66 |
| PI-139 | PI-140 | 23.44 | 0.0142 | 3.00 | PI-140 | 0.04 | 253.10 |
| PI-140 | PI-137 | 29.82 | 0.0142 | | PI-137 | 0.00 | 252.85 |
| PI-137 | PI-141 | 40.42 | 0.0142 | | PI-141 | 0.00 | 252.62 |
| PI-141 | PI-142 | 28.26 | 0.0142 | | PI-142 | 0.00 | 252.57 |
| PI-142 | PI-143 | 34.14 | 0.0142 | | PI-143 | 0.00 | 252.40 |
| PI-143 | PI-144 | 36.01 | 0.0142 | 3.00 | PI-144 | 0.04 | 251.81 |
| PI-144 | PI-145 | 15.45 | 0.0142 | | PI-145 | 0.00 | 251.54 |
| PI-145 | PI-146 | 17.96 | 0.0142 | | PI-146 | 0.00 | 251.37 |
| PI-146 | PI-147 | 24.48 | 0.0142 | 1.00 | PI-147 | 0.01 | 251.22 |
| RAMAL No 4 COMUNIDAD LAS MERCEDES: DEL PI-119 AL PI-147 | | 292.61 | | 7.00 | | 0.10 | |

Tabla 28 Para la Red de distribución:

| RAMAL IZQUIERDO LAS MERCEDES: PI-115 AL PI-165 | | | | | | | |
|---|--------|---------------|---------------------------|--------------|--------|-------------|-----------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | N°.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) | ELEV. (m) |
| PI-115 | PI-153 | 94.83 | 0.0142 | 3 | PI-153 | 0.04 | 259.78 |
| PI-153 | PI-154 | 35.49 | 0.0142 | | PI-154 | - | 262.02 |
| PI-154 | PI-155 | 19.48 | 0.0142 | | PI-155 | - | 263.26 |
| PI-155 | PI-156 | 9.67 | 0.0142 | | PI-156 | - | 263.73 |
| PI-156 | PI-157 | 63.46 | 0.0142 | 5 | PI-157 | 0.07 | 267.05 |
| PI-157 | PI-158 | 22.97 | 0.0142 | | PI-158 | - | 266.82 |
| PI-158 | PI-159 | 39.61 | 0.0142 | | PI-159 | - | 263.83 |
| PI-159 | PI-160 | 24.24 | 0.0142 | | PI-160 | - | 263.54 |
| PI-160 | PI-161 | 8.49 | 0.0142 | 1 | PI-161 | 0.01 | 263.69 |
| PI-161 | PI-162 | 10.03 | 0.0142 | | PI-162 | - | 264.21 |
| PI-162 | PI-163 | 17.05 | 0.0142 | | PI-163 | - | 265.66 |
| PI-163 | PI-164 | 29.30 | 0.0142 | | PI-164 | - | 267.89 |
| PI-164 | PI-165 | 11.96 | 0.0142 | 3 | PI-165 | 0.04 | 268.43 |
| RAMAL IZQUIERDO LAS MERCEDES: PI-115 AL PI-165 | | 386.58 | | 12.00 | | 0.17 | |

Tabla 29 Para la Red de distribución:

| RAMAL UNIÓN TRIÁNGULO LAS MERCEDES: PI-186 AL PI-252 | | | | | | | |
|---|--------|--------------|---------------------------|-------------|--------|----------|-----------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | N°.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) | ELEV. (m) |
| PI-186 | PI-250 | 25.74 | 0.0142 | - | PI-250 | - | 257.24 |
| PI-250 | PI-251 | 12.78 | 0.0142 | - | PI-251 | - | 257.05 |
| PI-251 | PI-252 | 11.58 | 0.0142 | - | PI-252 | - | 257.05 |
| RAMAL UNIÓN TRIÁNGULO LAS MERCEDES: PI-186 AL PI-252 | | 50.10 | | - | | - | |

Tabla 30 Para la Red de distribución:

| RAMAL NO 1 LAS MERCEDES: PI-153 AL PI-169 | | | | | | | |
|--|--------|--------------|---------------------------|-------------|--------|-------------|-----------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | N°.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) | ELEV. (m) |
| PI-153 | PI-166 | 4.02 | 0.0142 | - | PI-166 | - | 260.06 |
| PI-166 | PI-167 | 14.03 | 0.0142 | - | PI-167 | - | 260.87 |
| PI-167 | PI-168 | 30.32 | 0.0142 | - | PI-168 | - | 262.09 |
| PI-168 | PI-169 | 39.32 | 0.0142 | 1 | PI-169 | 0.01 | 261.96 |
| RAMAL NO 1 LAS MERCEDES: PI-153 AL PI-169 | | 87.69 | | 1.00 | | 0.01 | |

Tabla 31 Para la Red de distribución

| RAMAL No 3 LAS MERCEDES: PI-153 AL PI-165 | | | | | | | |
|--|--------|---------------|---------------------------|-------------|--------|----------|-----------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | N°.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) | ELEV. (m) |
| PI-153 | PI-170 | 26.88 | 0.0142 | - | PI-170 | - | 261.22 |
| PI-170 | PI-171 | 19.58 | 0.0142 | - | PI-171 | - | 261.34 |
| PI-171 | PI-152 | 50.69 | 0.0142 | - | PI-152 | - | 261.09 |
| PI-152 | PI-172 | 18.28 | 0.0142 | - | PI-172 | - | 261.56 |
| PI-172 | PI-173 | 26.71 | 0.0142 | - | PI-173 | - | 259.73 |
| PI-173 | PI-174 | 9.54 | 0.0142 | - | PI-174 | - | 258.39 |
| PI-174 | PI-175 | 29.79 | 0.0142 | - | PI-175 | - | 254.10 |
| PI-175 | PI-176 | 18.29 | 0.0142 | - | PI-176 | - | 250.73 |
| PI-176 | PI-177 | 15.08 | 0.0142 | - | PI-177 | - | 248.80 |
| PI-177 | PI-178 | 17.79 | 0.0142 | - | PI-178 | - | 247.39 |
| PI-178 | PI-127 | 16.34 | 0.0142 | - | PI-127 | - | 246.17 |
| RAMAL No 3 LAS MERCEDES: PI-153 AL PI-165 | | 248.97 | | - | | - | |

Tabla 32 Para la Red de distribución:

| RAMAL 5 LAS MERCEDES: PI-190 AL PI-193 | | | | | | | |
|---|--------|--------------|---------------------------|-------------|--------|-------------|-----------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | N°.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) | ELEV. (m) |
| PI-190 | PI-191 | 34.41 | 0.0142 | - | PI-191 | - | 257.72 |
| PI-191 | PI-192 | 11.25 | 0.0142 | - | PI-192 | - | 257.88 |
| PI-192 | PI-193 | 15.25 | 0.0142 | 2.00 | PI-193 | 0.03 | 257.44 |
| RAMAL 5 LAS MERCEDES: PI-190 AL PI-193 | | 60.92 | | 2.00 | | 0.03 | |

Tabla 33 Para la Red de distribución:

| RAMAL EL ESPADILLO COMUNIDAD LAS MERCEDES: DEL PI-182 AL PI-271 | | | | | | | |
|--|--------|---------------|---------------------------|-------------|--------|-------------|-----------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | N°.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) | ELEV. (m) |
| PI-182 | PI-253 | 7.40 | 0.0142 | | PI-253 | - | 250.19 |
| PI-253 | PI-254 | 15.63 | 0.0142 | | PI-254 | - | 252.67 |
| PI-254 | PI-255 | 12.82 | 0.0142 | | PI-255 | - | 254.39 |
| PI-255 | PI-252 | 26.18 | 0.0142 | | PI-252 | - | 257.05 |
| PI-252 | PI-256 | 50.85 | 0.0142 | 2.00 | PI-256 | 0.03 | 259.13 |
| PI-256 | PI-257 | 14.65 | 0.0142 | | PI-257 | - | 256.12 |
| PI-257 | PI-258 | 20.85 | 0.0142 | | PI-258 | - | 253.79 |
| PI-258 | PI-259 | 41.14 | 0.0142 | | PI-259 | - | 250.94 |
| PI-259 | PI-260 | 33.85 | 0.0142 | | PI-260 | - | 249.23 |
| PI-260 | PI-261 | 21.74 | 0.0142 | 1.00 | PI-261 | 0.01 | 248.51 |
| PI-261 | PI-262 | 23.80 | 0.0142 | | PI-262 | - | 247.12 |
| PI-262 | PI-263 | 16.14 | 0.0142 | | PI-263 | - | 246.32 |
| PI-263 | PI-264 | 20.80 | 0.0142 | | PI-264 | - | 246.74 |
| PI-264 | PI-265 | 15.59 | 0.0142 | | PI-265 | - | 247.47 |
| PI-265 | PI-266 | 12.24 | 0.0142 | | PI-266 | - | 249.91 |
| PI-266 | PI-267 | 11.09 | 0.0142 | | PI-267 | - | 252.44 |
| PI-267 | PI-268 | 31.14 | 0.0142 | | PI-268 | - | 258.52 |
| PI-268 | PI-269 | 9.88 | 0.0142 | | PI-269 | - | 259.90 |
| PI-269 | PI-270 | 21.61 | 0.0142 | | PI-270 | - | 262.69 |
| PI-270 | PI-271 | 27.00 | 0.0142 | 5.00 | PI-271 | 0.07 | 261.26 |
| RAMAL EL ESPADILLO COMUNIDAD LAS MERCEDES: DEL PI-182 AL PI-271 | | 434.38 | | 8.00 | | 0.11 | |

Tabla 34 Para la Red de distribución:

| RAMAL LÍNEA CENTRAL SAN JUAN DE LA SIERRA : DEL PI-272 AL PI-346 | | | | | | |
|---|--------|-----------------|---------------------------|--------------|--------|-------------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | Nº.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) |
| PI-103 | PI-272 | 67.993 | 0.0142 | | PI-272 | |
| PI-272 | PI-273 | 23.622 | 0.0142 | 5 | PI-273 | 0.07 |
| PI-273 | PI-274 | 29.41 | 0.0142 | | PI-274 | - |
| PI-274 | PI-275 | 40.64 | 0.0142 | | PI-275 | - |
| PI-275 | PI-276 | 24.02 | 0.0142 | 1 | PI-276 | 0.01 |
| PI-276 | PI-277 | 36.22 | 0.0142 | | PI-277 | - |
| PI-277 | PI-278 | 36.22 | 0.0142 | | PI-278 | - |
| PI-278 | PI-279 | 36.22 | 0.0142 | | PI-279 | - |
| PI-279 | PI-280 | 11.39 | 0.0142 | | PI-280 | - |
| PI-280 | PI-281 | 33.25 | 0.0142 | 1 | PI-281 | 0.01 |
| PI-281 | PI-282 | 34.35 | 0.0142 | 2 | PI-282 | 0.03 |
| PI-282 | PI-283 | 25.84 | 0.0142 | | PI-283 | - |
| PI-283 | PI-284 | 18.73 | 0.0142 | | PI-284 | - |
| PI-284 | PI-285 | 39.55 | 0.0142 | 5 | PI-285 | 0.07 |
| PI-285 | PI-286 | 21.36 | 0.0142 | | PI-286 | - |
| PI-286 | PI-287 | 53.56 | 0.0142 | 2 | PI-287 | 0.03 |
| PI-287 | PI-292 | 51.30 | 0.0142 | 1 | PI-292 | 0.01 |
| PI-292 | PI-293 | 28.09 | 0.0142 | | PI-293 | - |
| PI-293 | PI-294 | 35.15 | 0.0142 | | PI-294 | - |
| PI-294 | PI-295 | 19.43 | 0.0142 | | PI-295 | - |
| PI-295 | PI-296 | 17.48 | 0.0142 | | PI-296 | - |
| PI-296 | PI-297 | 38.96 | 0.0142 | | PI-297 | - |
| PI-297 | PI-298 | 18.09 | 0.0142 | | PI-298 | - |
| PI-298 | PI-299 | 34.40 | 0.0142 | 2 | PI-299 | 0.03 |
| PI-299 | PI-300 | 36.07 | 0.0142 | 3 | PI-300 | 0.04 |
| PI-300 | PI-301 | 22.29 | 0.0142 | | PI-301 | - |
| PI-301 | PI-302 | 35.93 | 0.0142 | | PI-302 | - |
| PI-302 | PI-303 | 38.29 | 0.0142 | | PI-303 | - |
| PI-303 | PI-304 | 38.53 | 0.0142 | 2 | PI-304 | 0.03 |
| PI-304 | PI-305 | 35.43 | 0.0142 | | PI-305 | - |
| PI-305 | PI-306 | 27.94 | 0.0142 | 1 | PI-306 | 0.01 |
| PI-306 | PI-307 | 39.512 | 0.0142 | | PI-307 | - |
| PI-307 | PI-308 | 23.136 | 0.0142 | 2 | PI-308 | 0.03 |
| PI-308 | PI-309 | 26.479 | 0.0142 | 4 | PI-309 | 0.06 |
| PI-309 | PI-310 | 16 | 0.0142 | | PI-310 | - |
| PI-310 | PI-311 | 9.316 | 0.0142 | 1 | PI-311 | 0.01 |
| PI-311 | PI-328 | 11.243 | 0.0142 | 1 | PI-328 | 0.01 |
| PI-328 | PI-336 | 13.426 | 0.0142 | 3 | PI-336 | 0.04 |
| PI-336 | PI-337 | 53.363 | 0.0142 | | PI-337 | - |
| PI-337 | PI-338 | 25.131 | 0.0142 | 6 | PI-338 | 0.09 |
| PI-338 | PI-339 | 20.464 | 0.0142 | 2 | PI-339 | 0.03 |
| PI-339 | PI-342 | 31.817 | 0.0142 | 1 | PI-342 | 0.01 |
| PI-342 | PI-343 | 30.065 | 0.0142 | 1 | PI-343 | 0.01 |
| PI-343 | PI-344 | 16.673 | 0.0142 | | PI-344 | - |
| PI-344 | PI-345 | 18.413 | 0.0142 | 4 | PI-345 | 0.06 |
| PI-345 | PI-346 | 25.233 | 0.0142 | 4 | PI-346 | 0.06 |
| RAMAL LÍNEA CENTRAL SAN JUAN DE LA SIERRA : DEL PI-272 AL PI-346 | | 1,370.15 | | 54.00 | | 0.77 |

Tabla 35 Para la Red de distribución

| RAMAL IZQUIERDO PRINCIPAL: PI-339 AL PI-420 | | | | | | |
|---|--------|-----------|---------------------------|-------------|--------|----------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | Nº.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) |
| PI-339 | PI-349 | 13.049 | 0.0142 | | PI-349 | - |
| PI-349 | PI-350 | 26.403 | 0.0142 | | PI-350 | - |
| PI-350 | PI-327 | 40.344 | 0.0142 | | PI-327 | - |
| PI-327 | PI-351 | 13.853 | 0.0142 | | PI-351 | - |
| PI-351 | PI-352 | 24.723 | 0.0142 | | PI-352 | - |
| PI-352 | PI-353 | 5.836 | 0.0142 | 5 | PI-353 | 0.07 |
| PI-353 | PI-354 | 12.482 | 0.0142 | 1 | PI-354 | 0.01 |
| PI-354 | PI-355 | 39.778 | 0.0142 | | PI-355 | - |
| PI-355 | PI-356 | 27.209 | 0.0142 | 5 | PI-356 | 0.07 |
| PI-356 | PI-357 | 20.907 | 0.0142 | | PI-357 | - |
| PI-357 | PI-358 | 77.428 | 0.0142 | | PI-358 | - |
| PI-358 | PI-359 | 30.037 | 0.0142 | 5 | PI-359 | 0.07 |
| PI-359 | PI-360 | 19.470 | 0.0142 | 1 | PI-360 | 0.01 |
| PI-360 | PI-361 | 37.023 | 0.0142 | 2 | PI-361 | 0.03 |
| PI-361 | PI-362 | 33.454 | 0.0142 | 2 | PI-362 | 0.03 |
| PI-362 | PI-363 | 27.801 | 0.0142 | | PI-363 | - |
| PI-363 | PI-364 | 41.370 | 0.0142 | | PI-364 | - |
| PI-364 | PI-365 | 16.407 | 0.0142 | 1 | PI-365 | 0.01 |
| PI-365 | PI-366 | 31.650 | 0.0142 | 2 | PI-366 | 0.03 |
| PI-366 | PI-367 | 18.679 | 0.0142 | | PI-367 | - |
| PI-367 | PI-368 | 35.560 | 0.0142 | | PI-368 | - |
| PI-368 | PI-369 | 19.510 | 0.0142 | 3 | PI-369 | 0.04 |
| PI-369 | PI-370 | 26.373 | 0.0142 | | PI-370 | - |
| PI-370 | PI-371 | 7.246 | 0.0142 | 2 | PI-371 | 0.03 |
| PI-371 | PI-372 | 16.305 | 0.0142 | | PI-372 | - |
| PI-372 | PI-373 | 18.400 | 0.0142 | | PI-373 | - |
| PI-373 | PI-374 | 81.027 | 0.0142 | 5 | PI-374 | 0.07 |
| PI-374 | PI-375 | 13.806 | 0.0142 | | PI-375 | - |
| PI-375 | PI-376 | 37.175 | 0.0142 | 5 | PI-376 | 0.07 |
| PI-376 | PI-377 | 24.201 | 0.0142 | 1 | PI-377 | 0.01 |
| PI-377 | PI-378 | 31.190 | 0.0142 | 2 | PI-378 | 0.03 |
| PI-378 | PI-382 | 16.189 | 0.0142 | | PI-382 | - |
| PI-382 | PI-383 | 54.287 | 0.0142 | | PI-383 | - |
| PI-383 | PI-384 | 13.261 | 0.0142 | | PI-384 | - |
| PI-384 | PI-385 | 29.163 | 0.0142 | 5 | PI-385 | 0.07 |
| PI-385 | PI-386 | 26.576 | 0.0142 | | PI-386 | - |
| PI-386 | PI-387 | 23.775 | 0.0142 | 4 | PI-387 | 0.06 |
| PI-387 | PI-388 | 48.621 | 0.0142 | | PI-388 | - |
| PI-388 | PI-389 | 19.003 | 0.0142 | | PI-389 | - |

| | | | | | | |
|--|--------|-----------------|--------|--------------|--------|-------------|
| PI-389 | PI-390 | 38.532 | 0.0142 | | PI-390 | - |
| PI-390 | PI-391 | 23.830 | 0.0142 | 3 | PI-391 | 0.04 |
| PI-391 | PI-392 | 23.492 | 0.0142 | | PI-392 | - |
| PI-392 | PI-393 | 24.139 | 0.0142 | | PI-393 | - |
| PI-393 | PI-394 | 11.578 | 0.0142 | | PI-394 | - |
| PI-394 | PI-395 | 17.586 | 0.0142 | | PI-395 | - |
| PI-395 | PI-396 | 16.254 | 0.0142 | | PI-396 | - |
| PI-396 | PI-397 | 8.053 | 0.0142 | | PI-397 | - |
| PI-397 | PI-398 | 17.429 | 0.0142 | | PI-398 | - |
| PI-398 | PI-399 | 35.178 | 0.0142 | 3 | PI-399 | 0.04 |
| PI-399 | PI-400 | 27.761 | 0.0142 | | PI-400 | - |
| PI-400 | PI-401 | 22.545 | 0.0142 | | PI-401 | - |
| PI-401 | PI-402 | 20.930 | 0.0142 | | PI-402 | - |
| PI-402 | PI-403 | 14.263 | 0.0142 | | PI-403 | - |
| PI-403 | PI-404 | 18.997 | 0.0142 | | PI-404 | - |
| PI-404 | PI-405 | 25.193 | 0.0142 | 4 | PI-405 | 0.06 |
| PI-405 | PI-406 | 15.884 | 0.0142 | | PI-406 | - |
| PI-406 | PI-407 | 22.067 | 0.0142 | | PI-407 | - |
| PI-407 | PI-408 | 32.126 | 0.0142 | | PI-408 | - |
| PI-408 | PI-409 | 10.342 | 0.0142 | | PI-409 | - |
| PI-409 | PI-410 | 22.527 | 0.0142 | | PI-410 | - |
| PI-410 | PI-411 | 24.330 | 0.0142 | | PI-411 | - |
| PI-411 | PI-412 | 42.756 | 0.0142 | | PI-412 | - |
| PI-412 | PI-413 | 11.819 | 0.0142 | | PI-413 | - |
| PI-413 | PI-414 | 6.103 | 0.0142 | | PI-414 | - |
| PI-414 | PI-415 | 10.346 | 0.0142 | | PI-415 | - |
| PI-415 | PI-416 | 11.739 | 0.0142 | | PI-416 | - |
| PI-416 | PI-417 | 4.662 | 0.0142 | | PI-417 | - |
| PI-417 | PI-418 | 17.479 | 0.0142 | | PI-418 | - |
| PI-418 | PI-419 | 24.184 | 0.0142 | | PI-419 | - |
| PI-419 | PI-420 | 23.116 | 0.0142 | 3 | PI-420 | 0.04 |
| RAMAL IZQUIERDO PRINCIPAL: PI-339 AL PI-420 | | 1,724.81 | | 64.00 | | 0.91 |

Tabla 36 Para la Red de distribución:

| RAMAL No 1 COMUNIDAD SAN JUAN DE LA SIERRA: DEL PI-287 AL PI-291 | | | | | | |
|---|--------|-----------|---------------------------|-------------|--------|----------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | N°.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) |
| PI-287 | PI-288 | 13.741 | 0.0142 | | PI-288 | - |
| PI-288 | PI-289 | 46.015 | 0.0142 | 2.00 | PI-289 | 0.03 |
| PI-289 | PI-290 | 24.127 | 0.0142 | | PI-290 | - |
| PI-290 | PI-291 | 52.242 | 0.0142 | 3.00 | PI-291 | 0.04 |
| RAMAL No 1 COMUNIDAD SAN JUAN DE LA SIERRA: DEL PI-287 AL PI-291 | | 136.13 | | 5.00 | | 0.07 |

Tabla 37 Para la Red de distribución:

| RAMAL No 2 COMUNIDAD SAN JUAN DE LA SIERRA: DEL PI-311 AL PI-335 | | | | | | |
|---|--------|-----------|---------------------------|-------------|--------|----------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | N°.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) |
| PI-328 | PI-329 | 34.582 | 0.0142 | | PI-329 | - |
| PI-329 | PI-330 | 27.613 | 0.0142 | | PI-330 | - |
| PI-330 | PI-331 | 21.248 | 0.0142 | | PI-331 | - |
| PI-331 | PI-332 | 21.161 | 0.0142 | 4 | PI-332 | 0.06 |
| PI-332 | PI-333 | 7.012 | 0.0142 | | PI-333 | - |
| PI-333 | PI-334 | 18.124 | 0.0142 | | PI-334 | - |
| PI-334 | PI-335 | 19.279 | 0.0142 | | PI-335 | - |
| PI-335 | PI-336 | 13.420 | 0.0142 | | PI-336 | |
| RAMAL No 2 COMUNIDAD SAN JUAN DE LA SIERRA: DEL PI-311 AL PI-335 | | 162.44 | | 4.00 | | 0.06 |

Tabla 38 Para la Red de distribución:

| RAMAL No 3 COMUNIDAD SAN JUAN DE LA SIERRA: DEL PI-311 AL PI-327 | | | | | | |
|---|--------|-----------|---------------------------|-------------|--------|----------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | Nº.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) |
| PI-311 | PI-312 | 20.701 | 0.0142 | | PI-312 | - |
| PI-312 | PI-313 | 30.068 | 0.0142 | | PI-313 | - |
| PI-313 | PI-314 | 4.896 | 0.0142 | | PI-314 | - |
| PI-314 | PI-315 | 10.023 | 0.0142 | | PI-315 | - |
| PI-315 | PI-316 | 20.318 | 0.0142 | 4 | PI-316 | 0.06 |
| PI-316 | PI-320 | 18.158 | 0.0142 | | PI-320 | - |
| PI-320 | PI-321 | 17.550 | 0.0142 | 1 | PI-321 | 0.01 |
| PI-321 | PI-322 | 21.211 | 0.0142 | | PI-322 | - |
| PI-322 | PI-323 | 17.082 | 0.0142 | | PI-323 | - |
| PI-323 | PI-324 | 18.852 | 0.0142 | 3 | PI-324 | 0.04 |
| PI-324 | PI-325 | 35.270 | 0.0142 | 2 | PI-325 | 0.03 |
| PI-325 | PI-326 | 11.334 | 0.0142 | | PI-326 | - |
| PI-326 | PI-327 | 10.891 | 0.0142 | 3 | PI-327 | 0.04 |
| RAMAL No 3 COMUNIDAD SAN JUAN DE LA SIERRA: DEL PI-311 AL PI-327 | | 236.35 | | 13.00 | | 0.18 |

Tabla 39 Para la Red de distribución:

| RAMAL No 4 COMUNIDAD SAN JUAN DE LA SIERRA: DEL PI-316 AL PI-319 | | | | | | |
|---|--------|-----------|---------------------------|-------------|--------|----------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | Nº.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) |
| PI-316 | PI-317 | 24.944 | 0.0142 | | PI-317 | - |
| PI-317 | PI-318 | 11.065 | 0.0142 | 1 | PI-318 | 0.01 |
| PI-318 | PI-319 | 25.207 | 0.0142 | 3 | PI-319 | 0.04 |
| RAMAL No 4 COMUNIDAD SAN JUAN DE LA SIERRA: DEL PI-316 AL PI-319 | | 61.22 | | 4.00 | | 0.06 |

Tabla 40 Para la Red de distribución:

| RAMAL No 5 COMUNIDAD SAN JUAN DE LA SIERRA: DEL PI-339 AL PI-341 | | | | | | |
|---|----------|------------------|----------------------------------|--------------------|-------------|-----------------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | N°.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) |
| PI-339 | PI-340 | 23.186 | 0.0142 | | PI-340 | - |
| PI-340 | PI-341 | 18.077 | 0.0142 | 1 | PI-341 | 0.01 |
| RAMAL No 5 COMUNIDAD SAN JUAN DE LA SIERRA; DEL PI-339 AL PI-341 | | 41.26 | | 1.00 | | 0.01 |

Tabla 41 Para la Red de distribución:

| RAMAL No 6 COMUNIDAD SAN JUAN DE LA SIERRA: DEL PI-346 AL PI-348 | | | | | | |
|---|--------|-----------|---------------------------|-------------|--------|----------|
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | N°.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) |
| PI-346 | PI-347 | 32.645 | 0.0142 | 1 | PI-347 | 0.01 |
| PI-347 | PI-348 | 46.348 | 0.0142 | 3 | PI-348 | 0.04 |
| RAMAL No 6 COMUNIDAD SAN JUAN DE LA SIERRA: DEL PI-346 AL PI-348 | | 78.99 | | 4.00 | | 0.06 |
| RAMAL No 7 COMUNIDAD SAN JUAN DE LA SIERRA: DEL PI-378 AL PI-381 | | | | | | |
| DE | A | LONG. (m) | COEF. DE CONSUMO (lps/ml) | N°.EDIFICIO | NODO | Qd (lps) |
| PI-378 | PI-379 | 35.293 | 0.0142 | 1 | PI-379 | 0.01 |
| PI-379 | PI-380 | 32.848 | 0.0142 | | PI-380 | - |
| PI-380 | PI-381 | 36.904 | 0.0142 | 4 | PI-381 | 0.06 |
| RAMAL No 7 COMUNIDAD SAN JUAN DE LA SIERRA: DEL PI-378 AL PI-381 | | 105.05 | | 5.00 | | 0.07 |

| DETERMINACIÓN DEL Qd MÉTODO: SATURACIÓN | | | | |
|--|----------|--------------------------|--------|-----------|
| CMD | 2.72 L/S | CMH = | 4.53 | lps |
| CMH | 4.53 L/S | Numero de viviendas | 319.00 | viviendas |
| | | Coeficiente por vivienda | 0.0142 | lps/viv |

Tabla 42 1. *Para la línea de conducción:*

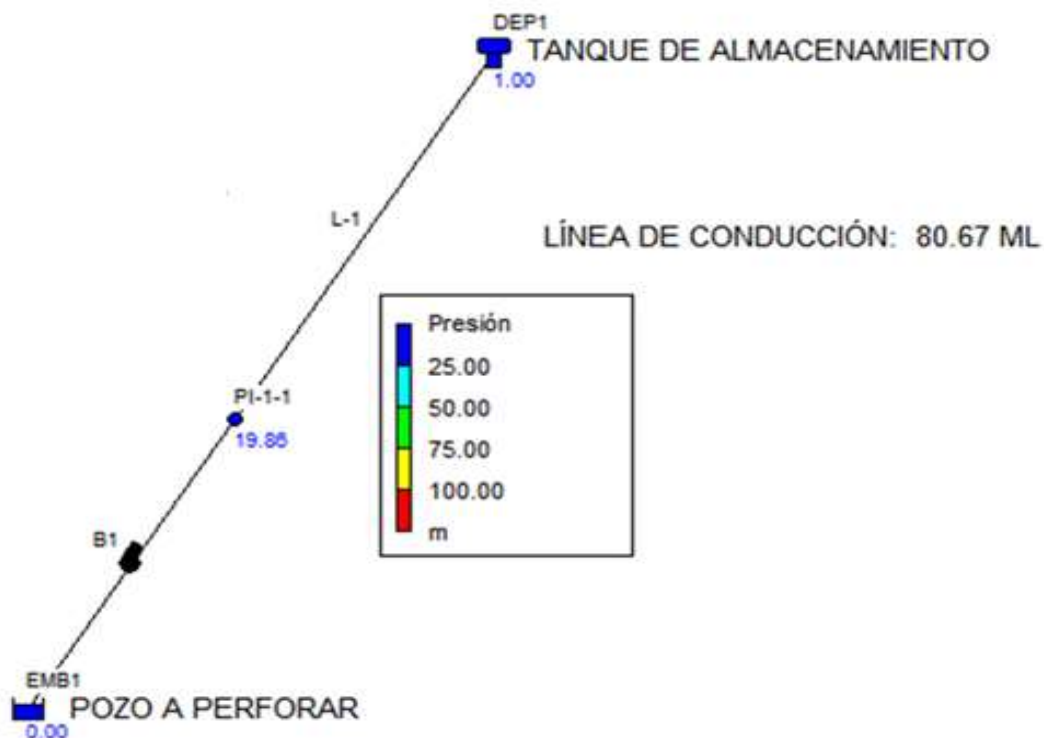
| Datos para Diseño de Línea de Conducción | | | | |
|--|-----|-----------------|------|--------------|
| Ramal : Del Embalse al Depósito | | | | |
| DE | A | LONG. (m) | NODO | ELEV. (msnm) |
| | | | EMB | 344.000 |
| EMB | DEP | 80.67 | DEP | 349.19 |
| Ramal : Del Embalse al Depósito | | 80.67 | | |
| LÍNEA DE CONDUCCIÓN | | 80.67 ML | | |

Análisis de resultados

Los datos obtenidos en los cálculos fueron simulados en el software EPANET, obteniendo una simulación adecuada de acuerdo con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 09 007-19.

