

Área de Conocimiento de Ingeniería y Afines

“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD LAS UVAS, MUNICIPIO DE JALAPA DEPARTAMENTO DE NUEVA SEGOVIA, NICARAGUA”

Trabajo de Monográfico para optar al título de
Ingeniero Civil

Elaborado por:

Br. Giovannia Nazareth
Huete Cruz
Carnet: 2018-0161N

Br. Javier Saúl
Pastrana Villarreyana
Carnet: 2018-0265N

Tutor:

Ing. Juan Leonardo Chow

23 de Agosto 2024

Managua, Nicaragua

DEDICATORIA

¡Cuán precioso, oh DIOS es tú gran amor! Tú eres mi escondite y mi escudo, para tú honra dedico a ti este trabajo que fue guiado y cubierto bajo tus alas.

A mis padres, los más amorosos que han estado siempre a mi lado como una torre inexpugnable.

A mí tía Paula Cruz que se encuentra en el reino de los cielos y siempre me dio los abrazos más honestos.

A mí mejor amigo Kevin Rivas González que es la estrella más grande del cielo.

A mis amigas tan increíbles y familiares estupendos que siempre me motivaron a seguir a lo largo de este proceso.

AGRADECIMIENTOS

A la gracia y maravilla de nuestro padre celestial CRISTO REY, MI SEÑOR que traes a mi alma bondad y dulzura, ante tú presencia quiero darte las gracias por ser el impulso más grande a lo largo de mi carrera y por todo lo que recibe diariamente mi corazón y espíritu.

Agradezco de corazón a mi padre Giovanni Manuel Huete Tercero, y mi bella madre Nora Etelvina Cruz Ríos, quienes han aportado su sabiduría a lo largo de mi vida y me han motivado a luchar siempre por cada uno de mis sueños a través del amor, y de más familiares gracias por estar siempre brindando consejos y su cariño hacía mí.

Agradezco a mi Novio y compañero de tesis, mi vinculo perfecto Javier Saúl Pastrana Villarreyña, el ser del alma más noble que el Señor pudo poner en mi camino, gracias por sumarle más felicidad a mi día a día y ser el apoyo más significativo en esté trabajo.

Agradezco al Ingeniero Juan Leonardo Chow Zuniga, quién ha sido un pilar importante para concluir nuestra tesis.

Y por último agradezco a mis mascotas Byzón y Yuma quienes desbordan tanto amor en los días grises, mis ángeles perrunos.

DEDICATORIA

Para gloria y honra del SEÑOR DIOS TODOPODEROSO, Cristo Jesús y el espíritu santo, en el cual sin las fuerzas que me han brindado no hubiera visto tal resultado en este proceso.

A mí madre, que ha sido mi apoyo indispensable durante toda mi vida.

A mí abuela que sin duda ha estado en todo y sobre todo por la que estoy bajo la promesa de Dios.

A mi tía por su ayuda a disposición en todo momento, así como toda mi casa.

También a mis amigos de toda la vida, por sus ánimos y soportes en todas las cosas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, primeramente, porque sin Él nada de lo que he captado con este proceso académico, sería, porque también me da cada segundo de vida, porque me brindó la sabiduría necesaria para concretar este paso en mi carrera y por todo lo que vendrá después en mi vida.

Agradezco a mi Madre Meyling Villarreyña, a mi abuela Aura Corrales, a mi tía Nuria Villarreyña y a mis demás familiares, los cuales fueron esenciales para mantener mis ánimos intactos y mantener resiliencia en las adversidades.

Agradezco sin duda a mi Novia, compañera de tesis y la mujer que Dios puso a mi lado para este gran viaje que llevamos juntos en la vida, a mi amada Giovannia Nazareth Huete Cruz, que, sin ella y su apoyo, no hubiera logrado tanto.

Agradezco al Ingeniero Juan Leonardo Chow Zuniga, el cual nos brindó todo su apoyo compartió de su holgada experiencia con nosotros para concluir nuestra tesis.

También al ingeniero Jerónimo Rivera, por su manera de influirme a un cambio para bien en mi vida académica.

Por último, agradezco a mis mascotas, que, sin ellos y su amor tan puro, los momentos más frustrantes, hubieran sido más duros y amargos.

Resumen Ejecutivo

Este trabajo describe el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad Las Uvas, municipio de Jalapa, departamento de Nueva Segovia, Nicaragua que consiste en un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE).