Comunidades El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra.
 Figura 17 Esquema Línea De Conduccion.

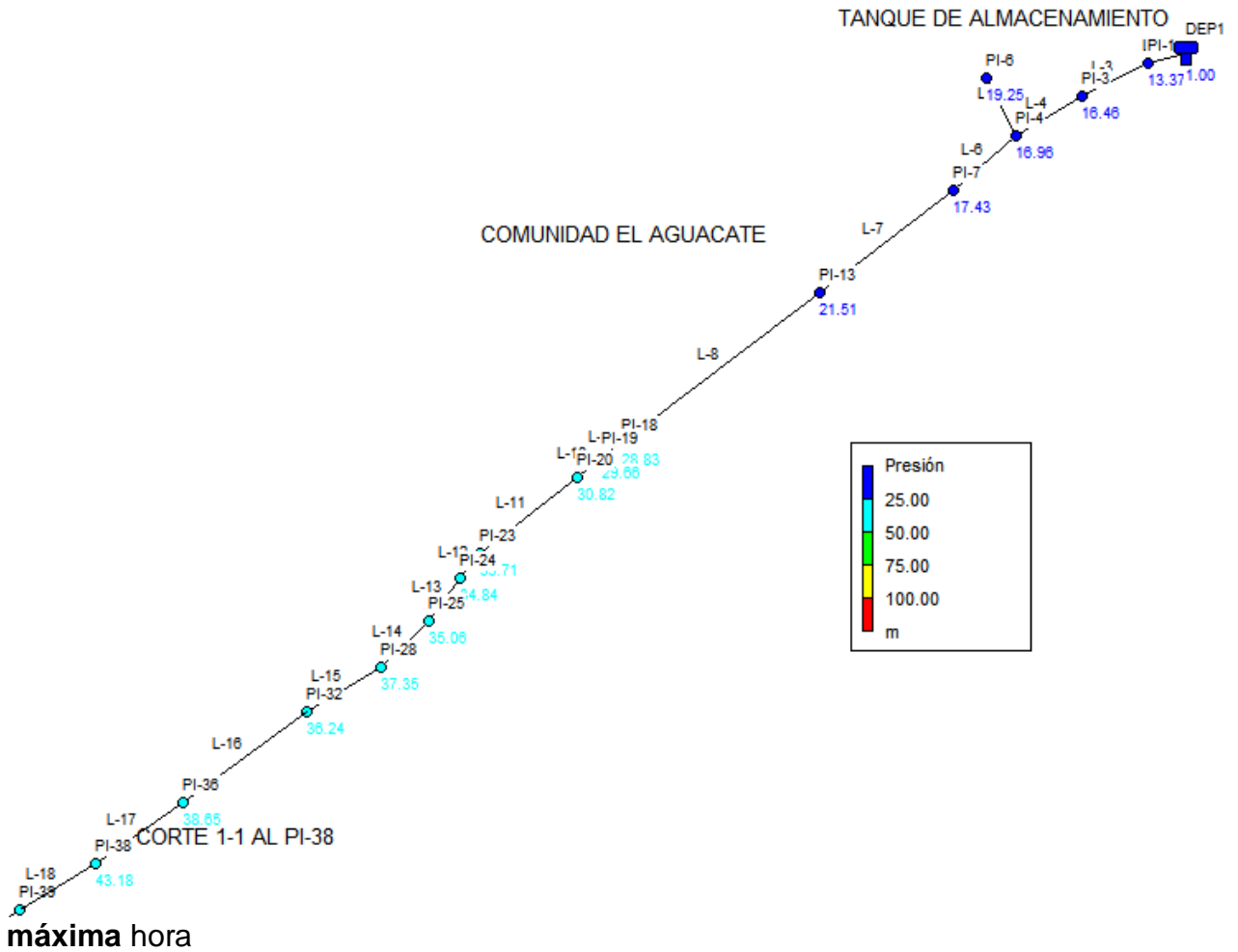
Esquema Línea De Conduccion.



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Figura 18 Análisis hidráulico (EPANET) del sistema propuesto para la condición

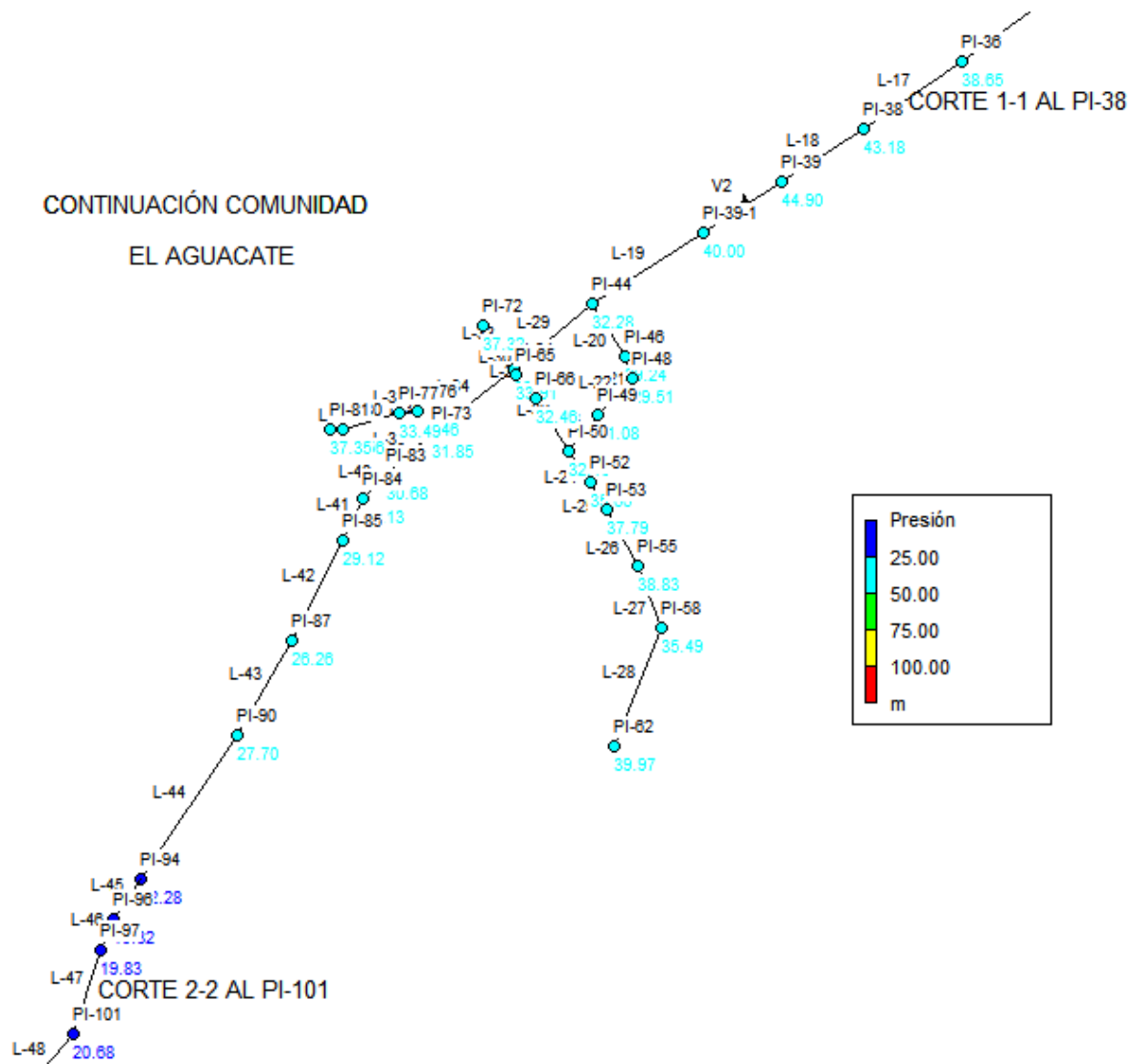
Análisis hidráulico (EPANET) del sistema propuesto para la condición



máxima hora

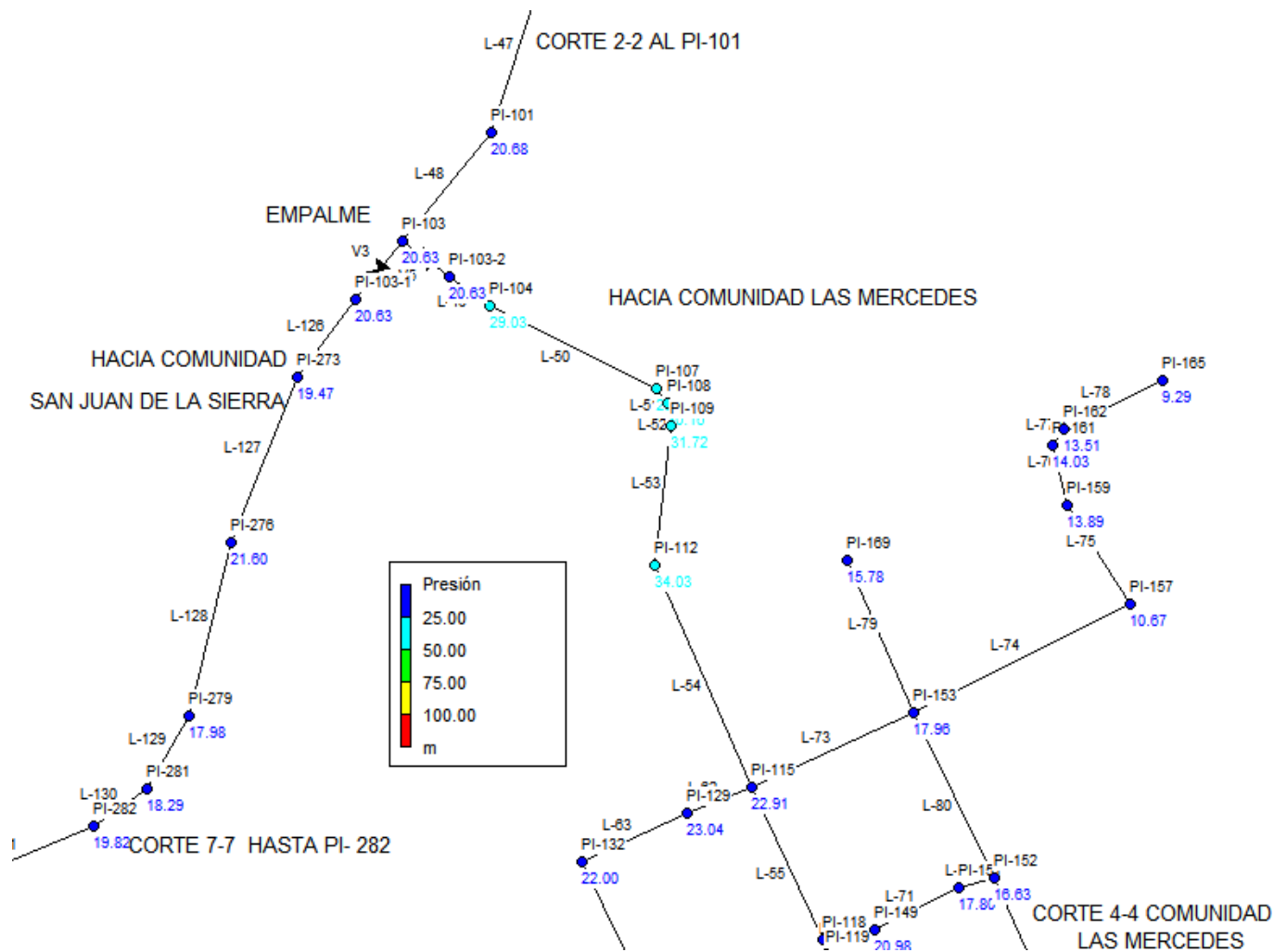
Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Figura 19 Modelación hidráulica en epanet



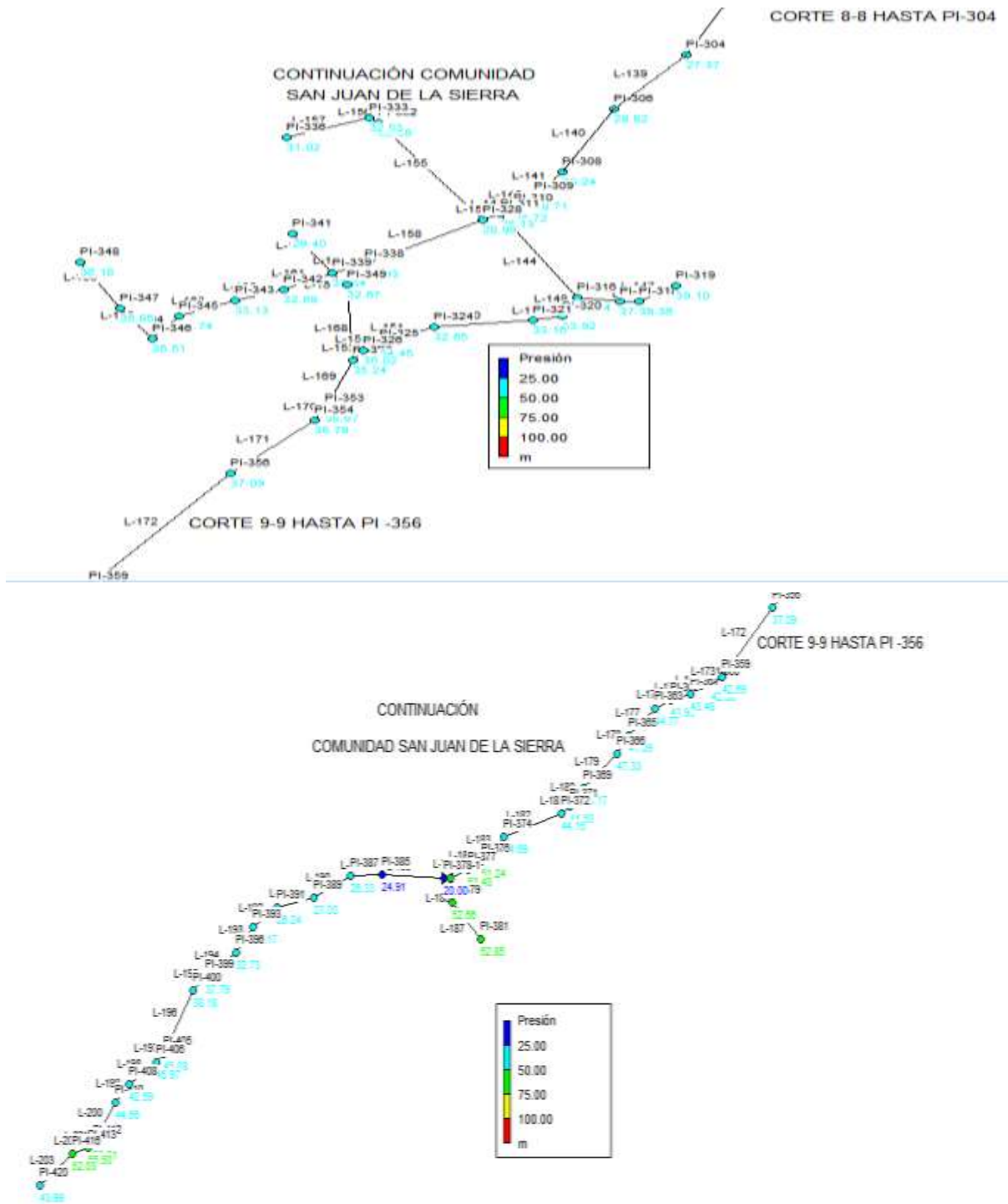
Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Figura 20 Modelación hidráulica en epanet



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Figura 22 Modelación hidráulica en epanet 1



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

CMD demanda año 2045 para línea de conducción:

En base a resultados obtenidos en el Programa EPANET, para la Construcción de MABE en las Comunidades El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra; se propone instalar 80.67 ml de tubería PVC SDR-26 de Ø 2", la cual se comprobó en la simulación hidráulica que cumple con las presiones establecidas y se colocará desde la sarta hasta el tanque de almacenamiento. A continuación, se presenta el resultado del análisis para cada uno de los diferentes periodos de diseño con respecto al consumo:

Tabla 42

| Tabla de Red - Líneas | | | | | |
|-----------------------|---------------|--------|-----------|-------------|--------------------|
| | Longitud | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. | Factor de Fricción |
| ID Línea | m | LPS | m/s | m/km | |
| Tubería L-1 | 80.669 | 3 | 1.53 | 46.13 | 0.019 |
| Bomba B1 | No Disponible | 3 | 0 | -91.86 | 0 |

| Tabla de Red - Nudos | | | |
|----------------------|---------|--------|---------|
| | Demanda | Altura | Presión |
| ID Nudo | LPS | m | m |
| Conexión PI-1-1 | 0 | 363.86 | 19.86 |
| Embalse EMB1 | -3 | 272 | 0 |
| Depósito DEP1 | 3 | 360.14 | 1 |

Figura 23 Perfil de línea de conducción

Perfil de línea de conducción

Perfil del embalse al tanque de almacenamiento) comunidad el Aguacate



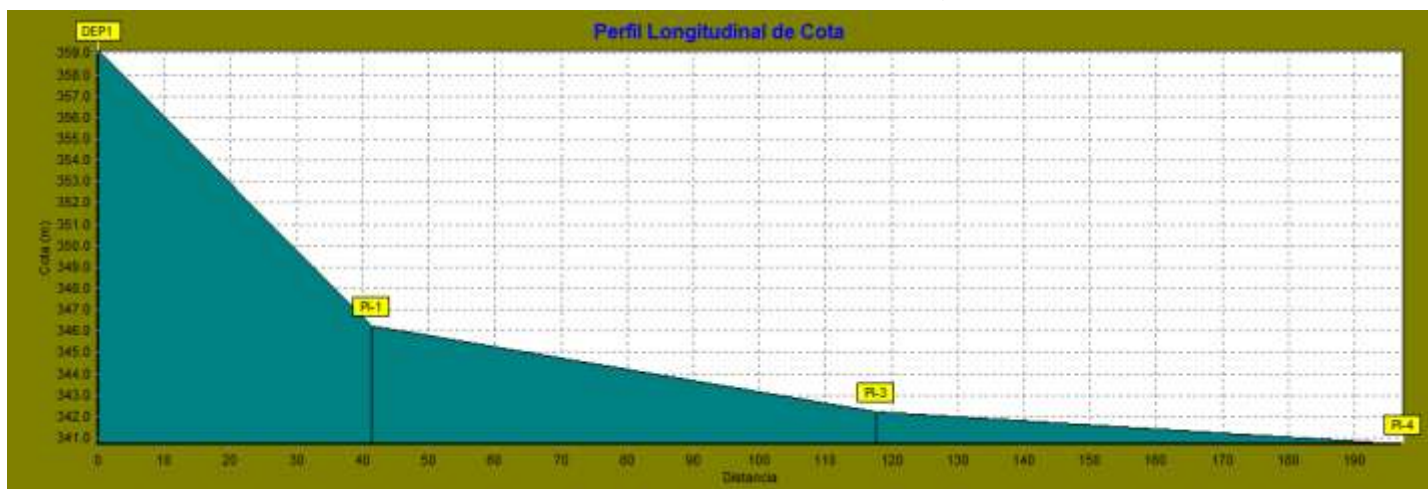
Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del embalse al depósito: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá colocar una tubería de Ø 2 "PVC SDR -26.

Figura 24 Perfil de línea de distribución:

Perfil de línea de distribución:

Perfil: (del tanque de almacenamiento al PI-4) comunidad el Aguacate

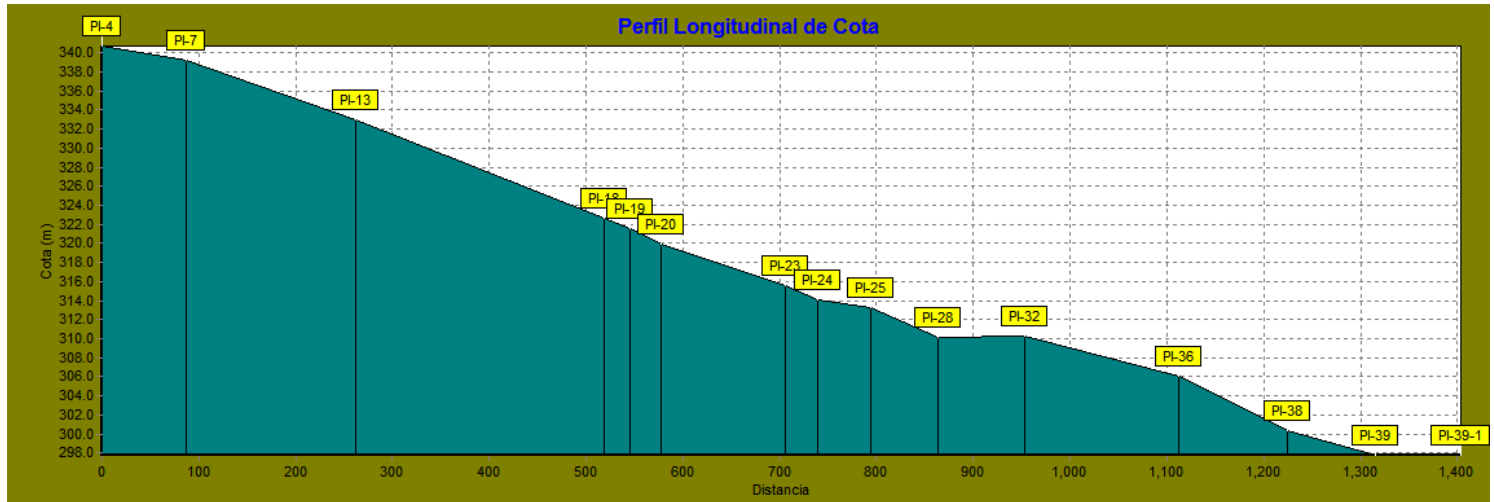


Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del depósito (Tanque de almacenamiento) al PI-4: Las presiones se encuentran en el rango permisible; sin embargo, se deberá colocar una tubería de Ø 3 "PVC SDR -26 en el tramo que va desde el depósito hasta el PI-4.

Figura 25 Perfil: (del PI-4 al PI-39) comunidad el Aguacate

Perfil: (del PI-4 al PI-39) comunidad el Aguacate

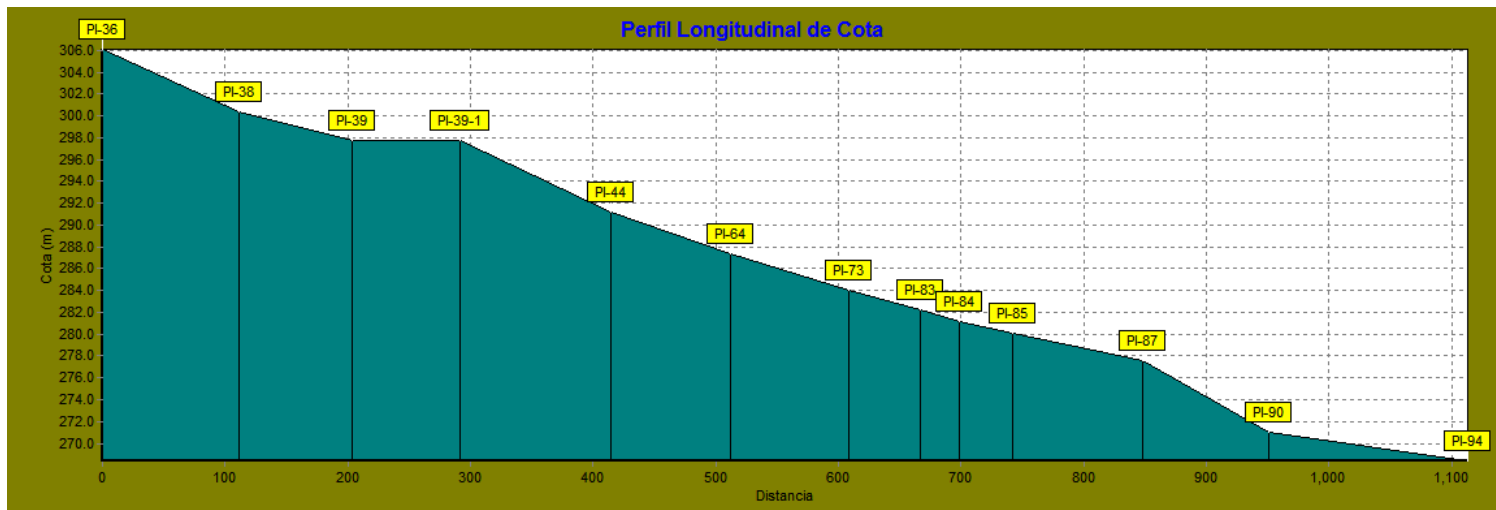


Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-4 al PI-39: Las presiones se encuentran en el rango permisible; sin embargo, se deberá colocar una tubería de Ø 3 "PVC SDR -26 en el tramo que va desde el PI-4 al PI-39.

Figura 26 Perfil: (del PI-39 al PI-94) comunidad el Aguacate

Perfil: (del PI-39 al PI-94) comunidad el Aguacate



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-39 al PI-94: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá de colocar una tubería de Ø 2 "PVC SDR -26 en el tramo que va desde el embalse hasta el PI-39 al PI-94.

Figura 27 Perfil: (del PI-94 al PI-103) comunidad el Aguacate

Perfil: (del PI-94 al PI-103) comunidad el Aguacate



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-94 al PI-103: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá de colocar una tubería de Ø 2 "PVC SDR -26 en el tramo que va desde el embalse

hasta el PI-39 al PI-94. Se deberá ubicar una válvula de aire y vacío en el PI-96, se encuentra a una altura de 269.07 msnm.

Figura 28 Perfil: (del PI-64 al PI-62) comunidad el Aguacate

Perfil: (del PI-64 al PI-62) comunidad el Aguacate



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-64 al PI-62: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá de colocar una tubería de Ø 2 "PVC SDR -26, se tendrá que ubicar una válvula de aire y vacío en el PI-50 y PI-58, se encuentran a una altura de 289.66 msnm y 286.26 msnm respectivamente.

Figura 29 Perfil: (del PI-44 al PI-48) comunidad el Aguacate

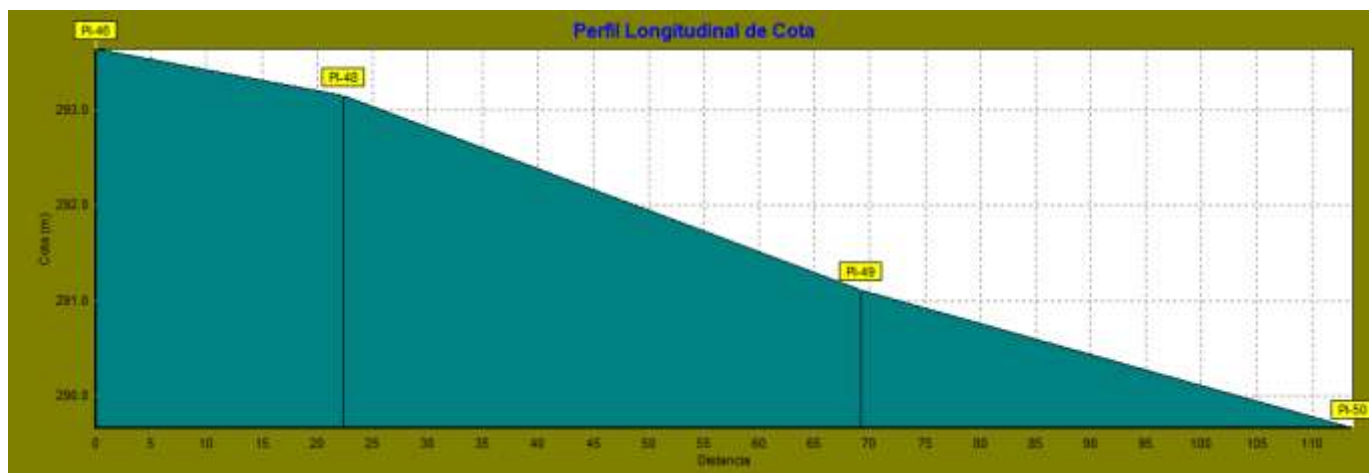
Perfil: (del PI-44 al PI-48) comunidad el Aguacate



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-44 al PI-48: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá de colocar una tubería de Ø 2 "PVC SDR -26, se tendrá que ubicar una válvula de aire y vacío en el PI-46, se encuentra a una altura de 293.64 msnm.

Figura 30 Perfil: (del PI-48 al PI-50) comunidad el Aguacate



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-48 al PI-50: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá de colocar una tubería de Ø 2 "PVC SDR -26.

Figura 31 Perfil: (del PI-73 al PI-81) comunidad el Aguacate



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-73 al PI-81: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá de colocar una tubería de Ø 2 "PVC SDR -26.

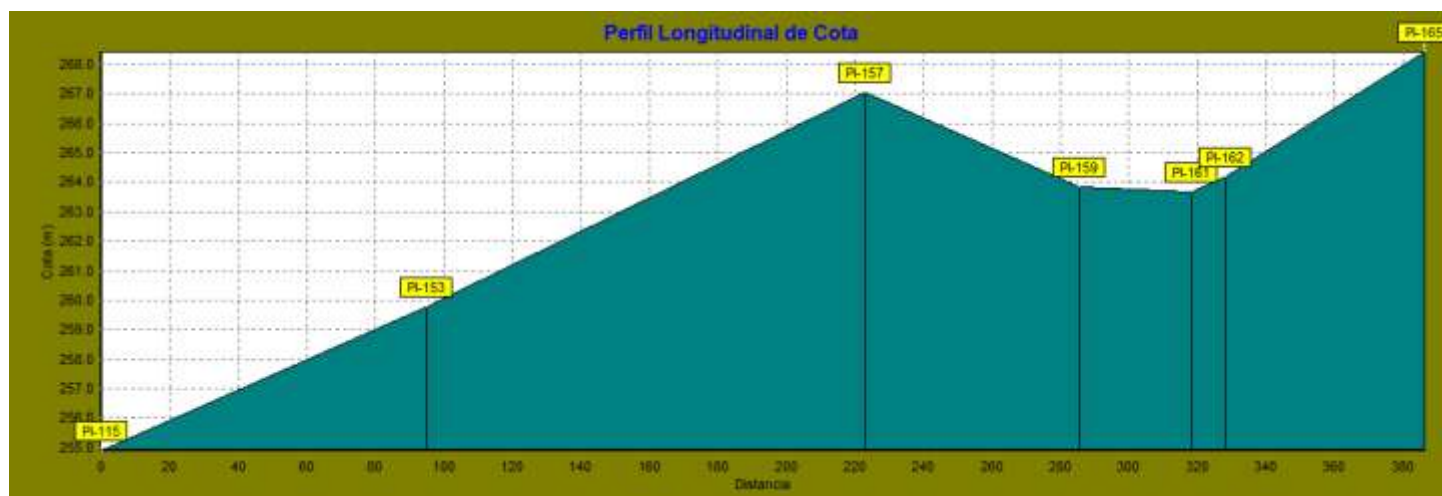
Figura 32 Perfil: (del PI-103 al PI-127) comunidad las Mercedes



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-103 al PI-127: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá de colocar una tubería de Ø 2 "PVC SDR -26, se tendrá que ubicar una válvula de aire y vacío en el PI-118, se encuentra a una altura de 256.29 msnm.

Figura 33 Perfil: (del PI-115 al PI-165) comunidad las Mercedes



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-115 al PI-165: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá de colocar una tubería de \varnothing 2 "PVC SDR -26, se tendrá que ubicar una válvula de aire y vacío en el PI-157, se encuentra a una altura de 267.05 msnm.

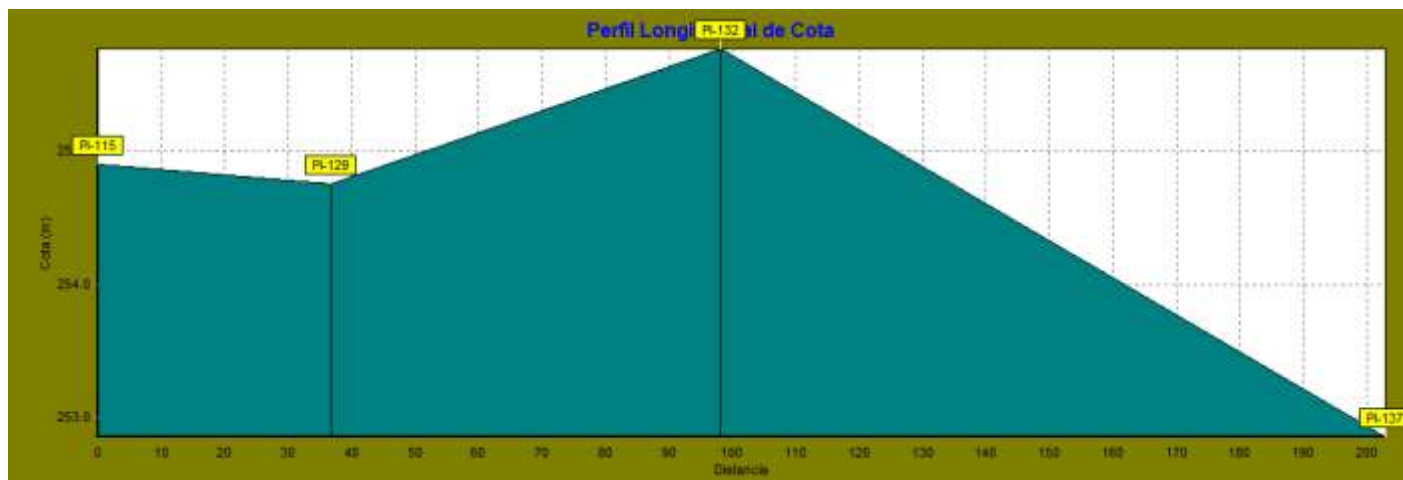
Figura 34 Perfil: (del PI-153 al PI-127) comunidad las Mercedes



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-153 al PI-127: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá de colocar una tubería de \varnothing 2 "PVC SDR -26. se tendrá que ubicar una válvula de aire y vacío en el PI-152, se encuentra a una altura de 261.09 msnm.

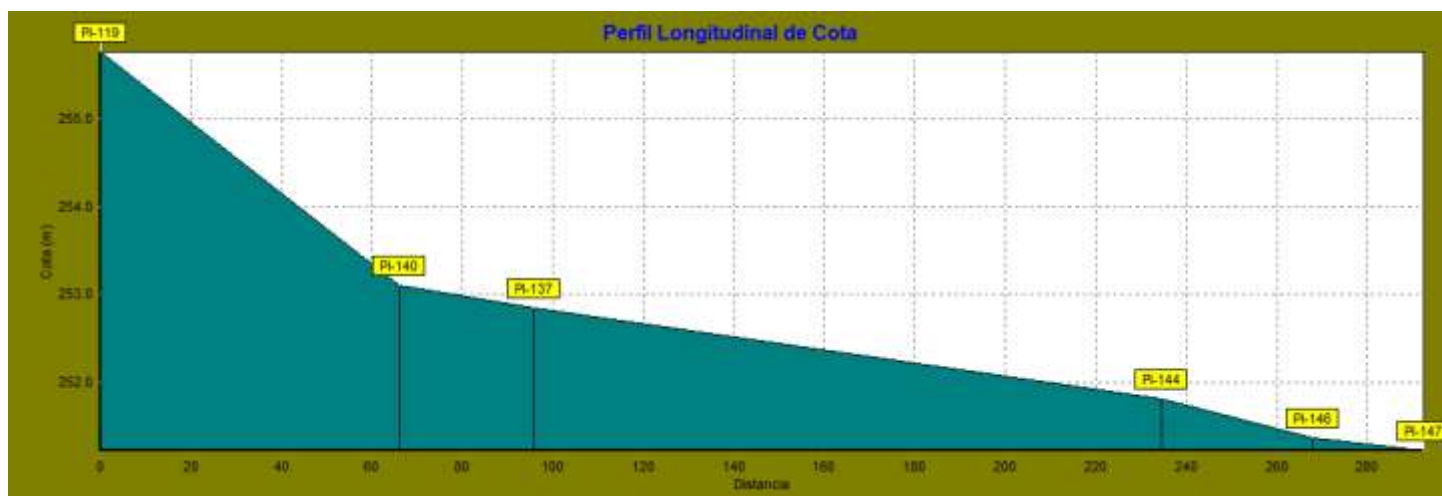
Figura 35 Perfil: (del PI-115 al PI-137) comunidad las Mercedes



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-115 al PI-137: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá de colocar una tubería de Ø 2 "PVC SDR -26. Se tendrá que ubicar una válvula de aire y vacío en el PI-132, se encuentra a una altura de 255.77 msnm.

Figura 36 Perfil: (del PI-119 al PI-147) comunidad las Mercedes



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-119 al PI-147: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá de colocar una tubería de Ø 2 "PVC SDR -26.

Figura 37 Perfil: (del PI-127 al PI-198) comunidad las Mercedes



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-127 al PI-198: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá de colocar una tubería de $\varnothing 2$ "PVC SDR -26. Se tendrá que ubicar una válvula de aire y vacío en el PI-188, se encuentra a una altura de 258.11 msnm.

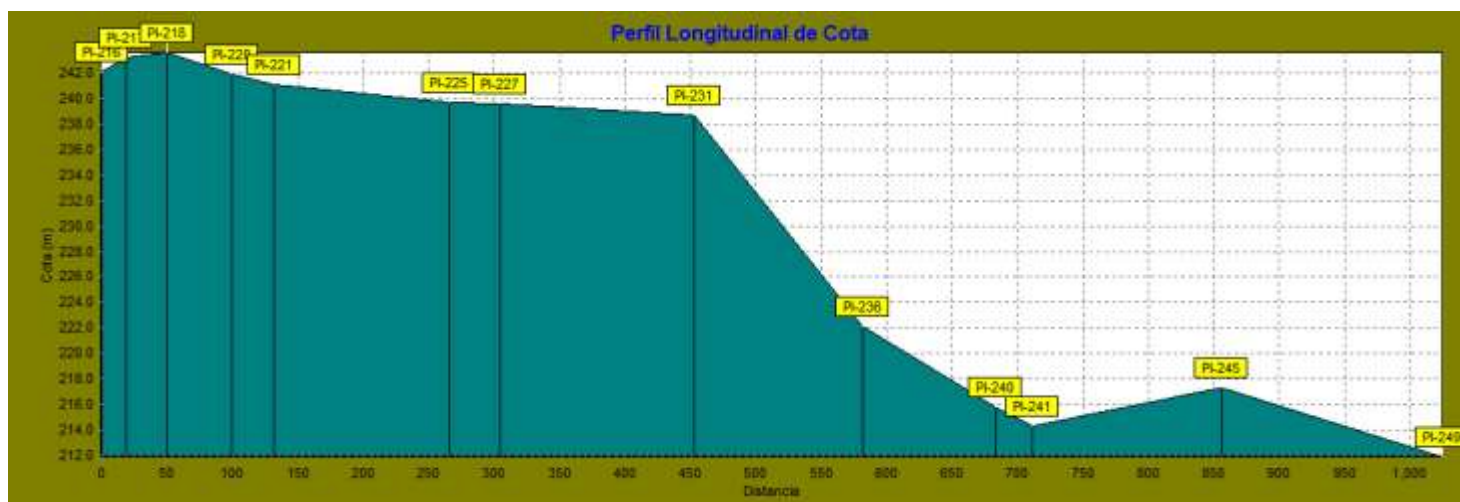
Figura 38 Perfil: (del PI-198 al PI-227) comunidad las Mercedes



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-198 al PI-227: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá de colocar una tubería de $\varnothing 2$ "PVC SDR -26. Se tendrá que ubicar una válvula de aire y vacío en el PI-218, se encuentra a una altura de 243.66 msnm.

Figura 39 Perfil: (del PI-227 al PI-249) comunidad las Mercedes



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-227 al PI-249: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá de colocar una tubería de \varnothing 2 "PVC SDR -26. Se tendrá que ubicar una válvula de aire y vacío en el PI-245, se encuentra a una altura de 217.28 msnm.

Figura 40 Perfil: (del PI-182 al PI-271) comunidad las Mercedes



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-182 al PI-271: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá de colocar una tubería de \varnothing 2 "PVC SDR -26. Se tendrá que ubicar una válvula de aire y vacío en el PI-256, se encuentra a una altura de 259.13 msnm.

Los resultados de la simulación hidráulica muestran que las presiones en estos nodos están dentro del rango permisible pese al comportamiento según el perfil.

Figura 41 Perfil: (del PI-103 al PI-308) comunidad San Juan de la Sierra



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-103 al PI-308: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá de colocar una tubería de \varnothing 2 "PVC SDR -26. Se tendrá que ubicar una válvula de aire y vacío en el PI-279, se encuentra a una altura de 255.32 msnm.

Figura 42 Perfil: (del PI-308 al PI-348) comunidad San Juan de la Sierra



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-308 al PI-348: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá de colocar una tubería de \varnothing 2 "PVC SDR -26. Se tendrá que ubicar una válvula de aire y vacío en el PI-311 y el PI- 339, se encuentra a una altura de 231.34 msnm Y 227.40 msnm respectivamente.

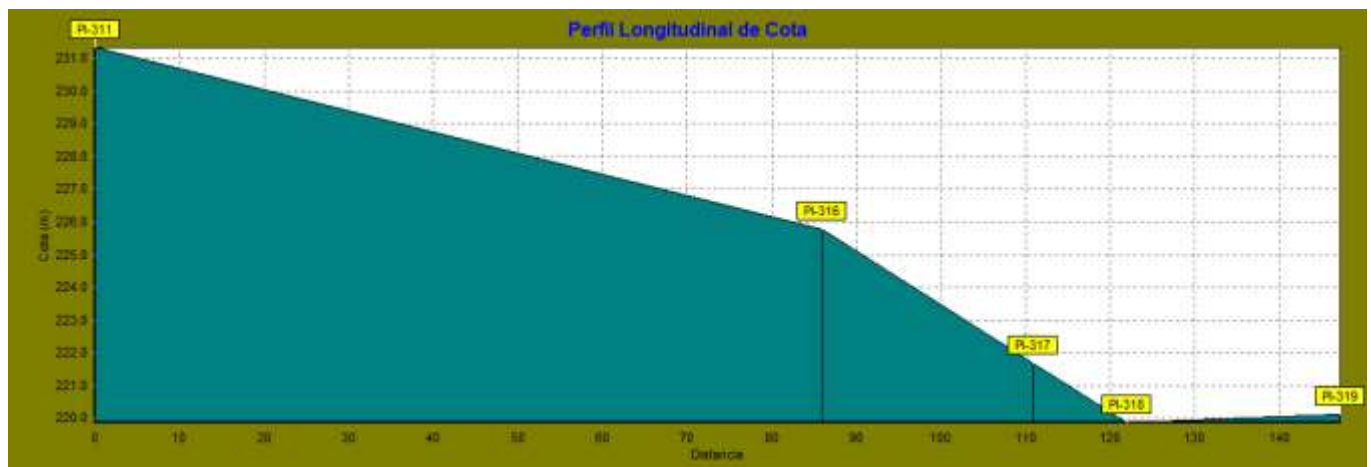
Figura 43 Perfil: (del PI-318 al PI-360) comunidad San Juan de la Sierra



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-318 al PI-360: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá de colocar una tubería de Ø 2 "PVC SDR -26. Se tendrá que ubicar una válvula de aire y vacío en el PI-324, se encuentra a una altura de 226.37 msnm.

Figura 44 Perfil: (del PI-311 al PI-319) comunidad San Juan de la Sierra



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-311 al PI-319: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá de colocar una tubería de Ø 2 "PVC SDR -26.

Figura 45 Perfil: (del PI-360 al PI-387) comunidad San Juan de la Sierra



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-360 al PI-387: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá de colocar una tubería de Ø 2 "PVC SDR -26.

Figura 46 Perfil: (del PI-387 al PI-420) comunidad San Juan de la Sierra



Fuente: Modelación hidráulica en Epanet

Del PI-387 al PI-420: Las presiones se encuentran en el rango permisible; se deberá de colocar una tubería de Ø 2 "PVC SDR -26. Se tendrá que ubicar una válvula de aire y vacío en el PI-391 y en PI-408, se encuentran a una altura de 194.02 msnm y 177.63 respectivamente.

Los resultados de la simulación hidráulica en la línea de distribución muestran que las presiones en estos nodos están dentro del rango permisible.

En la línea de distribución: Se colocarán válvulas de aire y vacío en aquellos puntos donde existe la posibilidad de acumulación de bolsas de aire. Del mismo modo; se recomienda instalar válvulas de escape de aire en puntos altos y a intervalos de 500 a 700 metros en tramos horizontales largos que carecen de un punto alto claramente definido y se observa cambio de gradiente.

Tabla 43 Para la Red de distribución:

| Consolidado de Válvulas de Aire y Vacío Red de Distribución | | |
|--|---|----------------------|
| Ubicación | Válvula de Aire y Vacío de Hierro Fundido Diám.=2" | Altura (msnm) |
| PI-96 | 2" | 269.07 |
| PI-50 | 2" | 289.66 |
| PI-58 | 2" | 286.26 |
| PI-46 | 2" | 293.64 |
| PI-118 | 2" | 256.29 |
| PI-157 | 2" | 267.05 |
| PI-152 | 2" | 261.09 |
| PI-132 | 2" | 255.77 |
| PI-188 | 2" | 258.11 |
| PI-218 | 2" | 243.66 |
| PI-245 | 2" | 217.28 |
| PI-256 | 2" | 259.13 |
| PI-279 | 2" | 255.32 |
| PI-311 | 2" | 231.34 |
| PI-339 | 2" | 227.4 |
| PI-324 | 2" | 226.37 |
| PI-391 | 2" | 194.02 |
| PI-408 | 2" | 177.63 |

Tabla 44 Para la Red de distribución: Consumo máxima hora – nodos

| Tabla de Red - Nodos | | | |
|-----------------------------|-------------|----------------|----------------|
| | Cota | Demanda | Presión |
| ID Nudo | m | LPS | m |
| Conexión PI-1 | 346.25 | 0 | 13.37 |
| Conexión PI-1-1 | 344 | 0 | 25.53 |
| Conexión PI-3 | 342.21 | 0.01 | 16.46 |
| Conexión PI-4 | 340.71 | 0.03 | 16.96 |
| Conexión PI-6 | 338.42 | 0.03 | 19.25 |
| Conexión PI-7 | 339.18 | 0.03 | 17.43 |
| Conexión PI-13 | 333.01 | 0.06 | 21.51 |
| Conexión PI-18 | 322.65 | 0 | 28.83 |
| Conexión PI-19 | 321.53 | 0 | 29.66 |
| Conexión PI-20 | 319.99 | 0.01 | 30.82 |
| Conexión PI-23 | 315.61 | 0.01 | 33.71 |
| Conexión PI-24 | 314.1 | 0.01 | 34.84 |
| Conexión PI-25 | 313.24 | 0.01 | 35.06 |
| Conexión PI-28 | 310.15 | 0.04 | 37.35 |
| Conexión PI-32 | 310.26 | 0.06 | 36.24 |
| Conexión PI-36 | 306.1 | 0.1 | 38.65 |
| Conexión PI-38 | 300.4 | 0.14 | 43.18 |
| Conexión PI-39 | 297.78 | 0.09 | 44.9 |
| Conexión PI-39-1 | 297.78 | 0 | 40 |

Tabla 45 Para la Red de distribución:

| Tabla de Red - Nodos | | | |
|----------------------|--------|---------|---------|
| | Cota | Demanda | Presión |
| ID Nudo | m | LPS | m |
| Conexión PI-44 | 291.24 | 0.13 | 32.28 |
| Conexión PI-46 | 293.64 | 0.06 | 29.24 |
| Conexión PI-48 | 293.15 | 0.01 | 29.51 |
| Conexión PI-49 | 291.11 | 0.01 | 31.08 |
| Conexión PI-50 | 289.66 | 0.06 | 32.1 |
| Conexión PI-52 | 286.1 | 0 | 35.66 |
| Conexión PI-53 | 283.96 | 0 | 37.79 |
| Conexión PI-55 | 282.92 | 0.01 | 38.83 |
| Conexión PI-58 | 286.26 | 0.04 | 35.49 |
| Conexión PI-62 | 281.78 | 0.04 | 39.97 |
| Conexión PI-64 | 287.33 | 0.07 | 33.71 |
| Conexión PI-65 | 287.17 | 0 | 33.91 |
| Conexión PI-66 | 288.86 | 0 | 32.46 |
| Conexión PI-72 | 283.72 | 0.01 | 37.32 |
| Conexión PI-73 | 284.02 | 0.06 | 31.85 |
| Conexión PI-76 | 283.41 | 0 | 32.46 |
| Conexión PI-77 | 282.38 | 0.01 | 33.49 |
| Conexión PI-80 | 279.31 | 0 | 36.56 |
| Conexión PI-81 | 278.52 | 0.01 | 37.35 |
| Conexión PI-83 | 282.2 | 0.03 | 30.68 |
| Conexión PI-84 | 281.18 | 0.01 | 30.13 |
| Conexión PI-85 | 280.03 | 0 | 29.12 |
| Conexión PI-87 | 277.6 | 0 | 26.26 |
| Conexión PI-90 | 271.06 | 0 | 27.7 |

Tabla 46 *Para la Red de distribución:*

| Tabla de Red - Nudos | | | |
|----------------------|--------|---------|---------|
| | Cota | Demanda | Presión |
| ID Nudo | m | LPS | m |
| Conexión PI-94 | 268.39 | 0 | 22.28 |
| Conexión PI-96 | 269.07 | 0 | 19.32 |
| Conexión PI-97 | 267.61 | 0 | 19.83 |
| Conexión PI-101 | 262.96 | 0.01 | 20.68 |
| Conexión PI-103 | 259.35 | 0.01 | 20.63 |
| Conexión PI-103-1 | 259.35 | 0 | 20.63 |
| Conexión PI-103-2 | 259.35 | 0 | 20.63 |
| Conexión PI-104 | 250.59 | 0 | 29.03 |
| Conexión PI-107 | 249.61 | 0.03 | 29.41 |
| Conexión PI-108 | 248.81 | 0.03 | 30.16 |
| Conexión PI-109 | 247.18 | 0 | 31.72 |
| Conexión PI-112 | 244.47 | 0.01 | 34.03 |
| Conexión PI-115 | 254.9 | 0.07 | 22.91 |
| Conexión PI-118 | 256.29 | 0.04 | 21.45 |
| Conexión PI-119 | 255.77 | 0 | 21.97 |
| Conexión PI-121 | 254.11 | 0 | 23.62 |
| Conexión PI-122 | 253.5 | 0.01 | 24.22 |
| Conexión PI-124 | 250.12 | 0 | 27.58 |
| Conexión PI-126 | 247.11 | 0.01 | 30.58 |
| Conexión PI-127 | 246.17 | 0 | 31.51 |
| Conexión PI-129 | 254.75 | 0 | 23.04 |
| Conexión PI-132 | 255.77 | 0.04 | 22 |
| Conexión PI-137 | 252.85 | 0.03 | 24.89 |