Para el diseño se realizó un estudio socio-económico el cual describe las características demográficas de la población, el nivel de ingreso y la demanda de servicios. También se realizó un estudio topográfico el cual describió el relieve como regular con pocas depresiones. Así mismo se realizó un análisis de la calidad de agua encontrándose agua de buena calidad según la norma CAPRE.

Esta propuesta se realizó con el propósito de cumplir con el suministro de agua potable a 155 familias, debido a que actualmente las familias se abastecen con agua cruda y la red de agua potable brinda de 3 a 5 horas el servicio, lo cual no es suficiente para satisfacer todos sus requerimientos hídricos.

El diseño del mini acueducto incluye estación de bombeo con capacidad 2.53 lps utilizando una bomba sumergible CRE 3-21 A-FGJ-A-E-HQQE, con potencia de 5.66 hp, con altura manométrica de 154.77 m, y 7.22 hp a los 20 años de operación con un caudal de 2.56 lps utilizando una bomba sumergible CRE 5-22 K-FGJ-A-E-HQQE con altura manométrica de 159.02 m.

También se diseñó una línea de conducción conformada por una columna de bombeo HG cédula 40 con diámetro de 2 pulg con una longitud de 82 m, una sarta HG cédula 40 diámetro de 2 pulg y una longitud de 6 m y una línea de impulsión SDR 26 con diámetro de 2 pulg con longitud total de 535.79 m.

Así mismo, el tanque de almacenamiento de mampostería con una capacidad de 71.76 m³ está diseñado para abastecer a una red de distribución de 8096.56 m, a la cual se conectarán 155 viviendas actualmente y en los próximos 20 años beneficiarán a 1122 habitantes.

El costo total para la ejecución del mini acueducto por bombeo eléctrico se estimó en C\$ C\$5,817,302.85, siendo las etapas con mayores costos: red de distribución con C\$1,512,487.07, línea de conducción con C\$308,143.91 y tanque de almacenamiento con

Este documento tiene cinco capítulos obtenidos a treves de estudios realizados, a continuación, detallan:

Capítulo I. Generalidades: En este capítulo se obtuvo información de la comunidad Las Uvas, al igual se presentan antecedentes, justificación y objetivos para el proyecto.

Capítulo II. Marco teórico: Este capítulo detalla los conceptos para el diseño de proyectos de agua potable (MABE).

Capítulo III. Diseño metodológico: En este capítulo se presenta el desarrollo metodológico que se utilizó para desarrollar cálculos y métodos utilizados para obtener resultados precisos.

Capítulo IV. Resultados: Este capítulo presenta todos lo resultados y cálculos realizados en cada una de las etapas del diseño, de igual forma las conclusiones y recomendaciones para la elaboración del mismo.

Capitulo V. Conclusiones y recomendaciones.

Anexos: Presenta el formato de censo aplicado, levantamiento topográfico, estudio físico-químico y bacteriológico, resultados de análisis hidráulico, presupuesto y planos constructivos del proyecto entre otros elementos importantes del proyecto.

ÍNDICE

I.	GENERALIDADES.....	1
1.1	Introducción.....	1
1.2	Antecedentes.....	3
1.3	Justificación.	4
1.4	Objetivos.	5
1.4.1	Objetivo General:.....	5
1.4.2	Objetivo Específicos:	5
II.	MARCO TEORICO.....	7
2.1	Estudio Socioeconómico.	7
2.2	Estudio Topográfico.	7
2.3	Estudio de calidad de agua y aforo.....	8
2.3.1	Calidad del agua.	8
2.3.2	Aforo.	8
2.4	Diseño Hidráulico de un acueducto.....	9
2.4.1	Cálculos de Población.	9
2.4.2	Dotación.	9
2.4.3	Periodo de diseño.	10
2.4.4	Fuentes de abastecimiento.	10
2.4.5	Factores de la demanda, variación de consumo, y pérdidas en el sistema.	10
2.4.6	Diseño de la línea de conducción.....	11
2.4.7	Golpe de ariete.....	12
2.4.8	Tanque de almacenamiento.	12
2.4.9	Desinfección.	13