Tabla 47 Para la Red de distribución:

| Tabla de Red - Nudos | | | |
|----------------------|--------|---------|---------|
| | Cota | Demanda | Presión |
| ID Nudo | m | LPS | m |
| Conexión PI-140 | 253.1 | 0.04 | 24.64 |
| Conexión PI-144 | 251.81 | 0.04 | 25.93 |
| Conexión PI-146 | 251.37 | 0 | 26.37 |
| Conexión PI-147 | 251.22 | 0.01 | 26.52 |
| Conexión PI-149 | 256.75 | 0.01 | 20.98 |
| Conexión PI-151 | 259.93 | 0 | 17.8 |
| Conexión PI-152 | 261.09 | 0.1 | 16.63 |
| Conexión PI-153 | 259.78 | 0.04 | 17.96 |
| Conexión PI-169 | 261.96 | 0.01 | 15.78 |
| Conexión PI-157 | 267.05 | 0.07 | 10.67 |
| Conexión PI-159 | 263.83 | 0 | 13.89 |
| Conexión PI-161 | 263.69 | 0.01 | 14.03 |
| Conexión PI-162 | 264.21 | 0 | 13.51 |
| Conexión PI-165 | 268.43 | 0.04 | 9.29 |
| Conexión PI-180 | 246.48 | 0 | 31.16 |
| Conexión PI-181 | 248.25 | 0 | 29.37 |
| Conexión PI-182 | 249.3 | 0 | 28.31 |
| Conexión PI-184 | 251.83 | 0 | 25.77 |
| Conexión PI-186 | 255.65 | 0.01 | 21.94 |
| Conexión PI-187 | 257.05 | 0.04 | 20.53 |
| Conexión PI-188 | 258.11 | 0 | 19.47 |
| Conexión PI-190 | 257.28 | 0.03 | 20.27 |
| Conexión PI-193 | 257.44 | 0.03 | 20.11 |
| Conexión PI-195 | 256.32 | 0.04 | 21.23 |
| Conexión PI-197 | 254.94 | 0 | 22.6 |

Tabla 48 Para la Red de distribución:

| Tabla de Red - Nudos | | | |
|----------------------|--------|---------|---------|
| | Cota | Demanda | Presión |
| ID Nudo | m | LPS | m |
| Conexión PI-198 | 254.57 | 0 | 22.97 |
| Conexión PI-199 | 253.48 | 0 | 24.06 |
| Conexión PI-199-1 | 253.48 | 0 | 10 |
| Conexión PI-203 | 251.22 | 0 | 12.25 |
| Conexión PI-205 | 249.78 | 0.01 | 13.68 |
| Conexión PI-206 | 249.08 | 0 | 14.38 |
| Conexión PI-207 | 248.13 | 0 | 15.33 |
| Conexión PI-208 | 247.21 | 0 | 16.24 |
| Conexión PI-212 | 240.9 | 0.04 | 22.55 |
| Conexión PI-216 | 242.12 | 0 | 21.33 |
| Conexión PI-217 | 243.26 | 0 | 20.18 |
| Conexión PI-218 | 243.66 | 0 | 19.78 |
| Conexión PI-220 | 241.94 | 0 | 21.5 |
| Conexión PI-221 | 241.12 | 0 | 22.32 |
| Conexión PI-225 | 239.71 | 0 | 23.73 |
| Conexión PI-227 | 239.61 | 0 | 23.83 |
| Conexión PI-231 | 238.68 | 0 | 24.75 |
| Conexión PI-236 | 222.13 | 0.01 | 41.3 |
| Conexión PI-240 | 215.83 | 0.01 | 47.59 |
| Conexión PI-241 | 214.31 | 0 | 49.11 |
| Conexión PI-245 | 217.28 | 0 | 46.14 |
| Conexión PI-249 | 211.86 | 0.04 | 51.56 |
| Conexión PI-253 | 250.19 | 0 | 27.42 |
| Conexión PI-252 | 257.05 | 0 | 20.55 |
| Conexión PI-254 | 252.67 | 0 | 24.94 |

Tabla 49 Para la Red de distribución:

| Tabla de Red - Nudos | | | |
|----------------------|--------|---------|---------|
| | Cota | Demanda | Presión |
| ID Nudo | m | LPS | m |
| Conexión PI-256 | 259.13 | 0.03 | 18.46 |
| Conexión PI-261 | 248.51 | 0.01 | 29.07 |
| Conexión PI-262 | 247.12 | 0 | 30.46 |
| Conexión PI-263 | 246.32 | 0 | 31.26 |
| Conexión PI-265 | 247.47 | 0 | 30.11 |
| Conexión PI-267 | 252.44 | 0 | 25.14 |
| Conexión PI-268 | 258.52 | 0 | 19.06 |
| Conexión PI-271 | 261.26 | 0.07 | 16.32 |
| Conexión PI-273 | 258.33 | 0.07 | 19.47 |
| Conexión PI-276 | 254.1 | 0.01 | 21.6 |
| Conexión PI-279 | 255.32 | 0 | 17.98 |
| Conexión PI-281 | 254.02 | 0.01 | 18.29 |
| Conexión PI-282 | 251.74 | 0.03 | 19.82 |
| Conexión PI-285 | 245.22 | 0.07 | 24.55 |
| Conexión PI-287 | 239.06 | 0.03 | 29.21 |
| Conexión PI-289 | 244.18 | 0.03 | 24.09 |
| Conexión PI-291 | 250.23 | 0.04 | 18.04 |
| Conexión PI-292 | 239.42 | 0.01 | 27.93 |
| Conexión PI-299 | 239.54 | 0.03 | 24.38 |
| Conexión PI-300 | 238.41 | 0.04 | 24.89 |
| Conexión PI-304 | 234.89 | 0.03 | 27.37 |
| Conexión PI-306 | 232.42 | 0.01 | 28.82 |
| Conexión PI-308 | 232 | 0.03 | 28.24 |
| Conexión PI-309 | 231.13 | 0.06 | 28.71 |
| Conexión PI-310 | 230.89 | 0 | 28.72 |

Tabla 50 Para la Red de distribución:

| Tabla de Red - Nudos | | | |
|----------------------|--------|---------|---------|
| | Cota | Demanda | Presión |
| ID Nudo | m | LPS | m |
| Conexión PI-311 | 231.34 | 0.01 | 28.13 |
| Conexión PI-316 | 225.78 | 0.06 | 33.44 |
| Conexión PI-317 | 221.68 | 0 | 37.54 |
| Conexión PI-318 | 219.86 | 0.01 | 39.36 |
| Conexión PI-319 | 220.12 | 0.04 | 39.1 |
| Conexión PI-320 | 225.26 | 0 | 33.92 |
| Conexión PI-321 | 225.98 | 0.01 | 33.16 |
| Conexión PI-324 | 226.37 | 0.04 | 32.65 |
| Conexión PI-325 | 224.51 | 0 | 34.45 |
| Conexión PI-326 | 223.92 | 0 | 35.02 |
| Conexión PI-327 | 223.68 | 0.04 | 35.24 |
| Conexión PI-328 | 230.42 | 0.01 | 28.99 |
| Conexión PI-332 | 227.03 | 0.06 | 32.38 |
| Conexión PI-333 | 226.88 | 0 | 32.53 |
| Conexión PI-336 | 228.39 | 0.04 | 31.02 |
| Conexión PI-338 | 227.17 | 0.09 | 31.93 |
| Conexión PI-339 | 227.4 | 0.03 | 31.64 |
| Conexión PI-341 | 229.64 | 0.01 | 29.4 |
| Conexión PI-347 | 223.16 | 0.01 | 35.85 |
| Conexión PI-348 | 222.83 | 0.04 | 36.18 |
| Conexión PI-349 | 226.35 | 0 | 32.67 |
| Conexión PI-342 | 226.34 | 0.01 | 32.69 |
| Conexión PI-343 | 225.89 | 0.01 | 33.13 |
| Conexión PI-345 | 225.28 | 0.06 | 33.74 |
| Conexión PI-346 | 223.5 | 0.06 | 35.51 |

Tabla 51 Para la Red de distribución:

| Tabla de Red - Nudos | | | |
|----------------------|-----------|----------------|--------------|
| ID Nudo | Cota m | Demanda LPS | Presión m |
| Conexión PI-353 | 223 | 0.07 | 35.67 |
| Conexión PI-354 | 222.82 | 0.01 | 35.79 |
| Conexión PI-356 | 221.2 | 0.07 | 37.09 |
| Conexión PI-359 | 215.08 | 0.07 | 42.69 |
| Conexión PI-360 | 214.82 | 0.01 | 42.88 |
| Conexión PI-361 | 214.1 | 0.03 | 43.48 |
| Conexión PI-362 | 213.51 | 0.03 | 43.96 |
| Conexión PI-363 | 212.62 | 0 | 44.77 |
| Conexión PI-365 | 210.14 | 0.01 | 47.09 |
| Conexión PI-366 | 209.81 | 0.03 | 47.33 |
| Conexión PI-369 | 211.78 | 0.04 | 45.17 |
| Conexión PI-371 | 212.35 | 0.03 | 44.53 |
| Conexión PI-372 | 212.69 | 0 | 44.15 |
| Conexión PI-374 | 211.95 | 0.07 | 44.69 |
| Conexión PI-376 | 205.32 | 0.07 | 51.24 |
| Conexión PI-377 | 203.1 | 0.01 | 53.43 |
| Conexión PI-378 | 200.39 | 0.03 | 56.1 |
| Conexión PI-378-1 | 200.39 | 0 | 20 |
| Conexión PI-379 | 203.83 | 0.01 | 52.66 |
| Conexión PI-381 | 203.64 | 0.06 | 52.85 |
| Conexión PI-385 | 195.4 | 0.07 | 24.91 |
| Conexión PI-387 | 193.96 | 0.06 | 26.33 |
| Conexión PI-389 | 193.24 | 0 | 27.03 |
| Conexión PI-391 | 194.02 | 0.04 | 26.24 |
| Conexión PI-393 | 190.08 | 0 | 30.17 |
| Conexión PI-396 | 187.51 | 0 | 32.73 |
| Conexión PI-399 | 182.44 | 0.04 | 37.79 |
| Conexión PI-400 | 182.05 | 0 | 38.18 |
| Conexión PI-405 | 175.14 | 0.06 | 45.08 |
| Conexión PI-406 | 174.25 | 0 | 45.97 |
| Conexión PI-408 | 177.63 | 0 | 42.59 |
| Conexión PI-410 | 175.56 | 0 | 44.66 |
| Conexión PI-412 | 164.41 | 0 | 55.81 |
| Conexión PI-413 | 164.72 | 0 | 55.5 |
| Conexión PI-416 | 168.19 | 0 | 52.03 |
| Conexión PI-420 | 176.23 | 0.04 | 43.99 |
| Embalse EMB1 | 344 | -4.95 | 0 |
| Depósito DEP1 | 359.14 | 0.63 | 1 |

Tabla 52 Consumo máxima hora – tubería

| Tabla de Red - Líneas | | | | |
|-----------------------|--------|-----------|-------------|--------------------|
| | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. | Factor de Fricción |
| ID Línea | LPS | m/s | m/km | |
| Tubería L-2 | 4.32 | 0.98 | 12.54 | 0.019 |
| Tubería L-3 | 4.32 | 0.98 | 12.54 | 0.019 |
| Tubería L-4 | 4.31 | 0.98 | 12.49 | 0.019 |
| Tubería L-5 | 0.03 | 0.01 | 0 | 0.035 |
| Tubería L-6 | 4.25 | 0.96 | 12.17 | 0.019 |
| Tubería L-7 | 4.22 | 0.96 | 12.01 | 0.019 |
| Tubería L-8 | 4.16 | 0.94 | 11.7 | 0.019 |
| Tubería L-9 | 4.16 | 0.94 | 11.7 | 0.019 |
| Tubería L-10 | 4.16 | 0.94 | 11.7 | 0.019 |
| Tubería L-11 | 4.15 | 0.94 | 11.64 | 0.019 |
| Tubería L-12 | 4.14 | 0.94 | 11.59 | 0.019 |
| Tubería L-13 | 4.13 | 0.93 | 11.54 | 0.019 |
| Tubería L-14 | 4.12 | 0.93 | 11.49 | 0.019 |
| Tubería L-15 | 4.08 | 0.92 | 11.28 | 0.019 |
| Tubería L-16 | 4.02 | 0.91 | 10.98 | 0.02 |
| Tubería L-17 | 3.92 | 0.89 | 10.48 | 0.02 |
| Tubería L-18 | 3.78 | 0.86 | 9.8 | 0.02 |
| Tubería L-19 | 3.69 | 1.88 | 67.51 | 0.019 |
| Tubería L-20 | 1.38 | 0.7 | 10.89 | 0.022 |
| Tubería L-21 | 1.32 | 0.67 | 10.02 | 0.022 |
| Tubería L-22 | 1.31 | 0.67 | 9.88 | 0.022 |
| Tubería L-23 | 1.3 | 0.66 | 9.74 | 0.022 |
| Tubería L-24 | 0.09 | 0.05 | 0.07 | 0.032 |
| Tubería L-25 | 0.09 | 0.05 | 0.07 | 0.033 |

Tabla 53 Para la Red de distribución:

| Tabla de Red - Líneas | | | | |
|-----------------------|--------|-----------|-------------|--------------------|
| | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. | Factor de Fricción |
| ID Línea | LPS | m/s | m/km | |
| Tubería L-26 | 0.09 | 0.05 | 0.07 | 0.033 |
| Tubería L-27 | 0.08 | 0.04 | 0.06 | 0.033 |
| Tubería L-28 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.036 |
| Tubería L-29 | 2.18 | 1.11 | 25.52 | 0.02 |
| Tubería L-33 | 0.01 | 0.01 | 0 | 0.028 |
| Tubería L-30 | 1.15 | 0.58 | 7.77 | 0.022 |
| Tubería L-31 | 1.15 | 0.58 | 7.76 | 0.022 |
| Tubería L-32 | 1.15 | 0.58 | 7.76 | 0.022 |
| Tubería L-34 | 3.25 | 1.66 | 53.36 | 0.019 |
| Tubería L-35 | 0.02 | 0.01 | 0 | 0.041 |
| Tubería L-36 | 0.02 | 0.01 | 0 | 0.04 |
| Tubería L-37 | 0.01 | 0.01 | 0 | 0.025 |
| Tubería L-38 | 0.01 | 0.01 | 0 | 0.123 |
| Tubería L-39 | 3.17 | 1.61 | 50.96 | 0.019 |
| Tubería L-40 | 3.14 | 1.6 | 50.07 | 0.019 |
| Tubería L-41 | 3.13 | 1.59 | 49.77 | 0.019 |
| Tubería L-42 | 3.13 | 1.59 | 49.77 | 0.019 |
| Tubería L-43 | 3.13 | 1.59 | 49.77 | 0.019 |
| Tubería L-44 | 3.13 | 1.59 | 49.77 | 0.019 |
| Tubería L-45 | 3.13 | 1.59 | 49.77 | 0.019 |
| Tubería L-46 | 3.13 | 1.59 | 49.77 | 0.019 |
| Tubería L-47 | 3.13 | 1.59 | 49.77 | 0.019 |
| Tubería L-48 | 3.12 | 1.59 | 49.48 | 0.019 |
| Tubería L-49 | 1.01 | 0.51 | 6.13 | 0.023 |
| Tubería L-50 | 1.01 | 0.51 | 6.13 | 0.023 |
| Tubería L-51 | 0.98 | 0.5 | 5.79 | 0.023 |

Tabla 54 Para la Red de distribución:

| Tabla de Red - Líneas | | | | |
|-----------------------|--------|-----------|-------------|--------------------|
| | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. | Factor de Fricción |
| ID Línea | LPS | m/s | m/km | |
| Tubería L-52 | 0.95 | 0.48 | 5.47 | 0.023 |
| Tubería L-53 | 0.95 | 0.48 | 5.47 | 0.023 |
| Tubería L-54 | 0.94 | 0.48 | 5.36 | 0.023 |
| Tubería L-55 | 0.32 | 0.17 | 0.75 | 0.027 |
| Tubería L-56 | 0.28 | 0.14 | 0.59 | 0.027 |
| Tubería L-57 | 0.2 | 0.1 | 0.32 | 0.029 |
| Tubería L-58 | 0.2 | 0.1 | 0.32 | 0.029 |
| Tubería L-59 | 0.19 | 0.1 | 0.29 | 0.029 |
| Tubería L-60 | 0.19 | 0.1 | 0.29 | 0.029 |
| Tubería L-61 | 0.18 | 0.09 | 0.26 | 0.029 |
| Tubería L-62 | 0.23 | 0.12 | 0.38 | 0.028 |
| Tubería L-63 | 0.23 | 0.12 | 0.38 | 0.028 |
| Tubería L-64 | 0.19 | 0.09 | 0.27 | 0.029 |
| Tubería L-65 | -0.07 | 0.03 | 0.04 | 0.034 |
| Tubería L-66 | -0.11 | 0.05 | 0.09 | 0.032 |
| Tubería L-67 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.035 |
| Tubería L-68 | 0.01 | 0.01 | 0 | 0.042 |
| Tubería L-69 | 0.01 | 0.01 | 0 | 0.029 |
| Tubería L-70 | -0.15 | 0.07 | 0.17 | 0.03 |
| Tubería L-71 | -0.14 | 0.07 | 0.15 | 0.031 |
| Tubería L-72 | -0.14 | 0.07 | 0.15 | 0.031 |
| Tubería L-73 | -0.32 | 0.16 | 0.73 | 0.027 |
| Tubería L-74 | 0.12 | 0.06 | 0.12 | 0.031 |
| Tubería L-75 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.036 |

Tabla 55 Para la Red de distribución:

| Tabla de Red - Líneas | | | | |
|-----------------------|--------|-----------|-------------|--------------------|
| | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. | Factor de Fricción |
| ID Línea | LPS | m/s | m/km | |
| Tubería L-76 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.035 |
| Tubería L-77 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.035 |
| Tubería L-78 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.037 |
| Tubería L-79 | 0.01 | 0.01 | 0 | 0.048 |
| Tubería L-80 | 0.15 | 0.08 | 0.18 | 0.03 |
| Tubería L-81 | 0.19 | 0.09 | 0.26 | 0.029 |
| Tubería L-82 | 0.37 | 0.19 | 0.95 | 0.026 |
| Tubería L-83 | 0.37 | 0.19 | 0.95 | 0.026 |
| Tubería L-84 | 0.37 | 0.19 | 0.95 | 0.026 |
| Tubería L-85 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.029 |
| Tubería L-86 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.029 |
| Tubería L-87 | 0.25 | 0.13 | 0.46 | 0.028 |
| Tubería L-88 | 0.21 | 0.11 | 0.33 | 0.029 |
| Tubería L-89 | 0.21 | 0.11 | 0.33 | 0.029 |
| Tubería L-90 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.039 |
| Tubería L-91 | 0.15 | 0.08 | 0.18 | 0.03 |
| Tubería L-92 | 0.11 | 0.06 | 0.1 | 0.031 |
| Tubería L-93 | 0.11 | 0.06 | 0.1 | 0.032 |
| Tubería L-94 | 0.11 | 0.06 | 0.1 | 0.032 |
| Tubería L-95 | 0.11 | 0.06 | 0.1 | 0.032 |
| Tubería L-96 | 0.11 | 0.06 | 0.1 | 0.032 |
| Tubería L-97 | 0.1 | 0.05 | 0.08 | 0.032 |
| Tubería L-98 | 0.1 | 0.05 | 0.08 | 0.032 |
| Tubería L-99 | 0.1 | 0.05 | 0.08 | 0.032 |
| Tubería L-100 | 0.1 | 0.05 | 0.08 | 0.032 |

Tabla 56 Para la Red de distribución:

| Tabla de Red - Líneas | | | | |
|-----------------------|--------|-----------|-------------|--------------------|
| | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. | Factor de Fricción |
| ID Línea | LPS | m/s | m/km | |
| Tubería L-101 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.034 |
| Tubería L-102 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.035 |
| Tubería L-103 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.034 |
| Tubería L-104 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.035 |
| Tubería L-105 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.034 |
| Tubería L-106 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.035 |
| Tubería L-107 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.034 |
| Tubería L-108 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.035 |
| Tubería L-109 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.035 |
| Tubería L-110 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.036 |
| Tubería L-111 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.036 |
| Tubería L-112 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.037 |
| Tubería L-113 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.037 |
| Tubería L-114 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.034 |
| Tubería L-115 | 0.17 | 0.09 | 0.23 | 0.03 |
| Tubería L-116 | 0.17 | 0.09 | 0.23 | 0.03 |
| Tubería L-117 | 0.17 | 0.09 | 0.23 | 0.03 |
| Tubería L-118 | 0.11 | 0.06 | 0.1 | 0.032 |
| Tubería L-119 | 0.08 | 0.04 | 0.06 | 0.033 |
| Tubería L-120 | 0.07 | 0.04 | 0.04 | 0.034 |
| Tubería L-121 | 0.07 | 0.04 | 0.04 | 0.034 |
| Tubería L-122 | 0.07 | 0.04 | 0.04 | 0.034 |
| Tubería L-123 | 0.07 | 0.04 | 0.04 | 0.033 |
| Tubería L-124 | 0.07 | 0.04 | 0.04 | 0.034 |

Tabla 57 Para la Red de distribución:

| Tabla de Red - Líneas | | | | |
|-----------------------|--------|-----------|-------------|--------------------|
| | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. | Factor de Fricción |
| ID Línea | LPS | m/s | m/km | |
| Tubería L-125 | 0.07 | 0.04 | 0.04 | 0.034 |
| Tubería L-126 | 2.1 | 1.07 | 23.77 | 0.02 |
| Tubería L-127 | 2.03 | 1.03 | 22.32 | 0.02 |
| Tubería L-128 | 2.02 | 1.03 | 22.12 | 0.021 |
| Tubería L-129 | 2.02 | 1.03 | 22.12 | 0.021 |
| Tubería L-130 | 2.01 | 1.02 | 21.92 | 0.021 |
| Tubería L-131 | 1.98 | 1.01 | 21.31 | 0.021 |
| Tubería L-132 | 1.91 | 0.97 | 19.94 | 0.021 |
| Tubería L-133 | 0.07 | 0.04 | 0.04 | 0.034 |
| Tubería L-134 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.037 |
| Tubería L-135 | 1.81 | 0.92 | 18.05 | 0.021 |
| Tubería L-136 | 1.8 | 0.92 | 17.86 | 0.021 |
| Tubería L-137 | 1.77 | 0.9 | 17.32 | 0.021 |
| Tubería L-138 | 1.73 | 0.88 | 16.6 | 0.021 |
| Tubería L-139 | 1.7 | 0.87 | 16.07 | 0.021 |
| Tubería L-140 | 1.69 | 0.86 | 15.9 | 0.021 |
| Tubería L-141 | 1.66 | 0.85 | 15.38 | 0.021 |
| Tubería L-142 | 1.6 | 0.81 | 14.36 | 0.021 |
| Tubería L-143 | 1.6 | 0.81 | 14.36 | 0.021 |
| Tubería L-144 | 0.68 | 0.35 | 2.96 | 0.024 |
| Tubería L-145 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.036 |
| Tubería L-146 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.036 |
| Tubería L-147 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.037 |
| Tubería L-148 | 0.57 | 0.29 | 2.14 | 0.025 |
| Tubería L-149 | 0.57 | 0.29 | 2.14 | 0.025 |
| Tubería L-150 | 0.56 | 0.29 | 2.07 | 0.025 |

Tabla 58 Para la Red de distribución:

| Tabla de Red - Líneas | | | | |
|-----------------------|--------|-----------|-------------|--------------------|
| | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. | Factor de Fricción |
| ID Línea | LPS | m/s | m/km | |
| Tubería L-151 | 0.52 | 0.27 | 1.81 | 0.025 |
| Tubería L-152 | 0.52 | 0.27 | 1.81 | 0.025 |
| Tubería L-153 | 0.52 | 0.27 | 1.81 | 0.025 |
| Tubería L-154 | 0.91 | 0.46 | 5.02 | 0.023 |
| Tubería L-155 | 0.1 | 0.05 | 0.08 | 0.032 |
| Tubería L-156 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.038 |
| Tubería L-157 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.036 |
| Tubería L-158 | 0.8 | 0.41 | 3.96 | 0.024 |
| Tubería L-159 | 0.71 | 0.36 | 3.17 | 0.024 |
| Tubería L-160 | 0.01 | 0.01 | 0 | 0.051 |
| Tubería L-161 | 0.19 | 0.1 | 0.28 | 0.029 |
| Tubería L-162 | 0.18 | 0.09 | 0.25 | 0.029 |
| Tubería L-163 | 0.17 | 0.09 | 0.23 | 0.03 |
| Tubería L-164 | 0.11 | 0.06 | 0.1 | 0.032 |
| Tubería L-165 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.035 |
| Tubería L-166 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.037 |
| Tubería L-167 | 0.48 | 0.24 | 1.53 | 0.025 |
| Tubería L-168 | 0.48 | 0.24 | 1.53 | 0.025 |
| Tubería L-169 | 0.96 | 0.49 | 5.58 | 0.023 |
| Tubería L-170 | 0.89 | 0.45 | 4.85 | 0.023 |
| Tubería L-171 | 0.88 | 0.45 | 4.75 | 0.023 |
| Tubería L-172 | 0.81 | 0.41 | 4.07 | 0.023 |
| Tubería L-173 | 0.74 | 0.38 | 3.44 | 0.024 |
| Tubería L-174 | 0.73 | 0.37 | 3.36 | 0.024 |
| Tubería L-175 | 0.7 | 0.36 | 3.11 | 0.024 |

Tabla 59 Para la Red de distribución:

| Tabla de Red - Líneas | | | | |
|-----------------------|--------|-----------|-------------|--------------------|
| | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. | Factor de Fricción |
| ID Línea | LPS | m/s | m/km | |
| Tubería L-176 | 0.67 | 0.34 | 2.87 | 0.024 |
| Tubería L-177 | 0.67 | 0.34 | 2.86 | 0.024 |
| Tubería L-178 | 0.66 | 0.34 | 2.79 | 0.024 |
| Tubería L-179 | 0.63 | 0.32 | 2.56 | 0.024 |
| Tubería L-180 | 0.59 | 0.3 | 2.26 | 0.025 |
| Tubería L-181 | 0.56 | 0.29 | 2.06 | 0.025 |
| Tubería L-182 | 0.56 | 0.29 | 2.06 | 0.025 |
| Tubería L-183 | 0.49 | 0.25 | 1.6 | 0.025 |
| Tubería L-184 | 0.42 | 0.21 | 1.21 | 0.026 |
| Tubería L-185 | 0.41 | 0.21 | 1.15 | 0.026 |
| Tubería L-186 | 0.07 | 0.04 | 0.04 | 0.033 |
| Tubería L-187 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.034 |
| Tubería L-188 | 0.31 | 0.16 | 0.69 | 0.027 |
| Tubería L-189 | 0.24 | 0.12 | 0.43 | 0.028 |
| Tubería L-190 | 0.18 | 0.09 | 0.25 | 0.029 |
| Tubería L-191 | 0.18 | 0.09 | 0.25 | 0.029 |
| Tubería L-192 | 0.14 | 0.07 | 0.16 | 0.03 |
| Tubería L-193 | 0.14 | 0.07 | 0.16 | 0.03 |
| Tubería L-194 | 0.14 | 0.07 | 0.16 | 0.03 |
| Tubería L-195 | 0.1 | 0.05 | 0.08 | 0.032 |
| Tubería L-196 | 0.1 | 0.05 | 0.08 | 0.032 |
| Tubería L-197 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.036 |
| Tubería L-198 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.037 |
| Tubería L-199 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.037 |
| Tubería L-200 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.037 |
| Tubería L-201 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.037 |
| Tubería L-202 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.036 |
| Tubería L-203 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.037 |
| Bomba B1 | 4.95 | 0 | -25.53 | 0 |
| Válvula V1 | 0.31 | 0.16 | 36.1 | 0 |
| Válvula V2 | 3.69 | 1.88 | 4.9 | 0 |
| Válvula V3 | 2.1 | 1.07 | 0 | 0 |
| Válvula V4 | 0.11 | 0.06 | 14.06 | 0 |
| Válvula V5 | 1.01 | 0.51 | 0 | 0 |

.4. Análisis de calidad del agua.

Se muestra un resumen e interpretación de resultados del estudio de calidad del agua realizada por un laboratorio autorizado contratado por la Alcaldía de Diriamba.

El análisis de calidad de agua de las fuentes potenciales propuestas como alternativa viable, deberán de ser sustentadas con los resultados obtenidos que demuestran que el agua es apta para el consumo humano, ya que uno de los lineamientos básicos, es garantizar agua segura en cantidad y calidad a comunidades rurales que carecen del servicio de abastecimiento de agua potable.

Para el caso de las comunidades El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de la Sierra; se propone la construcción de un MABE, contemplando la perforación de un pozo, por lo que la fuente potencial es subterránea, por esta razón se recolectó muestras de agua del pozo existente más cercano al sitio del pozo a perforar en el proyecto, el cual se encuentra a una distancia aproximada de 1,827.68 ml.

Para la toma de muestra para el análisis físico – químico, Bacteriológico y metales pesados, el laboratorio médico-químicos Dr. BENGOCHEA, S.A, facilitó los envases esterilizados (dos de plásticos y uno de vidrio) en diferentes tamaños para realizar la toma de muestras, debidamente etiquetado, presentando la hora de la toma, fecha y el nombre del colector. Luego estas fueron resguardadas en un termo con hielo para conservar sus características, dicha muestra fue enviada al laboratorio en un periodo no mayor a 12 horas.

Se recolectaron las muestras respectivas después de haber realizado prueba de bombeo al pozo seleccionado por un periodo de 15 minutos. Se tuvo cuidado de utilizar solamente los tapones propios de cada envase que fueron proporcionados por el laboratorio así evitar confusiones de la muestra durante su análisis. Cada recipiente se rotuló con el fin de evitar confusiones de muestra al hacer el análisis en el laboratorio.

Así mismo, se realizó la recolección de la muestra de agua para el análisis bacteriológico, y se procedió a llevarlo al laboratorio. Las muestras se conservaron en un termo con hielo para

garantizar la temperatura recomendada por el laboratorio con esto evitar daños al material biológico de la misma.

Las muestras se recolectaron de un pozo excavado a mano, que está ubicado en la Propiedad de la Señora Antonia Baltodano, ubicada en la comunidad El Aguacate en las coordenadas X 574417.79; Y= 1305235.77, elevación de 286.65 metros sobre el nivel del mar.

Análisis Físico – Químico

Para el análisis físico-químico se consideraron los siguientes elementos: Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Carbonatos, Bicarbonatos, Cloruros Sulfatos, Nitritos, Fluoruros, Hierro Total, Manganeso, PH, Conductividad, Sólido Disuelto, Dureza total.

Los parámetros físico químicos solicitados fueron pH, Cloruros, Sulfatos, Sodio, y Potasio, todos ellos se encuentran en concentraciones por debajo del valor máximo admisible, por lo que estos elementos no provocan ningún riesgo al consumidor.

La cantidad de Cloruros en el agua es aceptable por ser baja, ya que se encuentra por debajo de la concentración de cloruros máxima permisible de 250 mg/L para aguas de consumo humano establecidos en la Norma Nacional (NTON 05 007-98).

En el caso de Nitratos (que son clasificados como sustancias no deseadas, debido a los problemas que producen mayormente en niños menores de 4 meses). En la Norma Nacional (NTON 05 007-98) el valor máximo permisible es de 10 mg/l tanto para Nitratos como Nitritos. En la comunidad se encontró un valor de Nitrato de 18.60 mg/l contaminación que podría proceder del entorno de la comunidad por la mala disposición de excretas y la mala disposición de las aguas servidas domésticas. Este valor se reduciría sustancialmente con la instalación de letrinas y lavaderos.

Los elementos analizados se encuentran dentro de las normas permisibles internacionalmente para agua químicas potables. Conforme a normas de la O.M.S. Según su dureza esta agua se

clasifica como agua Dura, los rangos señalados son extraídos de las guías internacionales para agua potable, según O.M.S III ed. 2004.

Análisis Bacteriológico- Sanitario

Desde el punto de vista bacteriológico la muestra a esta fecha es: No apta para el consumo humano, por lo que el agua de este pozo necesita tratamiento.

(Ver valores en resultado en reporte de laboratorio del análisis Bacteriológico-Sanitario)

Análisis de Metales Pesados.

El análisis de metales pesados es uno de los parámetros para certificar que la fuente a seleccionar presenta las condiciones aptas para el consumo humano, dado que la presencia de alguno de los metales provoca a largo plazo efectos negativos en la salud de la población que consume el vital líquido.

El análisis de laboratorio a la muestra de agua captada del pozo ubicado en la Comunidad el Aguacate, con el objetivo de identificar presencia de metales pesados tales como Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio, Plomo, Selenio, concluye que: no se detectaron ninguno de los metales antes mencionados por lo que el agua no es nociva para el consumo humano.

Conclusiones del estudio de la calidad del agua

Los resultados de los análisis físicos químicos, metales pesados y análisis bacteriológicos, obtenidos en la muestra del pozo existente, indican que el recurso hídrico propuesto corresponde a la categoría 1A: Aguas que pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes.

El valor del pH en la muestra es apto para consumo humano.

Es importante mencionar que la calidad del agua al analizar la naturaleza hidrogeoquímica del área y tal como se observa en el mapa de zonificación hidrogeoquímica prevalece el tipo

Bicarbonatada Cálcica Sódica. Los cationes que predominan son Calcio y Sodio. Considerando la génesis del agua, estas se consideran aptas para el consumo humano (COSUDE- INETER). No obstante, es necesario realizar un análisis físico químico del agua que incluya Arsénico y bacteriológico para indicar los procesos de tratamiento o de desinfección.

Recomendaciones

Con los resultados de los análisis realizados a la muestra del pozo se recomienda:

Una vez perforado el pozo que se utilizará como fuente de agua en el sistema en la comunidad El Aguacate, se tendrá que realizar los análisis respectivos de laboratorio; y de encontrar presencia de coliformes, es necesario la implementación de una desinfección con hipoclorito de calcio a fin de corregir los parámetros de coliformes totales y fecales, sin obviar las recomendaciones del laboratorio especializado, de igual forma se deberá hacer énfasis en la necesidad de revisar la ubicación de las letrinas respecto a las actuales fuentes de agua durante los talleres de capacitación en salud e higiene. Para proteger de contaminación el pozo a perforar, se deberá contar con:

Un adecuado ademe y revestimiento para evitar el ingreso de materia coloidal o sólidos disueltos que provoquen alteraciones en la calidad física del agua, en este caso se ha propuesto el revestimiento de las paredes con tubería tipo PVC- SDR-21.

Un filtro de grava (empaquete) en el espacio anular del pozo a fin de garantizar al agua un tratamiento a base de filtración con material granular natural, para reducir la velocidad de infiltración y evitar alteraciones por turbiedad del agua, especialmente de cara al proceso de cloración, y considerando que los niveles freáticos en la zona se mantienen relativamente altos se debe esperar además que el material filtrante sirva de cama biológica y contribuya a la degradación de materia orgánica que pueda llegar en el agua que fluye hacia el pozo.

El proyecto debe contar con un intenso proceso de capacitación que garantice la constante limpieza y cloración del pozo y un adecuado uso y manejo del agua desde su extracción, transporte hasta su almacenamiento en cada vivienda. La capacitación en el tema de operación

y mantenimiento deberá incluir el control de turbiedad, dosificación de hipoclorito de calcio para desinfectar el agua antes de su consumo.

Se recomienda a la Municipalidad, un monitoreo constante de la calidad de agua de acuerdo con la Norma para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de las Aguas. Hacer los respectivos análisis de laboratorio durante y posteriormente a la perforación del pozo.

.5. Fuente y obra de toma.

El diseño de un sistema de agua potable implica varias etapas, desde la evaluación inicial hasta la implementación final. El proceso comienza con la identificación de las necesidades de la población, la evaluación de las fuentes de agua disponibles y la selección del sistema de tratamiento adecuado. Se deben considerar factores como la calidad del agua, la cantidad necesaria, la topografía del terreno y los estándares de calidad del agua potable

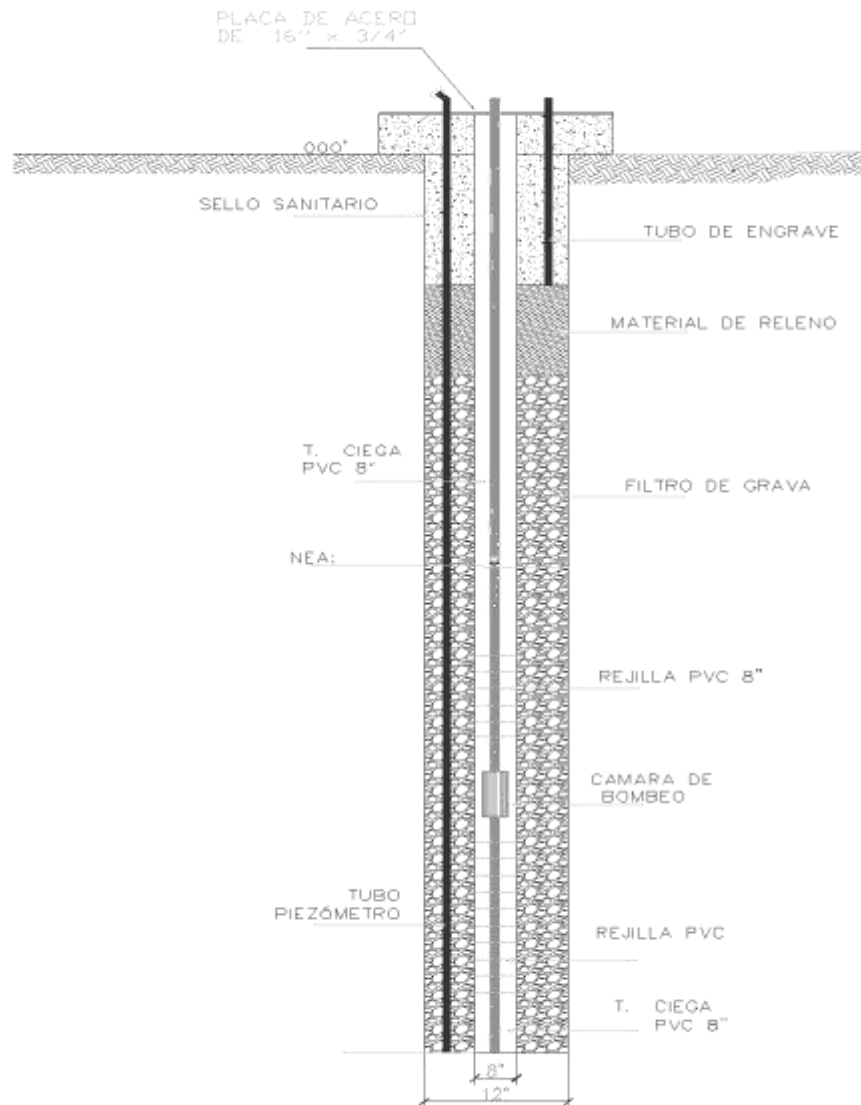
Pozo por perforar Propuesto, se ubica en la propiedad el cañón, comunidad El Aguacate, con coordenadas **X: 575878.00, Y: 1306279.00** y elevación de **344.00** msnm.

Pozo Perforado

| | | |
|--|--------|----------|
| Profundidad total | 500 | pies |
| Diámetro de perforación | 12 | pulgadas |
| Diámetro de revestimiento | 8 | pulgadas |
| Longitud de rejillas cédula SDR-21 | 140.02 | pies |
| Longitud de tubería ciega cédula SDR-21 | 359.98 | pies |
| Filtro de grava 3/8'' - 1/2 '' | 2.5 | m3 |
| Sello sanitario | 30 | pies |
| Tubo de engrave PVC SDR - 26 (2") | 20 | pies |
| Piezómetro PVC SDR 26 (1") | 500 | pies |
| Desarrollo inyección de aire | 12 | horas |
| Prueba de bombeo preliminar y de larga duración. | 31 | horas |

Figura 47 Esquema de Pozo Para Perforar

Esquema de Pozo Para Perforar

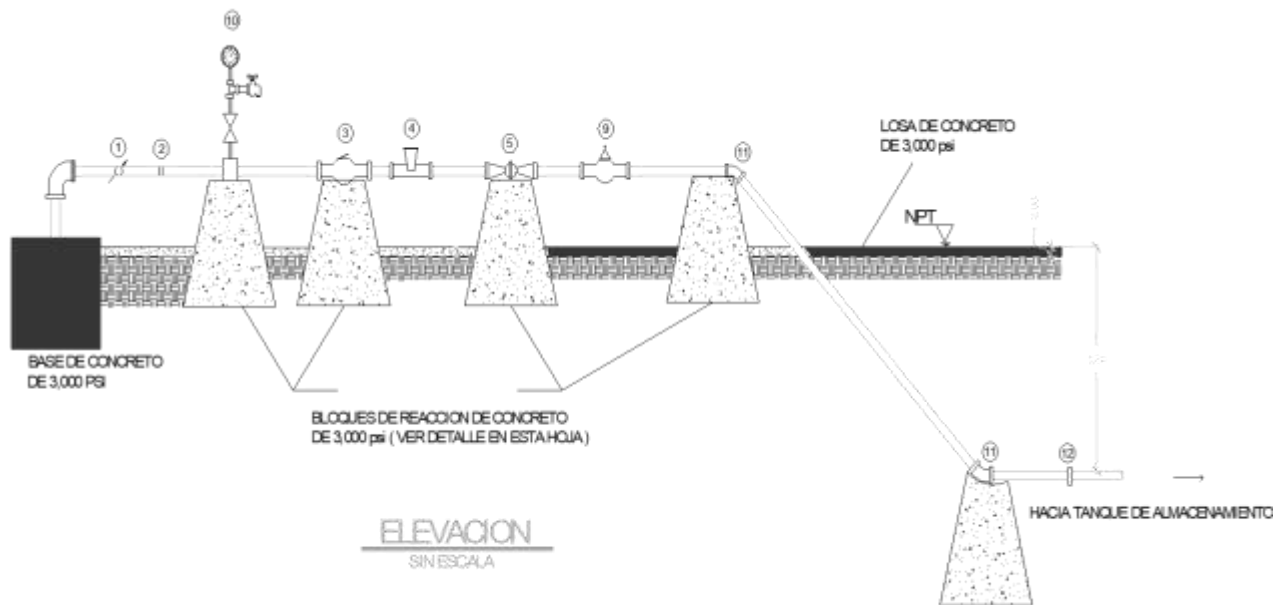


Fuente: Elaboración propia

Sarta

La sarta estará compuesta de: unión dresser hf, cruz de hf 2", Válvula de aire de hf 2", manómetro y grifo, Medidor maestro de 2" hf, Válvula Check 2", Válvula Compuerta 2", bloques de reacción de concreto, codo de 2" x 45° roscado, niple hf con flange en un extremo L= 1.5 m

Figura 48 Esquema de Sarta del Sistema (MABE) en las Comunidades El Aguacate, Las Mercedes y San Juan de Sierra.



Fuente: Elaboración propia

Bomba Vertical

El equipo de bombeo a emplearse para el pozo perforado, de eje vertical y sumergible.

Descripción: BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE DE 7.5 HP, Q= 28.70 GPM, CTD=331 ft, 1/60/220 v con Panel de Control de bomba.

.6. Tanque de almacenamiento para el sistema MABE.

El tanque se localiza en las Coordenadas UTM (X= 575921.1640 Y= 1306347.15, a una altura de 349.14 msnm) y se ha proyectado un volumen útil de almacenamiento demandado por la población al final del período de diseño.

Se plantea la colocación de un tanque de 15,000 galones correspondiente a 54.75 m³, volumen de almacenamiento estimado para la población en el período de diseño, esto con el objetivo de dotar de agua a las familias.

El tanque será metálico, prefabricado de 15,000 Galones con láminas de Acero A-36, sobre torre con altura de 10 m, el tanque tendrá un Ø de 4 m, con una altura de 5.92 m, se contempla un nivel de rebose de 4.45 m.

Junto al tanque se colocará una escalera de inspección con su protección, y en la parte superior contempla un respiradero Ø de 0.30 m y un manhole para la inspección interna del tanque con Ø 0.60 m.

✓ Conclusiones

Como resultados del diagnóstico, la investigación se centra en resolver el abastecimiento de agua potable en la zona de estudio, para un período de 20 años (2025 – 2045), basados en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 09 007-19; se diseñó el sistema de abastecimiento de agua potable con el programa EPANET 2.0, mediante captación subterránea (pozo perforado), siendo la configuración fuente – tanque – red, se concluye:

Se analizó información poblacional y utilizando el método geométrico descrita en las normativas, se consideraron los siguientes parámetros de campo y estos se describen a continuación:

- ✓ 309 viviendas
- ✓ 347 familias.
- ✓ 1,222 habitantes inicialmente, 2,321 proyectados
- ✓ 319 población estudiantil
- ✓ Tasa de crecimiento del 2.5%.
- ✓ Caudal de la fuente 70 gpm a 120 gpm. (pozo perforado)
- ✓ Consumo Máximo Diario (CMD) de 2.72 (43.05 gpm).
- ✓ Consumo Máximo Horario (CMH) de 4.53 l/s (71.75 gpm).
- ✓ Línea de conducción de 80.67 ml de longitud diámetro de 2" y de material PVC con C=150 y SDR-26.
- ✓ Línea de distribución de 11,699.26 ml de longitud diámetro de 2" a 3" C=150. Las tuberías será de material PVC SDR-26 que son fabricadas para soportar presión alta.

El análisis de la capacidad de la fuente de abastecimiento es que puede brindar una dotación de agua de 70 a 120 GPM. Por lo cual se afirma que si puede cubrir con la demanda de agua que requieren las comunidades hasta el 2045.

En base al análisis de los parámetros físico – químicos de la fuente de abastecimiento y los parámetros establecidos en las normas CAPRE, se puede asegurar que el agua de la fuente está dentro de los rangos permisibles.

Para el equipo de bombeo se requiere una Bomba sumergible de eje vertical de 6 tazones con una velocidad de giro de 3550rpm, una eficiencia del 80% una potencia de bomba de 7.5 HP y una potencia de motor de 60 KW, Diámetro de descarga = 10", Carga Total Dinámica= 350 pie, el Caudal de Operación de la Bomba= 54 gpm para bomba.

El almacenamiento será con un tanque metálico sobre torre, altura de la torre de 10 mt, capacidad 15,000 gal (54.75 m³), una altura de tanque de 349.14 msnm.

Las velocidades en las líneas serán entre 0.6m/s y 0.9m/s manteniendo una presión mínima de trabajo de 10mca y presión máxima de trabajo de 50 m.c.a.

✓ **Recomendaciones**

- ✓ No permitir el consumo de agua sin cloración para evitar que se presenten enfermedades en las comunidades. Para ello se debe llevar control de cloro residual en la red y tanque a construirse, con el objetivo de conformar la completa desinfección del agua.
- ✓ Realizar una evaluación de impacto ambiental que garantice la mitigación de los posibles impactos negativos que puedan alterar el entorno.
- ✓ Respecto al Costo del Proyecto, comprar el material de mejor calidad, para evitar problemas futuros en el servicio de abastecimiento.
- ✓ Evitar la deforestación, que es un factor principal, para la existencia de los acuíferos subterráneos.
- ✓ Para la ejecución de la obra es importante sugerir que se utilice mano de obra de la zona, esto para minimizar los costos de la obra.
- ✓ Es necesario actualizar los precios de los materiales cuantificados en este proyecto, cuando la municipalidad u otro ente de financiación considere ejecutarlo, para evitar caer en una subvaluación del mismo.
- ✓ En el momento de la ejecución del proyecto, se debe garantizar la supervisión, para que se cumplan las normas constructivas que especifican los planos.

✓ Referencias

1. Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados. (2022). *Manual técnico para el diseño de sistemas rurales de agua potable*. Managua, Nicaragua.
No disponible en línea, consultar en ENACAL: <https://www.enacal.com.ni/>
2. Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados. (s.f.). *Plan Nacional de Agua y Saneamiento*. Managua, Nicaragua.
Disponible en: <https://www.enacal.com.ni/>
3. Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (2020). *Normas técnicas para el diseño y construcción de sistemas de agua potable*. Managua, Nicaragua.
No disponible en línea directo, se puede consultar en oficinas de INAA:
<https://www.inaa.gob.ni/>
4. Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (s.f.). *Normas provisionales para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable*. Managua, Nicaragua.
No disponible en línea, consultar en INAA.
5. Instituto Nacional de Información de Desarrollo. (2023). *Cobertura de agua y saneamiento en Nicaragua*. Managua, Nicaragua.
Disponible en: <https://www.inide.gob.ni/>
6. Instituto Nacional de Información de Desarrollo. (2023). *Informe de cobertura del servicio de agua potable y saneamiento*. Managua, Nicaragua.
Disponible en: <https://www.inide.gob.ni/>
7. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). (2021). *Informe de vulnerabilidad climática de Nicaragua*. Managua, Nicaragua.
No disponible en línea específico, se recomienda buscar en:
<https://www.marena.gob.ni/>
8. Molina, J., & López, F. (s.f.). *Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable*. Manuscrito inédito.
No disponible en línea.
9. Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible. ODS 6: Agua limpia y saneamiento*.
Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
10. World Health Organization (WHO) & UNICEF. (2021). *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2020*. Geneva: WHO and UNICEF.
Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240030848>

✓ Anexos

.1. Anexo 1: Estudio Hidrológico.

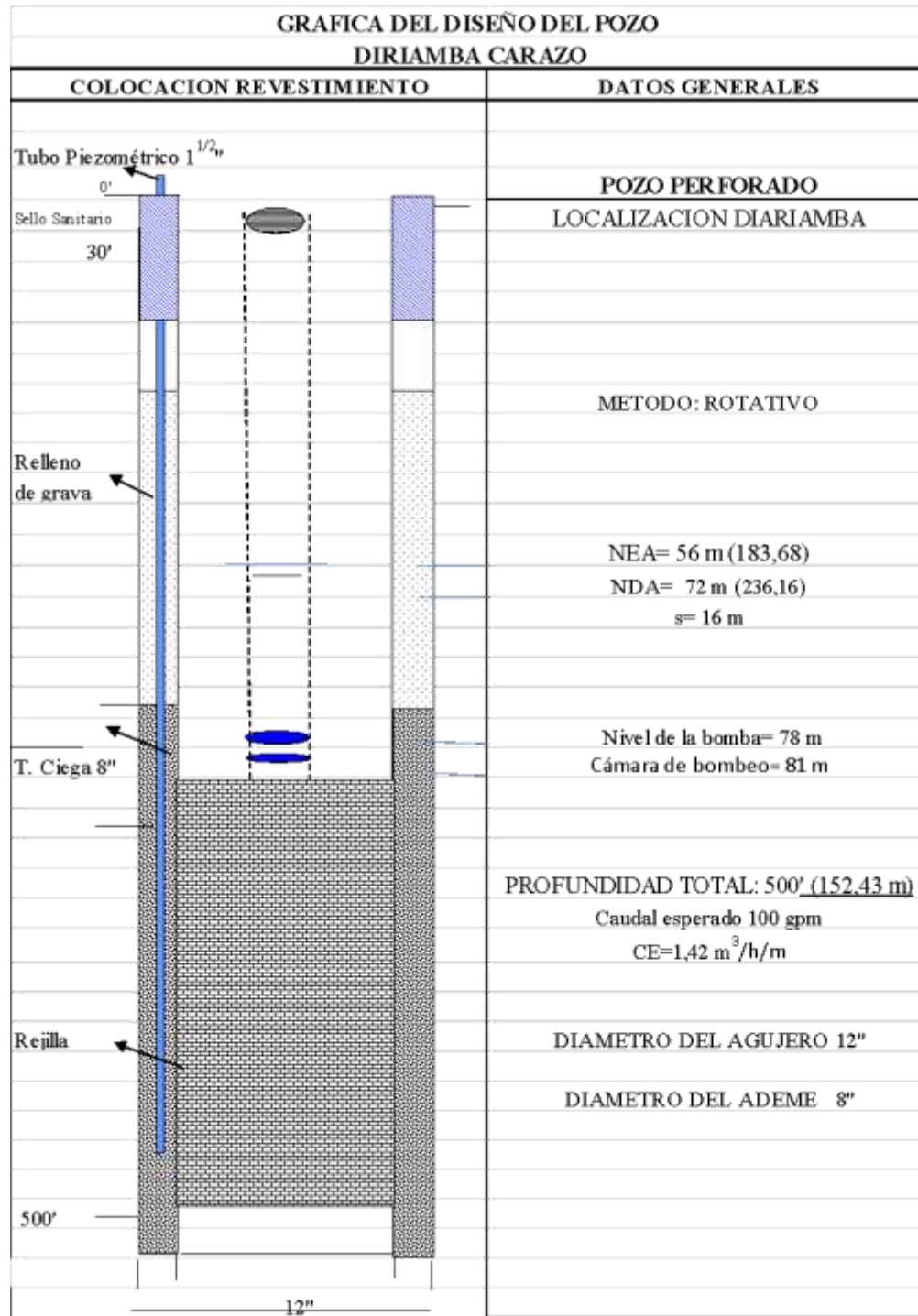
La principal formación encontrada en el sitio pertenece al Grupo Las Sierras, las cuales forman buenos acuíferos. Considerando la clasificación hidrogeológica y de acuerdo con el tipo de material, en el área se localizan transmisividades de 10 a 100 m²/día con clase moderada a alta a moderada. y capacidades específicas de 0.36 a 3.6 m³/h/m.

Basados en el mapa geológico, en el área del Proyecto prevalece la Formación las Sierras, que en dependencia del grado de su consolidación y estructura se esperan transmisividades de moderada a alta, con rango de transmisividades entre 10 m²/d a 100 m²/d, se esperan caudales entre 70 gpm a 120 gpm.

De acuerdo con los estudios hidrogeológicos existente en el área y el levantamiento de campo, en el área de las comunidades La Cruz del Aguacate, Las Mercedes y San Juan de las Sierras tiene el potencial para a satisfacer la demanda de agua de la población El sitio propuesto para la perforación se ubica en las coordenadas 575977 E / 106167 N 346 msnm, localizado en la comunidad La Cruz del Aguacate. También Centeno & Guevara (2012) recomienda la perforación de pozos en San Juan de las Sierras, la cual puede ser otra opción para la ubicación del punto.

Desde el punto de vista Hidroquímica el tipo de agua es Bicarbonatadas Cállicas Sódicas, sin embargo, se debe de realizar los análisis físicos químicos y bacteriológicos para definir el tratamiento del agua para su potabilización.

Esquema del diseño del pozo



Fuente: Realizada por la Alcaldía Municipal de Diriamba.

.2. Anexo 2: Estudio topográfico.

Líneas de conducción

En el levantamiento topográfico de las tuberías de conducción se tomaron los siguientes datos:

- Se tomó perfil sobre la línea central.
- Se hizo levantamiento del cerco existente, en toda el área de influencia.
- Toma de perfil y Secciones transversales.
- Se dejaron todos los BM geodésicos y asumidos referenciados en toda el área de influencia.
- Todo el levantamiento se encuentra georeferenciado con coordenadas y elevaciones

Obteniendo como resultado la longitud de aducción:

Línea de aducción: **80.669** metros lineales

Líneas de distribución

En el levantamiento topográfico de las tuberías de distribución y sus ramales se tomaron los siguientes datos:

- Se tomó perfil sobre la línea central.
- Se hizo levantamiento del cerco existente, en toda el área de influencia.
- Toma de perfil y Secciones transversales.
- Se dejaron todos los BM geodésicos y asumidos referenciados en toda el área de influencia.
- Todo el levantamiento se encuentra georeferenciado con coordenadas y elevaciones

Obteniendo como resultado la longitud de distribución:

Línea de distribución: **11,699.27** metros lineales.

Cuadro de derroteros de líneas de conducción

| LÍNEA DE CONDUCCIÓN | | | | | | | |
|---------------------|----------|------------------------|-----------|----------|--------------|------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | Coordenadas | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | y | X | |
| | | | | EMBALSE | 1,306,279.00 | 575,878.00 | 344.00 |
| EMBAL E | DEPÓSITO | N 32°20'55.84" E | 80.669 | DEPÓSITO | 1,306,347.15 | 575,921.16 | 349.14 |
| LONGITUD | | | 80.669 m | | | | |

Cuadros de derroteros línea de Distribución Comunidad El Aguacate

| CUADRO DE DERROTERO LINEA CENTRAL "EL AGUACATE" | | | | | | | |
|---|-------|------------------|-----------|--------|---------------|--------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | TANQUE | 1306,347.1500 | 575,921.1640 | 349.14 |
| TANQUE | PI-1 | s 74°27'00.95" w | 41.653 | PI-1 | 1306336 | 575881 | 346.25 |
| PI-1 | PI-2 | s 62°46'10.16" w | 36.696 | PI-2 | 1306,319.1930 | 575,848.4070 | 344.62 |
| PI-2 | PI-3 | s 64°58'28.65" w | 39.180 | PI-3 | 1306,302.6190 | 575,812.9050 | 342.21 |
| PI-3 | PI-4 | s 59°00'19.16" w | 79.762 | PI-4 | 1306,261.5450 | 575,744.5320 | 340.71 |
| PI-4 | PI-7 | s 49°26'44.62" w | 86.698 | PI-7 | 1306,205.1770 | 575,678.6600 | 339.18 |
| PI-7 | PI-8 | s 52°46'51.12" w | 30.450 | PI-8 | 1306,186.7590 | 575,654.4120 | 338.21 |
| PI-8 | PI-9 | s 52°37'33.03" w | 38.360 | PI-9 | 1306,163.4740 | 575,623.9280 | 336.56 |
| PI-9 | PI-10 | s 52°54'08.26" w | 27.012 | PI-10 | 1306,147.1810 | 575,602.3830 | 335.60 |
| PI-10 | PI-11 | s 51°44'53.13" w | 12.746 | PI-11 | 1306,139.2900 | 575,592.3740 | 335.24 |
| PI-11 | PI-12 | s 52°52'09.62" w | 24.697 | PI-12 | 1306,124.3820 | 575,572.6840 | 334.44 |
| PI-12 | PI-13 | s 52°08'04.55" w | 41.441 | PI-13 | 1306,098.9450 | 575,539.9680 | 333.01 |
| PI-13 | PI-14 | s 52°54'20.20" w | 45.277 | PI-14 | 1306,071.6370 | 575,503.8530 | 331.19 |
| PI-14 | PI-15 | s 50°54'44.22" w | 74.675 | PI-15 | 1306,024.5540 | 575,445.8920 | 329.16 |
| PI-15 | PI-16 | s 52°59'28.92" w | 63.517 | PI-16 | 1305,986.3210 | 575,395.1710 | 326.54 |
| PI-16 | PI-17 | s 53°03'52.05" w | 35.611 | PI-17 | 1305,964.9220 | 575,366.7070 | 324.89 |
| PI-17 | PI-18 | s 53°55'49.36" w | 40.181 | PI-18 | 1305,941.2650 | 575,334.2290 | 322.65 |
| PI-18 | PI-19 | s 58°09'30.07" w | 24.704 | PI-19 | 1305,928.2320 | 575,313.2430 | 321.53 |
| PI-19 | PI-20 | s 47°40'36.84" w | 32.839 | PI-20 | 1305,906.1210 | 575,288.9630 | 319.99 |
| PI-20 | PI-21 | s 51°54'33.43" w | 36.432 | PI-21 | 1305,883.6460 | 575,260.2900 | 318.39 |
| PI-21 | PI-22 | s 51°02'10.70" w | 38.839 | PI-22 | 1305,859.2230 | 575,230.0910 | 316.90 |
| PI-22 | PI-23 | s 53°17'14.12" w | 52.792 | PI-23 | 1305,827.6640 | 575,187.7710 | 315.61 |
| PI-23 | PI-24 | s 40°09'59.82" w | 32.612 | PI-24 | 1305,802.7430 | 575,166.7360 | 314.10 |
| PI-24 | PI-25 | s 34°54'47.97" w | 55.293 | PI-25 | 1305,757.4020 | 575,135.0900 | 313.24 |
| PI-25 | PI-26 | s 45°27'21.29" w | 17.506 | PI-26 | 1305,745.1220 | 575,122.6130 | 312.83 |
| PI-26 | PI-27 | s 47°43'53.38" w | 31.234 | PI-27 | 1305,724.1140 | 575,099.5000 | 311.20 |

| | | | | | | | |
|--------|--------|------------------|-----------------|--------|---------------|--------------|--------|
| PI-27 | PI-28 | s 45°54'00.94" w | 21.152 | PI-28 | 1305,709.3940 | 575,084.3100 | 310.15 |
| PI-28 | PI-29 | s 58°35'06.10" w | 21.777 | PI-29 | 1305,698.0430 | 575,065.7250 | 310.15 |
| PI-29 | PI-30 | s 62°27'10.33" w | 15.160 | PI-30 | 1305,691.0320 | 575,052.2840 | 310.38 |
| PI-30 | PI-31 | s 58°57'01.30" w | 25.629 | PI-31 | 1305,677.8130 | 575,030.3270 | 310.70 |
| PI-31 | PI-32 | s 58°03'48.75" w | 26.347 | PI-32 | 1305,663.8760 | 575,007.9680 | 310.26 |
| PI-32 | PI-33 | s 55°37'22.63" w | 44.530 | PI-33 | 1305,638.7330 | 574,971.2160 | 309.79 |
| PI-33 | PI-34 | s 54°16'43.22" w | 27.019 | PI-34 | 1305,622.9580 | 574,949.2800 | 309.15 |
| PI-34 | PI-35 | s 52°58'02.37" w | 31.961 | PI-35 | 1305,603.7090 | 574,923.7660 | 308.43 |
| PI-35 | PI-36 | s 52°21'53.19" w | 55.731 | PI-36 | 1305,569.6780 | 574,879.6320 | 306.10 |
| PI-36 | PI-37 | s 54°11'25.47" w | 43.405 | PI-37 | 1305,544.2820 | 574,844.4320 | 303.56 |
| PI-37 | PI-38 | s 55°59'42.95" w | 68.480 | PI-38 | 1305,505.9840 | 574,787.6630 | 300.40 |
| PI-38 | PI-39 | s 57°51'33.25" w | 91.697 | PI-39 | 1305,457.2010 | 574,710.0190 | 297.78 |
| PI-39 | PI-40 | s 58°04'32.34" w | 37.625 | PI-40 | 1305,437.3050 | 574,678.0850 | 296.81 |
| PI-40 | PI-41 | s 57°38'31.61" w | 38.783 | PI-41 | 1305,416.5480 | 574,645.3240 | 295.76 |
| PI-41 | PI-42 | s 57°27'35.22" w | 48.194 | PI-42 | 1305,390.6250 | 574,604.6960 | 294.43 |
| PI-42 | PI-43 | s 56°00'51.19" w | 56.586 | PI-43 | 1305,358.9940 | 574,557.7760 | 292.52 |
| PI-43 | PI-44 | s 56°05'21.65" w | 30.113 | PI-44 | 1305,342.1940 | 574,532.7850 | 291.24 |
| PI-44 | PI-63 | s 51°03'02.66" w | 60.468 | PI-63 | 1305,304.1820 | 574,485.7590 | 288.74 |
| PI-63 | PI-64 | s 49°02'21.15" w | 36.510 | PI-64 | 1305,280.2480 | 574,458.1880 | 287.33 |
| PI-64 | PI-73 | s 51°36'45.44" w | 96.828 | PI-73 | 1305,220.1200 | 574,382.2910 | 284.02 |
| PI-73 | PI-82 | s 44°51'47.79" w | 21.039 | PI-82 | 1305,205.2080 | 574,367.4500 | 283.51 |
| PI-82 | PI-83 | s 49°53'50.36" w | 37.778 | PI-83 | 1305,180.8730 | 574,338.5540 | 282.20 |
| PI-83 | PI-84 | s 43°37'40.02" w | 31.181 | PI-84 | 1305,158.3030 | 574,317.0400 | 281.18 |
| PI-84 | PI-85 | s 25°45'04.27" w | 43.449 | PI-85 | 1305,119.1690 | 574,298.1630 | 280.03 |
| PI-85 | PI-86 | s 28°43'00.60" w | 58.935 | PI-86 | 1305,067.4830 | 574,269.8460 | 278.36 |
| PI-86 | PI-87 | s 26°05'09.42" w | 47.439 | PI-87 | 1305,024.8760 | 574,248.9860 | 277.60 |
| PI-87 | PI-88 | s 28°36'36.60" w | 31.129 | PI-88 | 1304,997.5480 | 574,234.0800 | 277.07 |
| PI-88 | PI-89 | s 29°25'23.46" w | 23.660 | PI-89 | 1304,976.9400 | 574,222.4570 | 275.34 |
| PI-89 | PI-90 | s 30°29'52.56" w | 47.716 | PI-90 | 1304,935.8260 | 574,198.2410 | 271.06 |
| PI-90 | PI-91 | s 35°33'05.56" w | 48.028 | PI-91 | 1304,896.7510 | 574,170.3160 | 270.31 |
| PI-91 | PI-92 | s 33°52'38.42" w | 25.457 | PI-92 | 1304,875.6160 | 574,156.1260 | 269.72 |
| PI-92 | PI-93 | s 35°22'58.32" w | 27.922 | PI-93 | 1304,852.8510 | 574,139.9580 | 268.52 |
| PI-93 | PI-94 | s 32°43'29.45" w | 61.033 | PI-94 | 1304,801.5050 | 574,106.9630 | 268.39 |
| PI-94 | PI-95 | s 30°18'48.96" w | 26.767 | PI-95 | 1304,778.3980 | 574,093.4530 | 269.15 |
| PI-95 | PI-96 | s 34°28'37.01" w | 19.065 | PI-96 | 1304,762.6820 | 574,082.6610 | 269.07 |
| PI-96 | PI-97 | s 25°03'36.74" w | 19.065 | PI-97 | 1304,735.1000 | 574,069.7640 | 267.61 |
| PI-97 | PI-98 | s 19°15'30.01" w | 19.065 | PI-98 | 1304,709.3400 | 574,060.7640 | 266.46 |
| PI-98 | PI-99 | s 15°41'29.02" w | 19.065 | PI-99 | 1304,695.2900 | 574,056.8170 | 265.88 |
| PI-99 | PI-100 | s 17°08'12.78" w | 19.065 | PI-100 | 1304,667.3570 | 574,048.2040 | 264.05 |
| PI-100 | PI-101 | s 18°27'54.30" w | 19.065 | PI-101 | 1304,655.3810 | 574,044.2050 | 262.96 |
| PI-101 | PI-102 | s 35°13'51.34" w | 33.656 | PI-102 | 1304,627.8900 | 574,024.7900 | 260.97 |
| PI-102 | PI-103 | s 43°17'14.50" w | 40.434 | PI-103 | 1304,598.4570 | 573,997.0660 | 259.35 |
| | | LONGITUD | 2,638.22 | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO RAMAL CEMENTERIO "EL AGUACATE" | | | | | | | |
|--|-------|-------------------|----------------|-------|----------------|--------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-44 | 1305342.194 | 574532.785 | 291.24 |
| PI-44 | PI-45 | S 33°48'46.68" E | 25.731 | PI-45 | 1,305,320.8150 | 574,547.1040 | 293.61 |
| PI-45 | PI-46 | S 29°25'21.45" E | 32.572 | PI-46 | 1,305,292.4440 | 574,563.1050 | 293.64 |
| PI-46 | PI-47 | S 17°42'15.91" E | 8.730 | PI-47 | 1,305,284.1270 | 574,565.7600 | 292.49 |
| PI-47 | PI-48 | S 20°40'56.77" E | 13.636 | PI-48 | 1,305,271.3700 | 574,570.5760 | 293.15 |
| PI-48 | PI-49 | S 44°32'36.24" W | 46.850 | PI-49 | 1,305,237.9790 | 574,537.7130 | 291.11 |
| PI-49 | PI-50 | S 39°08'54.47" W | 44.534 | PI-50 | 1,305,203.4420 | 574,509.5970 | 289.66 |
| PI-50 | PI-51 | S 31°34'57.56" E | 25.229 | PI-51 | 1,305,181.9500 | 574,522.8100 | 288.37 |
| PI-51 | PI-52 | S 31°29'48.56" E | 17.567 | PI-52 | 1,305,166.9710 | 574,531.9880 | 286.10 |
| PI-52 | PI-53 | S 35°58'31.29" E | 23.405 | PI-53 | 1,305,148.0300 | 574,545.7370 | 283.96 |
| PI-53 | PI-54 | S 29°36'33.56" E | 38.113 | PI-54 | 1,305,114.8940 | 574,564.5680 | 283.00 |
| PI-54 | PI-55 | S 28°57' 19.35" E | 22.657 | PI-55 | 1,305,095.0690 | 574,575.5370 | 282.92 |
| PI-55 | PI-56 | S 21°51 '56.74" E | 17.195 | PI-56 | 1,305,079.1110 | 574,581.9410 | 284.51 |
| PI-56 | PI-57 | S 21°18'23.20" E | 28.267 | PI-57 | 1,305,052.7760 | 574,592.2120 | 286.58 |
| PI-57 | PI-58 | S 16°30'10.29" E | 16.236 | PI-58 | 1,305,037.2090 | 574,596.8240 | 286.26 |
| PI-58 | PI-59 | S 23°26'20.50" W | 17.804 | PI-59 | 1,305,020.8740 | 574,589.7420 | 285.26 |
| PI-59 | PI-60 | S 21°12'39.66" W | 40.044 | PI-60 | 1,304,983.5430 | 574,575.2540 | 283.56 |
| PI-60 | PI-61 | S 21°36'13.71" W | 42.321 | PI-61 | 1,304,944.1950 | 574,559.6720 | 282.75 |
| PI-61 | PI-62 | S 21°42'07.56" W | 18.749 | PI-62 | 1,304,926.7750 | 574,552.7390 | 281.78 |
| | | LONGITUD | 479.640 | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO RAMAL N° 1 "EL AGUACATE" | | | | | | | |
|--|------|------------------|---------------|------|----------------|--------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-4 | 1306261.545 | 575744.532 | 340.71 |
| PI-4 | PI-5 | N 2°08'30.23" W | 29.593 | PI-5 | 1,306,287.8790 | 575,731.0320 | 339.25 |
| PI-5 | PI-6 | N 28°16'32.19" W | 38.114 | PI-6 | 1,306,321.4450 | 575,712.9770 | 338.42 |
| | | LONGITUD | 67.707 | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO RAMAL N° 2 "EL AGUACATE" | | | | | | | |
|--|-------|-----------------|---------------|-------|----------------|--------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-64 | 1305280.248 | 574458.188 | 287.33 |
| PI-64 | PI-65 | S 21°32'26.58" | 5.387 | PI-65 | 1,305,275.2370 | 574,460.1660 | 287.17 |
| PI-65 | PI-66 | S 38°32'07.91" | 31.177 | PI-66 | 1,305,250.8500 | 574,479.5890 | 288.86 |
| PI-66 | PI-67 | S 30°07'25.44" | 12.587 | PI-67 | 1,305,239.9630 | 574,485.9060 | 289.17 |
| PI-67 | PI-68 | S 35°02'18.08" | 14.486 | PI-68 | 1,305,228.1020 | 574,494.2230 | 289.44 |
| PI-68 | PI-50 | S 31°56'27.65" | 29.060 | PI-50 | 1,305,203.4420 | 574,509.5970 | 289.66 |
| | | LONGITUD | 92.697 | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO RAMAL N° 3 "EL AGUACATE" | | | | | | | |
|--|-------|-----------------|---------------|-------|----------------|------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-64 | 1305280.248 | 574,458.19 | 287.33 |
| PI-64 | PI-69 | N 39°16'18.16" | 8.657 | PI-69 | 1,305,286.9500 | 574452.708 | 288.21 |
| PI-69 | PI-70 | N 36°43'51.63" | 13.201 | PI-70 | 1,305,297.5300 | 574444.813 | 287.37 |
| PI-70 | PI-71 | N 37°39'38.44" | 5.956 | PI-71 | 1,305,302.2450 | 574441.174 | 286.70 |
| PI-71 | PI-72 | N 31°16'32.30" | 22.180 | PI-72 | 1,305,321.2020 | 574429.659 | 283.72 |
| | | LONGITUD | 49.994 | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO RAMAL N° 4 "EL AGUACATE" | | | | | | | |
|--|-------|------------------|----------------|-------|----------------|--------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-73 | 1305220.12 | 574382.291 | 284.02 |
| PI-73 | PI-74 | N 36°01'52.22" W | 7.761 | PI-74 | 1,305,226.3960 | 574,377.7260 | 285.05 |
| PI-74 | PI-75 | N 31°54'50.22" W | 9.897 | PI-75 | 1,305,234.7970 | 574,372.4940 | 284.10 |
| PI-75 | PI-76 | N 36°25'19.83" W | 8.216 | PI-76 | 1,305,241.4080 | 574,367.6160 | 283.41 |
| PI-76 | PI-77 | S 82°38'11.16" W | 17.696 | PI-77 | 1,3052,39.1400 | 574,350.0660 | 282.38 |
| PI-77 | PI-78 | S 74°39'13.76" W | 19.426 | PI-78 | 1,305,233.9990 | 574,331.3330 | 281.03 |
| PI-78 | PI-79 | S 73°12'14.45" W | 16.054 | PI-79 | 1,305,229.3600 | 574,315.9640 | 279.85 |
| PI-79 | PI-80 | S 72°51'29.83" W | 19.882 | PI-80 | 1,305,223.5000 | 574,296.9650 | 279.31 |
| PI-80 | PI-81 | N 89°54'18.74" W | 11.484 | PI-81 | 1,305,223.5190 | 574,297.9650 | 278.52 |
| | | LONGITUD | 110.416 | | | | |

Cuadro de derroteros de la línea comunidad Las Mercedes

| CUADRO DE DERROTERO LINEA CENTRAL "LAS MERCEDES" | | | | | | | |
|--|--------|------------------|-----------|--------|---------------|--------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-103 | 1304,598.4570 | 573,997.0660 | 259.35 |
| PI-103 | PI-104 | s 53°07'22.03" E | 57.947 | PI-104 | 1304,563.6830 | 574,043.4190 | 250.59 |
| PI-104 | PI-105 | s 62°45'41.90" E | 31.930 | PI-105 | 1304,549.0690 | 574,071.8080 | 249.79 |
| PI-105 | PI-106 | s 64°50'47.63" E | 48.089 | PI-106 | 1304,528.6290 | 574,115.3370 | 250.26 |
| PI-106 | PI-107 | s 61°21'37.68" E | 18.087 | PI-107 | 1304,519.9600 | 574,131.2110 | 249.61 |
| PI-107 | PI-108 | s 38°26'39.89" E | 9.513 | PI-108 | 1304,512.5090 | 574,137.1260 | 248.81 |
| PI-108 | PI-109 | s 10°15'56.43" E | 12.429 | PI-109 | 1304,500.2790 | 574,139.3410 | 247.18 |
| PI-109 | PI-110 | s 00°21'49.56" w | 16.853 | PI-110 | 1304,483.4260 | 574,139.2340 | 245.09 |
| PI-110 | PI-111 | s 07°52'00.50" w | 39.453 | PI-111 | 1304,444.3440 | 574,133.8340 | 243.29 |
| PI-111 | PI-112 | s 09°41'06.25" w | 17.422 | PI-112 | 1304,427.1700 | 574,130.9030 | 244.47 |
| PI-112 | PI-113 | s 20°23'40.39" E | 29.732 | PI-113 | 1304,399.3020 | 574,141.2640 | 247.35 |
| PI-113 | PI-114 | s 26°30'03.45" E | 42.377 | PI-114 | 1304,361.3780 | 574,160.1730 | 250.91 |
| PI-114 | PI-115 | s 22°48'18.70" E | 56.053 | PI-115 | 1304,309.7070 | 574,181.8990 | 254.90 |
| PI-115 | PI-116 | s 23°46'28.12" E | 42.824 | PI-116 | 1304,270.5170 | 574,199.1630 | 256.76 |
| PI-116 | PI-117 | s 25°28'08.94" E | 19.524 | PI-117 | 1304,252.8900 | 574,207.5590 | 256.80 |
| PI-117 | PI-118 | s 27°22'39.61" E | 26.393 | PI-118 | 1304,229.4530 | 574,219.6960 | 256.29 |
| PI-118 | PI-119 | s 11°33'41.64" E | 7.993 | PI-119 | 1304,221.6220 | 574,221.2980 | 255.77 |
| PI-119 | PI-120 | s 25°42'18.94" E | 19.968 | PI-120 | 1304,203.6300 | 574,229.9590 | 254.87 |
| PI-120 | PI-121 | s 30°32'35.36" E | 13.737 | PI-121 | 1304,191.7990 | 574,236.9400 | 254.11 |
| PI-121 | PI-122 | s 48°05'56.89" E | 18.298 | PI-122 | 1304,179.5790 | 574,250.5590 | 253.50 |
| PI-122 | PI-123 | s 59°02'01.83" E | 20.461 | PI-123 | 1304,169.0510 | 574,268.1040 | 252.70 |
| PI-123 | PI-124 | s 57°57'14.50" E | 35.613 | PI-124 | 1304,150.1550 | 574,298.2900 | 250.12 |
| PI-124 | PI-125 | s 64°20'20.50" E | 31.149 | PI-125 | 1304,136.6660 | 574,326.3670 | 248.23 |
| PI-125 | PI-126 | s 68°03'20.29" E | 28.357 | PI-126 | 1304,126.0690 | 574,352.6690 | 247.11 |
| PI-126 | PI-127 | s 81°38'53.28" E | 19.621 | PI-127 | 1304,123.2190 | 574,372.0820 | 246.17 |
| PI-127 | PI-179 | N 77°16'01.88" E | 18.765 | PI-179 | 1304,127.3550 | 574,390.3860 | 245.15 |
| PI-179 | PI-180 | N 80°06'01.98" E | 21.010 | PI-180 | 1304,130.9670 | 574,411.0830 | 246.48 |
| PI-180 | PI-181 | s 86°34'29.91" E | 25.392 | PI-181 | 1304,129.4500 | 574,436.4300 | 248.25 |
| PI-181 | PI-182 | s 73°30'02.38" E | 10.130 | PI-182 | 1304,126.5730 | 574,446.1430 | 249.30 |
| PI-182 | PI-183 | s 25°46'17.46" E | 8.945 | PI-183 | 1304,118.5180 | 574,450.0320 | 250.88 |
| PI-183 | PI-184 | s 37°09'18.23" E | 10.408 | PI-184 | 1304,110.2230 | 574,456.3180 | 251.83 |

| | | | | | | | |
|--------|--------|------------------|--------|--------|---------------|--------------|--------|
| PI-184 | PI-185 | s 15°06'59.83" E | 11.937 | PI-185 | 1304,098.6990 | 574,459.4310 | 253.42 |
| PI-185 | PI-186 | s 06°30'00.02" E | 21.854 | PI-186 | 1304,076.9850 | 574,461.9050 | 255.65 |
| PI-186 | PI-187 | s38°01'11.79"w | 27.074 | PI-187 | 1304,055.6560 | 574,445.2290 | 257.05 |
| PI-187 | PI-188 | s 02°39'51.46" E | 20.566 | PI-188 | 1304,035.1120 | 574,446.1850 | 258.11 |
| PI-188 | PI-189 | s 16°09'05.62" E | 17.446 | PI-189 | 1304,018.3550 | 574,451.0380 | 258.65 |
| PI-189 | PI-190 | s 13°58'35.93" E | 46.869 | PI-190 | 1303,972.8740 | 574,462.3580 | 257.28 |
| PI-190 | PI-194 | s 13°28'38.02" E | 18.545 | PI-194 | 1303,954.8400 | 574,466.6800 | 256.94 |
| PI-194 | PI-195 | s 10°05'32.76" E | 24.995 | PI-195 | 1303,930.2320 | 574,471.0600 | 256.32 |
| PI-195 | PI-196 | s 03°24'01.21" E | 10.032 | PI-196 | 1303,920.2180 | 574,471.6550 | 255.96 |
| PI-196 | PI-197 | s 00°35'56.10" E | 36.545 | PI-197 | 1303,883.6750 | 574,472.0370 | 254.94 |
| PI-197 | PI-198 | s18°13'24.85"w | 15.000 | PI-198 | 1303,869.4270 | 574,467.3460 | 254.57 |
| PI-198 | PI-199 | s35°56'11.21"w | 23.257 | PI-199 | 1303,850.5961 | 574,453.6965 | 253.48 |
| PI-199 | PI-200 | s70°40'09.52"w | 28.379 | PI-200 | 1303,841.2020 | 574,426.9170 | 252.26 |
| PI-200 | PI-201 | s76°36'54.96"w | 24.615 | PI-201 | 1303,835.5040 | 574,402.9710 | 251.87 |
| PI-201 | PI-202 | s70°10'43.22"w | 25.356 | PI-202 | 1303,826.9060 | 574,379.1170 | 251.36 |
| PI-202 | PI-203 | s73°18'50.22"w | 12.061 | PI-203 | 1303,823.4430 | 574,367.5640 | 251.22 |
| PI-203 | PI-204 | s61°28'33.01"w | 26.176 | PI-204 | 1303,810.9430 | 574,344.5650 | 250.62 |
| PI-204 | PI-205 | s59°44'52.00"w | 40.118 | PI-205 | 1303,790.7310 | 574,309.9100 | 249.78 |
| PI-205 | PI-206 | s53°32'33.17"w | 46.927 | PI-206 | 1303,762.8460 | 574,272.1670 | 249.08 |
| PI-206 | PI-207 | s41°33'30.02"w | 40.684 | PI-207 | 1303,732.4030 | 574,245.1780 | 248.13 |
| PI-207 | PI-208 | s23°05'57.53"w | 21.143 | PI-208 | 1303,712.9550 | 574,236.8830 | 247.21 |
| PI-208 | PI-209 | s 09°54'57.53" E | 21.718 | PI-209 | 1303,691.5610 | 574,240.6230 | 246.09 |
| PI-209 | PI-210 | s 18°00'11.26" E | 25.049 | PI-210 | 1303,667.7380 | 574,248.3650 | 243.87 |
| PI-210 | PI-211 | s 13°46'29.72" E | 26.110 | PI-211 | 1303,642.3790 | 574,254.5820 | 241.68 |
| PI-211 | PI-212 | s 09°47'23.21" E | 17.691 | PI-212 | 1303,624.9460 | 574,257.5900 | 240.90 |
| PI-212 | PI-213 | s 06°52'30.58" E | 9.415 | PI-213 | 1303,615.5990 | 574,258.7170 | 240.63 |
| PI-213 | PI-214 | s 05°06'45.28" E | 19.963 | PI-214 | 1303,595.7150 | 574,260.4960 | 240.14 |
| PI-214 | PI-215 | s 04°28'58.22" E | 9.506 | PI-215 | 1303,586.2380 | 574,261.2390 | 240.19 |
| PI-215 | PI-216 | s 06°25'30.54" E | 29.418 | PI-216 | 1303,557.0050 | 574,264.5310 | 242.12 |
| PI-216 | PI-217 | s08°32'18.14"w | 18.994 | PI-217 | 1303,538.2220 | 574,261.7110 | 243.26 |
| PI-217 | PI-218 | s27°10'06.38"w | 30.873 | PI-218 | 1303,510.7550 | 574,247.6140 | 243.66 |
| PI-218 | PI-219 | s37°16'35.57"w | 16.316 | PI-219 | 1303,497.7720 | 574,237.7320 | 243.03 |
| PI-219 | PI-220 | s40°46'08.51"w | 33.382 | PI-220 | 1303,472.4900 | 574,215.9330 | 241.94 |
| PI-220 | PI-221 | s48°25'33.32"w | 32.008 | PI-221 | 1303,451.2500 | 574,191.9880 | 241.12 |
| PI-221 | PI-222 | s58°44'06.22"w | 31.842 | PI-222 | 1303,434.7240 | 574,164.7700 | 240.61 |

| | | | | | | | |
|-----------------|--------|----------------|-----------------|--------|---------------|--------------|--------|
| PI-222 | PI-223 | s59°07'03.80"w | 27.738 | PI-223 | 1303,420.4870 | 574,140.9650 | 240.18 |
| PI-223 | PI-224 | s58°42'24.18"w | 39.182 | PI-224 | 1303,400.1350 | 574,107.4830 | 239.82 |
| PI-224 | PI-225 | s56°17'28.89"w | 36.078 | PI-225 | 1303,380.6680 | 574,078.3030 | 239.71 |
| PI-225 | PI-226 | s45°11'24.45"w | 16.621 | PI-226 | 1303,368.9540 | 574,066.5110 | 239.69 |
| PI-226 | PI-227 | s34°07'18.21"w | 22.788 | PI-227 | 1303,350.0890 | 574,053.7280 | 239.61 |
| PI-227 | PI-228 | s23°37'36.28"w | 46.091 | PI-228 | 1303,307.8620 | 574,035.2560 | 239.59 |
| PI-228 | PI-229 | s21°09'56.67"w | 41.159 | PI-229 | 1303,269.4800 | 574,020.3950 | 240.02 |
| PI-229 | PI-230 | s21°40'18.21"w | 41.103 | PI-230 | 1303,231.2820 | 574,005.2160 | 240.46 |
| PI-230 | PI-231 | s17°36'07.10"w | 19.534 | PI-231 | 1303,212.6630 | 573,999.3090 | 238.68 |
| PI-231 | PI-232 | s23°16'17.19"w | 23.235 | PI-232 | 1303,191.3180 | 573,990.1290 | 235.33 |
| PI-232 | PI-233 | s20°55'20.27"w | 19.280 | PI-233 | 1303,173.3090 | 573,983.2440 | 231.89 |
| PI-233 | PI-234 | s21°12'14.09"w | 23.114 | PI-234 | 1303,151.7600 | 573,974.8840 | 228.76 |
| PI-234 | PI-235 | s22°14'50.94"w | 50.089 | PI-235 | 1303,105.4000 | 573,955.9200 | 222.92 |
| PI-235 | PI-236 | s22°20'57.59"w | 13.962 | PI-236 | 1303,092.4870 | 573,950.6110 | 222.13 |
| PI-236 | PI-237 | s34°25'26.65"w | 22.711 | PI-237 | 1303,073.7530 | 573,937.7720 | 220.87 |
| PI-237 | PI-238 | s33°45'08.30"w | 14.298 | PI-238 | 1303,061.8650 | 573,929.8280 | 220.19 |
| PI-238 | PI-239 | s32°26'30.30"w | 34.628 | PI-239 | 1303,032.6410 | 573,911.2520 | 218.49 |
| PI-239 | PI-240 | s30°53'11.00"w | 29.593 | PI-240 | 1303,007.2450 | 573,896.0610 | 215.83 |
| PI-240 | PI-241 | s22°16'07.59"w | 28.434 | PI-241 | 1302,980.9320 | 573,885.2860 | 214.31 |
| PI-241 | PI-242 | s04°46'26.86"w | 58.082 | PI-242 | 1302,923.0520 | 573,880.4520 | 213.62 |
| PI-242 | PI-243 | s09°44'48.28"w | 20.036 | PI-243 | 1302,903.3050 | 573,877.0600 | 213.95 |
| PI-243 | PI-244 | s09°47'39.43"w | 49.826 | PI-244 | 1302,854.2050 | 573,868.5840 | 217.21 |
| PI-244 | PI-245 | s10°51'52.03"w | 15.916 | PI-245 | 1302,838.5740 | 573,865.5840 | 217.28 |
| PI-245 | PI-246 | s12°42'12.32"w | 48.830 | PI-246 | 1302,790.9390 | 573,854.8460 | 215.45 |
| PI-246 | PI-247 | s09°48'46.79"w | 45.824 | PI-247 | 1302,745.7850 | 573,847.0360 | 212.89 |
| PI-247 | PI-248 | s10°38'19.85"w | 34.292 | PI-248 | 1302,712.0820 | 573,840.7050 | 212.21 |
| PI-248 | PI-249 | s12°12'17.27"w | 40.221 | PI-249 | 1302,672.7700 | 573,832.2020 | 211.86 |
| LONGITUD | | | 2,482.00 | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO RAMAL INSTITUTO "LAS MERCEDES " | | | | | | | |
|---|--------|------------------|----------------|--------|---------------|--------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-115 | 1304309.707 | 574181.899 | 254.9 |
| PI-115 | PI-128 | s 68°27'24.18" w | 21.887 | PI-128 | 1304,301.6700 | 574,161.5410 | 255.15 |
| PI-128 | PI-129 | s 65°23'27.75" w | 14.857 | PI-129 | 1304,295.4830 | 574,148.0330 | 254.75 |
| PI-129 | PI-130 | s 72°34'56.63" w | 11.612 | PI-130 | 1304,292.0070 | 574,136.9530 | 256.38 |
| PI-130 | PI-131 | s 64°04'01.26" w | 20.189 | PI-131 | 1304,283.1780 | 574,118.7970 | 256.25 |
| PI-131 | PI-132 | s 64°56'17.86" w | 29.660 | PI-132 | 1304,270.6140 | 574,091.9290 | 255.77 |
| PI-132 | PI-133 | s 22°06'09.59" E | 28.360 | PI-133 | 1304,244.3380 | 574,102.6000 | 255.87 |
| PI-133 | PI-134 | s 26°31'38.68" E | 23.145 | PI-134 | 1304,223.6300 | 574,112.9370 | 254.30 |
| PI-134 | PI-135 | s 25°31'06.07" E | 16.256 | PI-135 | 1304,208.9600 | 574,119.9400 | 253.21 |
| PI-135 | PI-136 | s 25°15'55.50" E | 20.585 | PI-136 | 1304,190.3440 | 574,128.7260 | 252.96 |
| PI-136 | PI-137 | s 30°16'49.23" E | 16.564 | PI-137 | 1304,176.0400 | 574,137.0780 | 252.85 |
| LONGITUD | | | 203.115 | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO RAMAL N° 4 "LAS MERCEDES " | | | | | | | |
|--|--------|------------------|----------------|--------|---------------|--------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-119 | 1304221.622 | 574221.298 | 255.77 |
| PI-119 | PI-138 | s 61°27'11.51" w | 23.058 | PI-138 | 1304,210.6030 | 574,201.0430 | 254.53 |
| PI-138 | PI-139 | s 61°29'08.19" w | 19.563 | PI-139 | 1304,201.2640 | 574,183.8530 | 253.66 |
| PI-139 | PI-140 | s 65°48'13.28" w | 23.437 | PI-140 | 1304,191.6580 | 574,162.4750 | 253.10 |
| PI-140 | PI-137 | s 58°24'37.35" w | 29.815 | PI-137 | 1304,176.0400 | 574,137.0780 | 252.85 |
| PI-137 | PI-141 | s 64°37'08.77" w | 40.424 | PI-141 | 1304,158.7130 | 574,100.5560 | 252.62 |
| PI-141 | PI-142 | s 63°27'30.68" w | 28.283 | PI-142 | 1304,146.0840 | 574,075.2720 | 252.57 |
| PI-142 | PI-143 | s 63°02'00.31" w | 34.141 | PI-143 | 1304,130.6020 | 574,044.8430 | 252.40 |
| PI-143 | PI-144 | s 60°57'00.67" w | 36.011 | PI-144 | 1304,113.1160 | 574,013.3620 | 251.81 |
| PI-144 | PI-145 | s 53°43'35.13" w | 15.450 | PI-145 | 1304,103.9750 | 574,000.9060 | 251.54 |
| PI-145 | PI-146 | s 45°55'28.92" w | 17.964 | PI-146 | 1304,091.4790 | 573,988.0000 | 251.37 |
| PI-146 | PI-147 | s 30°54'07.02" w | 24.483 | PI-147 | 1304,070.4710 | 573,975.4260 | 251.22 |
| LONGITUD | | | 292.609 | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO RAMAL N° 2 "LAS MERCEDES " | | | | | | | |
|--|--------|------------------|-----------|--------|---------------|--------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-119 | 1304221.622 | 574221.298 | 255.77 |
| PI-119 | PI-148 | N 61°30'15.25" E | 11.482 | PI-148 | 1304,227.1000 | 574,231.3890 | 256.07 |
| PI-148 | PI-149 | N 66°47'38.86" E | 17.562 | PI-149 | 1304,234.0200 | 574,247.5300 | 256.75 |
| PI-149 | PI-150 | N 61°56'22.65" E | 14.190 | PI-150 | 1304,240.6950 | 574,260.0520 | 257.76 |
| PI-150 | PI-151 | N 63°48'58.25" E | 35.354 | PI-151 | 1304,256.2950 | 574,291.7780 | 259.93 |
| PI-151 | PI-152 | N 73°19'53.59" E | 19.245 | PI-152 | 1304,261.8150 | 574,310.2140 | 261.09 |
| LONGITUD | | | 97.833 | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO RAMAL IZQUIERDO "LAS MERCEDES " | | | | | | | |
|---|--------|------------------|-----------|--------|---------------|--------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-115 | 1304309.707 | 574181.899 | 254.9 |
| PI-115 | PI-153 | N 65°18'07.81" E | 94.827 | PI-153 | 1304,349.3290 | 574,268.0520 | 259.78 |
| PI-153 | PI-154 | N 61°44'17.02" E | 35.491 | PI-154 | 1304,366.1340 | 574,299.3120 | 262.02 |
| PI-154 | PI-155 | N 64°45'15.35" E | 19.482 | PI-155 | 1304,374.4430 | 574,316.9330 | 263.26 |
| PI-155 | PI-156 | N 58°46'52.09" E | 9.668 | PI-156 | 1304,379.4540 | 574,325.2010 | 263.73 |
| PI-156 | PI-157 | N 65°05'50.94" E | 63.461 | PI-157 | 1304,406.1760 | 574,382.7620 | 267.05 |
| PI-157 | PI-158 | N 32°33'10.32" W | 22.974 | PI-158 | 1304,425.5410 | 574,370.4000 | 266.82 |
| PI-158 | PI-159 | N 33°25'12.20" W | 39.608 | PI-159 | 1304,458.6000 | 574,348.5850 | 263.83 |
| PI-159 | PI-160 | N 14°55'52.55" W | 24.237 | PI-160 | 1304,482.0190 | 574,342.3400 | 263.54 |
| PI-160 | PI-161 | N 06°01'56.37" W | 8.488 | PI-161 | 1304,490.4600 | 574,341.4480 | 263.69 |
| PI-161 | PI-162 | N 36°42'39.67" E | 10.025 | PI-162 | 1304,498.4970 | 574,347.4410 | 264.21 |
| PI-162 | PI-163 | N 60°15'36.43" E | 17.054 | PI-163 | 1304,506.9570 | 574,362.2490 | 265.66 |
| PI-163 | PI-164 | N 64°51'06.29" E | 29.301 | PI-164 | 1304,519.4090 | 574,388.7730 | 267.89 |
| PI-164 | PI-165 | N 62°34'49.08" E | 11.963 | PI-165 | 1304,524.9180 | 574,399.3920 | 268.43 |
| LONGITUD | | | 386.579 | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO UNIÓN TRIÁNGULO "LAS MERCEDES " | | | | | | | |
|---|--------|-----------------|-----------|--------|-------------|------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-186 | 1304,076.99 | 574,461.91 | 255.65 |
| PI-186 | PI-250 | N 54 47 57.12 E | 25.742 | PI-250 | 1304,091.82 | 574,482.94 | 257.24 |
| PI-250 | PI-251 | N 56 20 28.08 E | 12.783 | PI-251 | 1304,098.53 | 574,493.82 | 257.05 |
| PI-251 | PI-252 | N 56 57 56.22E | 11.575 | PI-252 | 1304,104.84 | 574,503.53 | 257.05 |
| LONGITUD | | | 50.100 | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO RAMAL N° 1 "LAS MERCEDES " | | | | | | | |
|--|--------|------------------|---------------|--------|---------------|--------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-153 | 1304349.329 | 574268.052 | 259.78 |
| PI-153 | PI-166 | N 22°20'17.89" W | 4.023 | PI-166 | 1304,353.0500 | 574,266.5230 | 260.06 |
| PI-166 | PI-167 | N 21°51'05.33" W | 14.025 | PI-167 | 1304,366.0670 | 574,261.3030 | 260.87 |
| PI-167 | PI-168 | N 25°12'49.30" W | 30.322 | PI-168 | 1304,393.5000 | 574,248.3860 | 262.09 |
| PI-168 | PI-169 | N 23°35'22.18" W | 39.320 | PI-169 | 1304,429.5340 | 574,232.6510 | 261.96 |
| LONGITUD | | | 87.690 | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO RAMAL N° 3 "LAS MERCEDES " | | | | | | | |
|--|--------|------------------|---------------|--------|---------------|--------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-153 | 1304349.329 | 574268.052 | 259.78 |
| PI-153 | PI-170 | S 24°44'17.59" E | 26.879 | PI-170 | 1304,324.9170 | 574,279.3000 | 261.22 |
| PI-170 | PI-171 | S 26°15'17.70" E | 19.581 | PI-171 | 1304,307.3560 | 574,287.9620 | 261.34 |
| PI-171 | PI-152 | S 26°02'26.93" E | 50.687 | PI-152 | 1304,261.8150 | 574,310.2140 | 261.09 |
| PI-152 | PI-172 | S 26°23'28.35" E | 18.277 | PI-172 | 1304,245.4430 | 574,318.3380 | 261.56 |
| PI-172 | PI-173 | S 23°57'55.15" E | 26.710 | PI-173 | 1304,221.0360 | 574,329.1870 | 259.73 |
| PI-173 | PI-174 | S 21°01'57.96" E | 9.537 | PI-174 | 1304,212.1340 | 574,332.6100 | 258.39 |
| PI-174 | PI-175 | S 25°22'30.97" E | 29.787 | PI-175 | 1304,185.2210 | 574,345.3750 | 254.10 |
| PI-175 | PI-176 | S 22°53'08.21" E | 18.293 | PI-176 | 1304,168.3680 | 574,352.4890 | 250.73 |
| PI-176 | PI-177 | S 22°40'31.37" E | 15.084 | PI-177 | 1304,154.4500 | 574,358.3040 | 248.80 |
| PI-177 | PI-178 | S 23°46'12.88" E | 17.793 | PI-178 | 1304,138.1660 | 574,365.4760 | 247.39 |
| PI-178 | PI-127 | S 23°50'36.92" E | 16.342 | PI-127 | 1304,123.2190 | 574,372.0820 | 246.17 |
| LONGITUD | | | 248.97 | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO RAMAL 5 "LAS MERCEDES " | | | | | | | |
|---|--------|-----------------|---------------|--------|-------------|------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-190 | 1303972.874 | 574462.358 | 257.28 |
| PI-190 | PI-191 | S 71 43 17.13W | 34.412 | PI-191 | 1303962.08 | 574429.68 | 257.72 |
| PI-191 | PI-192 | S 71 00 34.49W | 11.254 | PI-192 | 1303958.42 | 57449.04 | 257.88 |
| PI-192 | PI-193 | S 71 03 24.04 W | 15.254 | PI-193 | 1303953.41 | 5744041.61 | 257.44 |
| LONGITUD | | | 60.920 | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO RAMAL EL ESPADILLO "LAS MERCEDES " | | | | | | | |
|--|--------|------------------|----------------|--------|---------------|--------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-182 | 1304126.573 | 574446.143 | 249.3 |
| PI-182 | PI-253 | S 52°54'31.21" E | 7.400 | PI-253 | 1304,122.1100 | 574,452.0460 | 250.19 |
| PI-253 | PI-254 | S 81°04'06.71" E | 15.633 | PI-254 | 1304,119.6830 | 574,467.4890 | 252.67 |
| PI-254 | PI-255 | S 70°53'32.56" E | 12.821 | PI-255 | 1304,115.4860 | 574,479.6040 | 254.39 |
| PI-255 | PI-252 | S 66°00'45.45" E | 26.182 | PI-252 | 1304,104.8420 | 574,503.5250 | 257.05 |
| PI-252 | PI-256 | S 61°52'17.90" E | 50.850 | PI-256 | 1304,080.8690 | 574,548.3690 | 259.13 |
| PI-256 | PI-257 | S 55°21'41.44" E | 14.65 | PI-257 | 1304,072.5450 | 574,560.4180 | 256.12 |
| PI-257 | PI-258 | S 59°32'46.68" E | 20.85 | PI-258 | 1304,061.9800 | 574,578.3870 | 253.79 |
| PI-258 | PI-259 | S 63°48'20.08" E | 41.14 | PI-259 | 1304,043.8220 | 574,615.2980 | 250.94 |
| PI-259 | PI-260 | S 65°49'21.57" E | 33.85 | PI-260 | 1304,029.9600 | 574,646.1750 | 249.23 |
| PI-260 | PI-261 | S 63°31'28.22" E | 21.74 | PI-261 | 1304,020.2660 | 574,665.6390 | 248.51 |
| PI-261 | PI-262 | S 49°22'34.49" E | 23.80 | PI-262 | 1304,004.7720 | 574,683.7010 | 247.12 |
| PI-262 | PI-263 | S 34°10'24.37" E | 16.142 | PI-263 | 1303,991.4170 | 574,692.7680 | 246.32 |
| PI-263 | PI-264 | S 16°09'22.24" E | 20.797 | PI-264 | 1303,971.4410 | 574,698.5550 | 246.74 |
| PI-264 | PI-265 | S 13°46'42.84" E | 15.585 | PI-265 | 1303,956.3040 | 574,702.2670 | 247.47 |
| PI-265 | PI-266 | S 24°51'44.83" E | 12.237 | PI-266 | 1303,945.2010 | 574,707.4120 | 249.91 |
| PI-266 | PI-267 | S 24°57'56.51" E | 11.088 | PI-267 | 1303,935.1490 | 574,712.0920 | 252.44 |
| PI-267 | PI-268 | S 29°59'10.01" E | 31.139 | PI-268 | 1303,908.1780 | 574,727.6550 | 258.52 |
| PI-268 | PI-269 | S 46°49'27.66" E | 9.884 | PI-269 | 1303,901.4150 | 574,734.8630 | 259.90 |
| PI-269 | PI-270 | S 43°25'22.32" E | 21.607 | PI-270 | 1303,885.7220 | 574,749.7150 | 262.69 |
| PI-270 | PI-271 | S 43°50'35.40" E | 27.004 | PI-271 | 1303,866.2460 | 574,768.4200 | 261.26 |
| | | LONGITUD | 434.382 | | | | |

Cuadro de derroteros de línea Comunidad San Juan de la Sierra

| CUADRO DE DERROTERO LINEA CENTRAL "SAN JUAN DE LA SIERRA" | | | | | | | |
|---|--------|------------------|-----------|--------|-------------|------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-103 | 1304598.457 | 573997.066 | 259.35 |
| PI-103 | PI-272 | s 38°39'17.31" w | 67.993 | PI-272 | 1304545.36 | 573954.596 | 260.40 |
| PI-272 | PI-273 | s 34°37'37.91" w | 23.622 | PI-273 | 1304525.922 | 573941.173 | 258.33 |
| PI-273 | PI-274 | s 21°18'53.17" w | 29.406 | PI-274 | 1304498.527 | 573930.484 | 255.69 |
| PI-274 | PI-275 | s 22°06'21.23" w | 40.638 | PI-275 | 1304460.876 | 573915.191 | 254.30 |
| PI-275 | PI-276 | s 22°40'39.61" w | 24.018 | PI-276 | 1304438.715 | 573905.931 | 254.10 |
| PI-276 | PI-277 | s 11°14'59.06" w | 36.215 | PI-277 | 1304403.196 | 573898.866 | 254.16 |
| PI-277 | PI-278 | s 14°41'04.42" w | 36.215 | PI-278 | 1304372.405 | 573890.797 | 254.55 |
| PI-278 | PI-279 | s 15°54'27.38" w | 36.215 | PI-279 | 1304347.37 | 573883.662 | 255.32 |
| PI-279 | PI-280 | s 24°40'47.82" w | 11.393 | PI-280 | 1304337.018 | 573878.905 | 25.552 |
| PI-280 | PI-281 | s 31°44'06.22" w | 33.251 | PI-281 | 1304308.738 | 573861.415 | 254.02 |
| PI-281 | PI-282 | s 54°22'38.57" w | 34.345 | PI-282 | 1304288.734 | 573833.497 | 251.74 |
| PI-282 | PI-283 | s 65°19'03.49" w | 25.837 | PI-283 | 1304277.945 | 573810.021 | 250.45 |
| PI-283 | PI-284 | s 66°57'00.06" w | 18.731 | PI-284 | 1304270.611 | 573792.785 | 249.33 |
| PI-284 | PI-285 | s 68°58'46.37" w | 39.551 | PI-285 | 1304256.424 | 573755.866 | 245.22 |
| PI-285 | PI-286 | s 66°18'43.54" w | 21.356 | PI-286 | 1304247.844 | 573736.309 | 242.88 |
| PI-286 | PI-287 | s 71°15'19.84" w | 53.559 | PI-287 | 1304230.633 | 573685.591 | 239.06 |
| PI-287 | PI-292 | s 70°02'34.94" w | 51.302 | PI-292 | 1304213.123 | 573637.37 | 239.42 |
| PI-292 | PI-293 | s 52°37'06.51" w | 28.087 | PI-293 | 1304196.071 | 573615.052 | 239.74 |
| PI-293 | PI-294 | s 48°30'31.48" w | 35.147 | PI-294 | 1304172.786 | 573588.725 | 241.13 |
| PI-294 | PI-295 | s 46°07'26.54" w | 19.429 | PI-295 | 1304159.32 | 573574.72 | 241.50 |
| PI-295 | PI-296 | s 44°47'20.66" w | 17.479 | PI-296 | 1304146.915 | 573562.406 | 241.23 |
| PI-296 | PI-297 | s 46°46'20.99" w | 38.955 | PI-297 | 1304120.235 | 573534.022 | 240.62 |
| PI-297 | PI-298 | s 49°00'37.63" w | 18.088 | PI-298 | 1304108.371 | 573520.369 | 240.31 |
| PI-298 | PI-299 | s 46°14'21.01" w | 34.397 | PI-299 | 1304084.58 | 573495.526 | 239.54 |
| PI-299 | PI-300 | s 39°24'58.56" w | 36.067 | PI-300 | 1304056.716 | 573472.625 | 238.41 |
| PI-300 | PI-301 | s 29°40'02.62" w | 22.286 | PI-301 | 1304037.351 | 573461.594 | 237.79 |
| PI-301 | PI-302 | s 26°18'14.49" w | 35.928 | PI-302 | 1304005.143 | 573445.673 | 237.21 |
| PI-302 | PI-303 | s 24°24'44.55" w | 38.289 | PI-303 | 1303970.277 | 573429.848 | 236.72 |
| PI-303 | PI-304 | s 29°00'46.83" w | 38.531 | PI-304 | 1303936.581 | 573411.16 | 234.89 |

| | | | | | | | |
|-----------------|--------|------------------|-------------------|--------|-------------|------------|--------|
| PI-304 | PI-305 | s 40°22'24.94" w | 35.426 | PI-305 | 1303909.592 | 573388.212 | 233.68 |
| PI-305 | PI-306 | s 42°48'03.49" w | 27.937 | PI-306 | 1303889.094 | 573369.23 | 232.42 |
| PI-306 | PI-307 | s 28°09'40.31" w | 39.512 | PI-307 | 1303854.259 | 573350.582 | 232.31 |
| PI-307 | PI-308 | s 28°53'49.38" w | 23.136 | PI-308 | 1303834.004 | 573339.402 | 232.00 |
| PI-308 | PI-309 | s 36°46'14.87" w | 26.479 | PI-309 | 1303812.793 | 573323.551 | 231.13 |
| PI-309 | PI-310 | s 48°28'14.89" w | 16.188 | PI-310 | 1303802.06 | 573311.432 | 230.89 |
| PI-310 | PI-311 | s 60°56'00.88" w | 9.316 | PI-311 | 1303797.53 | 573303.29 | 231.34 |
| PI-311 | PI-328 | s 60°56'00.88" w | 11.243 | PI-328 | 1303792.07 | 573293.46 | 230.42 |
| PI-328 | PI-336 | S 66°51'53.03" W | 13.426 | PI-336 | 1303864.629 | 573179.432 | 228.39 |
| PI-336 | PI-337 | s 60°56'00.88" w | 53.363 | PI-337 | 1303766.15 | 573246.82 | 227.51 |
| PI-337 | PI-338 | s 60°54'19.93" w | 25.131 | PI-338 | 1303792.07 | 573293.46 | 227.17 |
| PI-338 | PI-339 | s 67°59'05.66" w | 20.464 | PI-339 | 1303746.256 | 573205.888 | 227.40 |
| PI-339 | PI-342 | s 62°24'26.19" w | 31.817 | PI-342 | 1303731.519 | 573177.69 | 226.34 |
| PI-342 | PI-343 | s 72°39'53.86" w | 30.065 | PI-343 | 1303722.561 | 573148.991 | 225.89 |
| PI-343 | PI-344 | s 64°13'29.68" w | 16.673 | PI-344 | 1303715.311 | 573133.977 | 225.63 |
| PI-344 | PI-345 | s 67°39'44.45" w | 18.413 | PI-345 | 1303708.313 | 573116.946 | 225.28 |
| PI-345 | PI-346 | s 38°47'18.73" w | 25.233 | PI-346 | 1303688.645 | 573101.139 | 223.50 |
| LONGITUD | | | 1370.152 m | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO RAMAL IZQUIERDO PRINCIPAL "SAN JUAN DE LA SIERRA" | | | | | | | |
|---|--------|------------------|-----------|--------|-------------|------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-339 | 1303746.256 | 573205.888 | 227.40 |
| PI-339 | PI-349 | s 39°44'33.39"E | 13.049 | PI-349 | 1303736.222 | 573214.231 | 226.35 |
| PI-349 | PI-350 | s 05°07'49.37"E | 26.403 | PI-350 | 1303709.925 | 573216.592 | 225.11 |
| PI-350 | PI-327 | s 01°21'02.56"E | 40.344 | PI-327 | 1303669.592 | 573217.543 | 223.68 |
| PI-327 | PI-351 | s 16°42'48.62" w | 13.853 | PI-351 | 1303656.324 | 573213.559 | 223.36 |
| PI-351 | PI-352 | s 22°35'43.59" w | 24.723 | PI-352 | 1303633.499 | 573204.06 | 223.05 |
| PI-352 | PI-353 | s 21°29'29.29" w | 5.836 | PI-353 | 1303628.069 | 573201.922 | 223.00 |
| PI-353 | PI-354 | s 32°55'16.00" w | 12.482 | PI-354 | 1303617.591 | 573195.138 | 222.82 |
| PI-354 | PI-355 | s 43°26'51.38" w | 39.778 | PI-355 | 1303588.712 | 573167.783 | 221.82 |
| PI-355 | PI-356 | s 49°59'24.21" w | 27.209 | PI-356 | 1303571.219 | 573146.943 | 221.20 |
| PI-356 | PI-357 | s 40°25'25.82" w | 20.907 | PI-357 | 1303555.303 | 573133.386 | 220.63 |
| PI-357 | PI-358 | s 38°51'15.09" w | 77.428 | PI-358 | 1303495.006 | 573084.812 | 215.72 |
| PI-358 | PI-359 | s 43°30'58.05" w | 30.037 | PI-359 | 1303473.224 | 573064.13 | 215.08 |
| PI-359 | PI-360 | s 58°23'44.79" w | 19.470 | PI-360 | 1303463.021 | 573047.548 | 214.82 |
| PI-360 | PI-361 | s 68°01'00.05" w | 37.023 | PI-361 | 1303449.162 | 573013.217 | 214.10 |
| PI-361 | PI-362 | s 74°19'53.39" w | 33.454 | PI-362 | 1303440.127 | 572981.006 | 213.51 |
| PI-362 | PI-363 | s 66°18'22.29" w | 27.801 | PI-363 | 1303428.955 | 572955.548 | 212.62 |
| PI-363 | PI-364 | s 49°46'50.59" w | 41.370 | PI-364 | 1303402.242 | 572923.959 | 210.91 |
| PI-364 | PI-365 | s 44°07'15.15" w | 16.407 | PI-365 | 1303390.464 | 572912.537 | 210.14 |
| PI-365 | PI-366 | s 38°45'36.62" w | 31.650 | PI-366 | 1303365.784 | 572892.722 | 209.81 |
| PI-366 | PI-367 | s 46°05'43.47" w | 18.679 | PI-367 | 1303352.831 | 572879.264 | 210.32 |
| PI-367 | PI-368 | s 49°24'28.05" w | 35.560 | PI-368 | 1303329.693 | 572852.261 | 211.46 |
| PI-368 | PI-369 | s 47°03'22.43" w | 19.510 | PI-369 | 1303316.401 | 572837.979 | 211.78 |
| PI-369 | PI-370 | s 40°36'35.20" w | 26.373 | PI-370 | 1303296.38 | 572820.813 | 212.12 |
| PI-370 | PI-371 | s 46°09'06.48" w | 7.246 | PI-371 | 1303291.36 | 572815.587 | 212.35 |
| PI-371 | PI-372 | s 52°35'45.45" w | 16.305 | PI-372 | 1303281.456 | 572802.635 | 212.69 |
| PI-372 | PI-373 | s 67°05'34.58" w | 18.400 | PI-373 | 1303274.294 | 572785.686 | 213.32 |
| PI-373 | PI-374 | s 71°54'32.29" w | 81.027 | PI-374 | 1303249.133 | 572708.665 | 211.95 |
| PI-374 | PI-375 | s 42°10'22.48" w | 13.806 | PI-375 | 1303238.901 | 572699.396 | 210.78 |
| PI-375 | PI-376 | s 48°33'26.28" w | 37.175 | PI-376 | 1303214.296 | 572671.529 | 205.32 |
| PI-376 | PI-377 | s 58°30'08.32" w | 24.201 | PI-377 | 1303201.652 | 572650.894 | 203.10 |
| PI-377 | PI-378 | s 69°31'59.45" w | 31.190 | PI-378 | 1303190.746 | 572621.673 | 200.39 |
| PI-378 | PI-382 | s 86°29'13.29" w | 16.189 | PI-382 | 1303189.754 | 572605.514 | 199.52 |
| PI-382 | PI-383 | N 84°33'04.01" w | 54.287 | PI-383 | 1303194.909 | 572551.472 | 197.58 |
| PI-383 | PI-384 | N 87°20'46.44" w | 13.261 | PI-384 | 1303195.523 | 572538.225 | 196.88 |
| PI-384 | PI-385 | s 89°49'23.45" w | 29.163 | PI-385 | 1303195.433 | 572509.062 | 195.40 |
| PI-385 | PI-386 | s 86°20'04.70" w | 26.576 | PI-386 | 1303193.734 | 572482.54 | 194.64 |
| PI-386 | PI-387 | s 89°31'56.88" w | 23.775 | PI-387 | 1303193.54 | 572458.766 | 193.96 |
| PI-387 | PI-388 | s 62°59'56.79" w | 48.621 | PI-388 | 1303171.466 | 572415.445 | 193.68 |
| PI-388 | PI-389 | s 62°31'19.33" w | 19.003 | PI-389 | 1303162.698 | 572398.586 | 193.24 |
| PI-389 | PI-390 | s 79°09'00.89" w | 38.532 | PI-390 | 1303155.445 | 572360.743 | 194.15 |

| | | | | | | | |
|-----------------|--------|------------------|-------------------|--------|-------------|------------|--------|
| PI-390 | PI-391 | s 76°31'45.93" w | 23.830 | PI-391 | 1303149.894 | 572337.569 | 194.02 |
| PI-391 | PI-392 | s 57°33'50.98" w | 23.492 | PI-392 | 1303137.294 | 572317.742 | 191.27 |
| PI-392 | PI-393 | s 50°47'30.93" w | 24.139 | PI-393 | 1303122.035 | 572299.038 | 190.08 |
| PI-393 | PI-394 | s 36°12'24.29" w | 11.578 | PI-394 | 1303112.693 | 572292.199 | 189.76 |
| PI-394 | PI-395 | s 33°47'31.83" w | 17.586 | PI-395 | 1303098.078 | 572282.418 | 189.21 |
| PI-395 | PI-396 | s 39°45'29.45" w | 16.254 | PI-396 | 1303085.583 | 572272.023 | 187.51 |
| PI-396 | PI-397 | s 53°19'30.16" w | 8.053 | PI-397 | 1303080.773 | 572265.564 | 186.03 |
| PI-397 | PI-398 | s 54°14'33.33" w | 17.429 | PI-398 | 1303070.588 | 572251.42 | 183.89 |
| PI-398 | PI-399 | s 56°34'28.72" w | 35.178 | PI-399 | 1303051.21 | 572222.06 | 182.44 |
| PI-399 | PI-400 | s 47°01'54.72" w | 27.761 | PI-400 | 1303032.288 | 572201.746 | 182.05 |
| PI-400 | PI-401 | s 31°04'01.39" w | 22.545 | PI-401 | 1303012.977 | 572190.112 | 182.32 |
| PI-401 | PI-402 | s 28°02'03.56" w | 20.930 | PI-402 | 1302994.503 | 572180.275 | 182.27 |
| PI-402 | PI-403 | s 26°27'00.27" w | 14.263 | PI-403 | 1302981.733 | 572173.922 | 180.91 |
| PI-403 | PI-404 | s 29°18'29.88" w | 18.997 | PI-404 | 1302965.168 | 572164.623 | 178.16 |
| PI-404 | PI-405 | s 28°28'24.33" w | 25.193 | PI-405 | 1302943.022 | 572152.612 | 175.14 |
| PI-405 | PI-406 | s 48°07'43.01" w | 15.884 | PI-406 | 1302932.42 | 572140.784 | 174.25 |
| PI-406 | PI-407 | s 54°36'23.75" w | 22.067 | PI-407 | 1302919.639 | 572122.795 | 174.72 |
| PI-407 | PI-408 | s 53°30'02.55" w | 32.126 | PI-408 | 1302900.53 | 572096.97 | 177.63 |
| PI-408 | PI-409 | s 45°48'11.04" w | 10.342 | PI-409 | 1302893.32 | 572089.555 | 177.83 |
| PI-409 | PI-410 | s 38°57'30.66" w | 22.527 | PI-410 | 1302875.803 | 572075.391 | 175.56 |
| PI-410 | PI-411 | s 37°08'07.94" w | 24.330 | PI-411 | 1302856.407 | 572060.703 | 171.58 |
| PI-411 | PI-412 | s 29°54'02.84" w | 42.756 | PI-412 | 1302819.342 | 572039.389 | 164.41 |
| PI-412 | PI-413 | s 46°39'58.11" w | 11.819 | PI-413 | 1302811.231 | 572030.792 | 164.72 |
| PI-413 | PI-414 | s 73°09'02.11" w | 6.103 | PI-414 | 1302809.462 | 572024.951 | 165.28 |
| PI-414 | PI-415 | s 79°15'36.93" w | 10.346 | PI-415 | 1302807.534 | 572014.786 | 166.51 |
| PI-415 | PI-416 | s 69°48'24.19" w | 11.739 | PI-416 | 1302803.482 | 572003.769 | 168.19 |
| PI-416 | PI-417 | s 57°23'38.43" w | 4.662 | PI-417 | 1302800.97 | 571999.842 | 169.23 |
| PI-417 | PI-418 | s 53°50'43.36" w | 17.479 | PI-418 | 1302790.658 | 571985.729 | 171.65 |
| PI-418 | PI-419 | s 46°37'54.80" w | 24.184 | PI-419 | 1302774.051 | 571968.148 | 174.31 |
| PI-419 | PI-420 | s 49°42'27.38" w | 23.116 | PI-420 | 1302759.102 | 571950.516 | 176.23 |
| LONGITUD | | | 1724.811 m | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO RAMAL N° 1 "SAN JUAN DE LA SIERRA" | | | | | | | |
|--|--------|------------------|------------------|--------|-------------|------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-287 | 1304230.633 | 573685.591 | 239.06 |
| PI-287 | PI-288 | N 38°28'01.41" W | 13.741 | PI-288 | 1304241.392 | 573677.043 | 239.92 |
| PI-288 | PI-289 | N 35°29'20.04" W | 46.015 | PI-289 | 1304278.859 | 573650.329 | 244.18 |
| PI-289 | PI-290 | N 26°15'56.02" W | 24.127 | PI-290 | 1304300.495 | 573639.652 | 245.83 |
| PI-290 | PI-291 | N 25°06'13.52" W | 52.242 | PI-291 | 1304347.802 | 573617.488 | 250.23 |
| LONGITUD | | | 136.125 m | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO RAMAL N° 2 "SAN JUAN DE LA SIERRA" | | | | | | | |
|--|--------|------------------|-----------|--------|-------------|------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-328 | 1303797.53 | 573303.29 | 231.34 |
| PI-328 | PI-329 | N 33°58'57.84" W | 34.582 | PI-329 | 1303820.748 | 573274.133 | 232.13 |
| PI-329 | PI-330 | N 37°22'49.23" W | 27.613 | PI-330 | 1303842.69 | 573257.369 | 230.81 |
| PI-330 | PI-331 | N 37°36'56.80" W | 21.248 | PI-331 | 1303859.521 | 573244.4 | 228.67 |
| PI-331 | PI-332 | N 35°15'35.11" W | 21.161 | PI-332 | 1303,876.80 | 573232.184 | 227.03 |
| PI-332 | PI-333 | N 44°50'17.57" W | 7.012 | PI-333 | 1303881.772 | 573227.24 | 226.88 |
| PI-333 | PI-334 | S 70°19'41.93" W | 18.124 | PI-334 | 1303875.671 | 573210.174 | 226.96 |
| PI-334 | PI-335 | S 72°35'39.14" W | 19.279 | PI-335 | 1303869.904 | 573191.778 | 227.29 |
| PI-335 | PI-336 | N 35°15'35.11" W | 13.420 | PI-336 | 1303864.629 | 573179.432 | 228.39 |
| LONGITUD | | | 162.439 m | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO RAMAL 3 "SAN JUAN DE LA SIERRA" | | | | | | | |
|---|--------|------------------|-----------|--------|-------------|------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-311 | 1303797.53 | 573303.29 | 231.34 |
| PI-311 | PI-312 | S 34°34'46.12" E | 20.701 | PI-312 | 1303797.53 | 573315.038 | 231.13 |
| PI-312 | PI-313 | S 30°01'43.48" E | 30.068 | PI-313 | 1303797.53 | 573330.085 | 230.41 |
| PI-313 | PI-314 | S 27°46'45.30" E | 4.896 | PI-314 | 1303797.53 | 573332.367 | 230.21 |
| PI-314 | PI-315 | S 33°46'32.47" E | 10.023 | PI-315 | 1303797.53 | 573337.939 | 229.40 |
| PI-315 | PI-316 | S 30°31'09.50" E | 20.318 | PI-316 | 1303797.53 | 573348.257 | 225.78 |
| PI-316 | PI-320 | S 29°26'01.42" W | 18.158 | PI-320 | 1303797.53 | 573339.334 | 225.26 |
| PI-320 | PI-321 | S 78°33'59.39" W | 17.550 | PI-321 | 1303797.53 | 573322.132 | 225.98 |
| PI-321 | PI-322 | S 85°29'52.50" W | 21.211 | PI-322 | 1303797.53 | 573300.986 | 226.20 |
| PI-322 | PI-323 | S 82°32'58.73" W | 17.082 | PI-323 | 1303797.53 | 573284.048 | 226.46 |
| PI-323 | PI-324 | S 83°18'27.87" W | 18.852 | PI-324 | 1303797.53 | 573265.324 | 226.37 |
| PI-324 | PI-325 | S 66°21'29.37" W | 35.270 | PI-325 | 1303797.53 | 573233.014 | 224.51 |
| PI-325 | PI-326 | S 58°00'19.20" W | 11.334 | PI-326 | 1303797.53 | 573223.402 | 223.92 |
| PI-326 | PI-327 | S 32°32'40.65" W | 10.891 | PI-327 | 1303797.53 | 573217.543 | 223.68 |
| LONGITUD | | | 236.354 m | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO RAMAL N° 4 "SAN JUAN DE LA SIERRA" | | | | | | | |
|--|--------|------------------|-----------|--------|-------------|------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-316 | 1303724.292 | 573348.257 | 225.78 |
| PI-316 | PI-317 | S 83°10'23.82" E | 24.944 | PI-317 | 1303721.327 | 573373.024 | 221.68 |
| PI-317 | PI-318 | N 88°49'46.91" E | 11.065 | PI-318 | 1303721.553 | 573384.087 | 219.86 |
| PI-318 | PI-319 | N 58°10'59.79" E | 25.207 | PI-319 | 1303734.842 | 573405.506 | 220.12 |
| LONGITUD | | | 61.216 m | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO RAMAL N° 5 "SAN JUAN DE LA SIERRA" | | | | | | | |
|--|--------|------------------|-----------------|--------|-------------|------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-339 | 1303746.256 | 573205.888 | 227.4 |
| PI-339 | PI-340 | N 33°52'55.09" W | 23.186 | PI-340 | 1303765.505 | 573192.962 | 229.48 |
| PI-340 | PI-341 | N 34°31'11.82" W | 18.077 | PI-341 | 1303780.399 | 573182.718 | 229.64 |
| | | LONGITUD | 41.263 m | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO RAMAL N° 6 "SAN JUAN DE LA SIERRA" | | | | | | | |
|--|--------|------------------|-----------------|--------|-------------|------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-346 | 1303688.645 | 573101.139 | 223.5 |
| PI-346 | PI-347 | N 34°59'32.31" W | 32.645 | PI-347 | 1303715.389 | 573082.418 | 223.16 |
| PI-347 | PI-348 | N 30°10'33.26" W | 46.348 | PI-348 | 1303755.456 | 573059.121 | 222.83 |
| | | LONGITUD | 78.993 m | | | | |

| CUADRO DE DERROTERO RAMAL N° 7 "SAN JUAN DE LA SIERRA" | | | | | | | |
|--|--------|------------------|------------------|--------|-------------|------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | PI-378 | 1303190.746 | 572621.673 | 200.39 |
| PI-378 | PI-379 | S 03°05'32.93" E | 35.293 | PI-379 | 1303155.504 | 572623.577 | 203.83 |
| PI-379 | PI-380 | S 43°13'25.14" E | 32.848 | PI-380 | 1303131.568 | 572646.073 | 203.61 |
| PI-380 | PI-381 | S 41°35'09.47" E | 36.904 | PI-381 | 1303103.965 | 572670.568 | 203.64 |
| | | LONGITUD | 105.045 m | | | | |

Derroteros área del Tanque

| CUADRO DE DERROTEROS ÁREA DEL POZO | | | | | | | |
|------------------------------------|----|--------------------|-----------|----|-------------|------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACIÓN |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | 12 | 1306282.76 | 575865.842 | 343.759 |
| 12 | 24 | N 61 07 0758 E | 20.029 | 24 | 1306292.44 | 575883.38 | 344.506 |
| 24 | 28 | S 31 27 05.38 E | 20.066 | 28 | 1306275.32 | 575893.85 | 344.8 |
| 28 | 56 | S 56 22 00.29 W | 20.136 | 56 | 1306264.17 | 575877.083 | 344.034 |
| 56 | 12 | N 31 08 58.55 W | 21.731 | 12 | 1306282.76 | 575865.842 | 343.759 |
| SUPERFICIE = 419.35 M2 | | | | | | | |

Derroteros área del Pozo y Caseta de Control

| CUADRO DE DERROTOS PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO | | | | | | | |
|--|----|--------------------|-----------|----|-------------|------------|-----------|
| LADO | | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS | | ELEVACION |
| EST | PV | | | | Y | X | |
| | | | | 35 | 1306345.1 | 575910.114 | 348.837 |
| 35 | 29 | N 61 0707.58 E | 20.029 | 29 | 1306357.18 | 575925.824 | 349.443 |
| 29 | 53 | S 31 27 05.38E | 20.066 | 53 | 1306341.05 | 575937.914 | 348.351 |
| 53 | 49 | S 58 22 22.29 W | 20.138 | 49 | 575921.925 | 1306328.81 | 347.384 |
| 49 | 35 | N 31 08 58.55 W | 21.731 | 35 | 1306345.1 | 575910.114 | 348.837 |
| SUPERFICIE = 402.205 M2 | | | | | | | |

3. Anexo 3: Estudio de calidad del agua.



LABORATORIOS BENGOCHEA, S.A.

Km. 5 ½ Carretera a Masaya, Managua, Nicaragua.
Teléfono: 2277-2145, 2270-0450-52 FAX: 2277-2144
Web: www.labbengoechea.com.ni

LABORATORIO REGISTRADO BAJO EL # 719

Pág. 1/2

ANÁLISIS INDUSTRIAL # 24,786

Marzo 02, 2018

Descripción de la muestra : **Agua de Pozo**
Fecha de toma de muestra : 08/02/2018, 3:00pm.
Lugar de toma de muestra : Comunidad El Aguacate Diriamba. Cod. 20059
Muestra tomada por : Ing. Aura Lila Espinoza Montoya
Fecha de Recepción : 09/02/2018 **nRef/LB. 48,059**
DE : Ing. Aura Lila Espinoza Montoya
ORDEN DE : Idem. Teléf.: 8739-5780

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO PARA POTABILIDAD

| RESULTADOS | | | MÉTODO SMWW XX ED. | Valores Guías de Potabilidad (O.M.S.) | |
|-------------------|------------|------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------|
| | | | | Máxima Aceptable | Máxima Tolerable |
| pH | | 7,33 Unidades | 4500 H+B | 7,0 - 8,5 Unidades | 6,5-8,2 Unidades |
| Conductividad | 25°C | 443,0 µS/cm | 2510 B | No aplicable | |
| Sólidos Disueltos | 103-105°C | 377,0 mg/L | 2540 B | 500 mg/L | 1,500 mg/L |
| Dureza Total | | 161,5 mgCaCO ₃ /L | 2340 C | 300 * * | 1,000 * * |
| CATIONES | | | | | |
| Calcio | 2,18 meq/L | 43,60 mg/L | 3500-Ca B | 75 mg/L | 200 mg/L |
| Magnesio | 1,05 " " | 12,76 " " | 3500-Mg B | 50 " " | 150 " " |
| Sodio | 0,87 " " | 20,01 " " | 3500-Na B | Hasta 200 * * | Hasta 200 * * |
| Potasio | 0,05 " " | 2,00 " " | 3500-K B | No hay referencia | No hay referencia |
| | 4,15 " " | | | | |
| ANIONES | | | | | |
| Carbonatos | 0,0 meq/L | 0,0 mgCO ₃ /L | 2320 B | No hay referencia | No hay referencia |
| Bicarbonatos | 2,72 " " | 166,2 mgHCO ₃ /L | 2320 B | No hay referencia | No hay referencia |
| Cloruros | 0,72 " " | 25,53 mg/L | 4500-Cl B | 200 mg/L | 200 - 300 mg/L |
| Sulfatos | 0,20 " " | 9,60 " " | 4500-SO ₄ ²⁻ E | 200 " " | 400 " " |
| Nitratos | 0,30 " " | 18,60 " " | 213 C SMWW XIII ed. | Hasta 45 " " | Hasta 45 * * |
| | 3,94 " " | | | | |
| OTROS | | | | | |
| Flúor | 0,23 mg/L | 0,03 mg/L | 4500-F- D | Hasta 1,5 mg/L | Hasta 1,5 mg/L |
| Hierro Total | 0,06 " " | 0,04 " " | 3500-Fe B | 0,3 " " | 1 - 3 " " |
| Manganeso | *N.D. | 0,16 " " | 3500-Mn B | 0,1 " " | 0,5 " " |

*N.D. = No Detectado

NOTA: Los elementos analizados se encuentran dentro de las normas internacionales para aguas químicamente potables, Conforme a normas de la O.M.S. Según su dureza esta agua se clasifica como **AGUA DURA**. Los rangos señalados son extraídos de las guías internacionales para aguas potables, según la O.M.S. III ed. 2004.

Se da fe únicamente de la muestra presentada.

J. Jaime Bengoechea D.
Gerente General
cc: archivo
Tel: 2277-2144/45
Managua, Nicaragua

Análisis de Agua Claras y Residuales - Análisis Químico Industrial, Materias Primas, Proceso y
Productos Terminados - Análisis Microbiológico en Alimentos.
Fundado en 1931

Fuente: Realizada por la Alcaldía Municipal de Diriamba.



LABORATORIOS BENGOCHEA, S.A.

Km. 5 ½ Carretera a Masaya, Managua, Nicaragua.
Teléfono: 2277-2145, 2270-0450-52 FAX: 2277-2144
Web: www.labbengoechea.com.ni

LABORATORIO REGISTRADO BAJO EL # 719

pág. 2/2

ANÁLISIS INDUSTRIAL # 24,786

Marzo 02, 2018

Descripción de la muestra : Agua de Pozo
Fecha de toma de muestra : 08/02/2018, 3:00pm.
Lugar de toma de muestra : Comunidad El Aguacate Diriamba. Cod. 20059
Muestra tomada por : Ing. Aura Lila Espinoza Montoya
Fecha de Recepción : 09/02/2018 nRef/LB. 48,059
DE : Ing. Aura Lila Espinoza Montoya
ORDEN DE : Idem. Teléf.: 8739-5780

ANÁLISIS DE METALES PESADOS

| METALES PESADOS | RESULTADOS µg/L | Limite de Detección µg/L | **Valores Guía OMS µg/L |
|-----------------|--------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Arsénico | *N.D. | 0,99 | 10 |
| Cadmio | N.D. | 0,15 | 3 |
| Cobre | N.D. | 1,24 | 2 x 10 ³ |
| Mercurio | N.D. | 0,09 | 1 |
| Plomo | N.D. | 0,84 | 10 |
| Selenio | N.D. | 4,43 | 10 |

* N.D. = No Detectado.

** Valores guías para Agua Potable, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.

Métodos: SMWW XXI Edi. 3113 B, 3112B
Absorción Atómica, Técnica de Horno de Grafito y Vapor Frio.

Se da fe únicamente de la muestra presentada


 J. Jaime Bengoechea D.
 Gerente General
 cc: archivo@LABORATORIOS BENGOCHEA INDUSTRIAL
 RT: mme@LABORATORIOS BENGOCHEA INDUSTRIAL
 Teléf: 2277-2144/45
 Managua, Nicaragua

Análisis de Agua Claras y Residuales - Análisis Químico Industrial, Materias Primas, Proceso y
Productos Terminados - Análisis Microbiológico en Alimentos.
Fundado en 1931

Fuente: Realizada por la Alcaldía Municipal de Diriamba.



LABORATORIOS BENGOCHEA, S.A.

Km. 5 ½ Carretera a Masaya, Managua, Nicaragua.
Teléfono: 2277-2145, 2270-0450-52 FAX: 2277-2144
Web: www.labbengoechea.com.ni

LABORATORIO REGISTRADO BAJO EL # 719

Febrero 14, 2018

ANÁLISIS INDUSTRIAL # 24,730

| Numero de Referencia | Descripción de muestra |
|----------------------|------------------------|
| LB/47,060 | Agua de Pozo |

Fecha y hora de toma de muestra: 08/02/2018, 3:00pm.

Fecha de Recepción: 09/02/2018

DE : Ing. Aura Lila Espinoza

ORDEN DE : Idem. Teléf.: 8739-5780

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO-SANITARIO

| Descripción de muestra | Presuntiva de Coliformes | Confirmatoria de Coliformes (Coliformes Totales) NMP/100ml | Coliforme E.Coli | NMP/100mL E.coli |
|------------------------|--------------------------|--|------------------|------------------|
| Agua de Pozo | 5/5 | 5/5 | >8 | 2/5 |

NOTA : Desde el punto de vista bacteriológico a esta fecha, esta muestra **ES: NO APTA PARA CONSUMO HUMANO**, según normas de la O.M.S. en vigencia.
Estamos a sus apreciables órdenes para cualquier consulta ó sanitización del sistema.

Un NMP x 100mL de Coliformes Confirmado, menor que 1.1 es satisfactoria para consumo humano.

NMP x 100 mL. significa : Número más probable de bacterias en referencia contenidas en 100 mL. de la muestra.

Método SMWW XX Edi. 9221 B, 9221C. (5 x 20ml)
Normas O.M.S. III ed. Vigente.

Se da fe únicamente de la muestra presentada.

J. Jaime Bengoechea D.

Gerente General

LABORATORIOS QUÍMICO INDUSTRIAL

JR/mm
Tel: 2277-2144/45
Managua, Nicaragua

Análisis de Agua Claras y Residuales - Análisis Químico Industrial, Materias Primas, Proceso y Productos Terminados - Análisis Microbiológico en Alimentos.
Fundado en 1931

Fuente: Realizada por la Alcaldía Municipal de Diriamba.