2.4.10	Red de distribución.	13
2.4.11	Conexiones domiciliarias.	14
2.5	Presupuesto para la ejecución.	14
III.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	17
3.1	Tipos de estudio.....	17
3.1.1	Ubicación del estudio.	17
3.1.2	Macro localización.....	17
3.1.3	Micro localización.....	18
3.2	Estudio socioeconómico.....	18
3.3	Estudio topográfico.	18
3.3.1	Etapas de campo.	19
3.3.2	Etapas de gabinete.....	19
3.4	Estudio de calidad y aforo.	20
3.4.1	Calidad del agua.	20
3.4.2	Aforo.	20
3.5	Diseño del acueducto.	21
3.5.1	Periodo de diseño.	21
3.5.2	Tasa de crecimiento.	21
3.5.3	Población de diseño.....	21
3.5.4	Dotación y consumo.	22
3.5.5	Factores de máxima demanda.	23
3.5.6	Línea de conducción.....	25
3.5.7	Diámetro de la columna de bombeo.....	25
3.5.8	Sarta.....	26

3.5.9	Línea de impulsión.....	27
3.5.10	Carga dinámica total.....	29
3.5.11	Golpe de ariete.....	29
3.5.12	Cálculo de la potencia.....	33
3.5.13	Selección de la bomba.....	33
3.5.14	Red de distribución.....	33
3.5.15	Análisis hidráulico con Epanet.....	34
3.5.16	Tanque de almacenamiento.....	35
3.5.17	Desinfección.....	36
3.6	Presupuesto.....	36
IV.	RESULTADOS.....	38
4.1	Estudio Socioeconómico.....	38
4.1.1	Aspectos Generales.....	38
4.1.2	Economía.....	39
4.1.3	Población beneficiada con el sistema antiguo (MAG).....	41
4.1.4	Opciones de abastecimiento del sistema actual (MAG).....	41
4.1.5	Frecuencia del servicio de agua.....	43
4.1.6	Familias que disponen de suficiente agua en el verano.....	44
4.1.7	Distancia que se recorre para obtener agua.....	44
4.1.8	Calidad de agua.....	45
4.2	Estudio topográfico.....	46
4.3	Aforo.....	50
4.4	Diseño hidráulico.....	50
4.4.1	Periodo de diseño.....	50

4.4.2	Tasa de crecimiento.....	50
4.4.3	Población de diseño.....	51
4.4.4	Dotación y Consumo.....	52
4.4.5	Línea de Conducción.	55
4.4.6	Sarta.....	57
4.4.7	Línea de Impulsión.	58
4.4.8	Carga dinámica total.	61
4.4.9	Golpe de ariete.....	62
4.4.10	Cálculo de la potencia.....	66
4.4.11	Selección de la Bombas.	67
4.4.12	Análisis hidráulico con Epanet.	68
4.3.11.1	Línea de conducción Bomba-Sarta-tanque.....	70
4.4.13	Red de distribución por gravedad.	75
4.4.14	Tanque de almacenamiento.	120
4.4.15	Desinfección.	120
4.5	Presupuesto.....	126
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	128
5.1	Conclusiones.	128
5.2	Recomendaciones.	129
	BIBLIOGRAFÍA.....	130
	ANEXOS.....	II

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Porcentaje poblacional por sexo.	38
Tabla 2: Ingresos económicos mensuales.	39
Tabla 3: Análisis Según la ocupación de la población.	40
Tabla 4: Población beneficiada con sistema antiguo (MAG).	41
Tabla 5: Opciones de abastecimiento de agua en la comunidad.	42
Tabla 6: Servicio de agua.	43
Tabla 7: Familias que disponen de suficiente agua en el verano.	44
Tabla 8: Distancia que se recorre para obtener agua.	45
Tabla 9: Calidad de agua.	45
Tabla 10: Coordenadas en puntos geodésicos.	47
Tabla 11: Índice de planos topográficos.	48
Tabla 12: Datos de aforo.	50
Tabla 13: Proyección poblacional.	51
Tabla 14: Valores K por accesorios.	58
Tabla 15: Análisis técnico económico con diferentes diámetros de tuberías.	58
Tabla 16: Coeficiente K de Mendiluce.	63
Tabla 17: Diámetros, velocidades y pérdidas en de la línea de conducción por bombeo.	71
Tabla 18: Presiones línea de conducción.	72
Tabla 19: Red de distribución por gravedad.	75
Tabla 20: Distribución nodal.	77
Tabla 21: Red de Distribución (Ramales).	78
Tabla 22: Velocidades en la red de distribución por gravedad.	79
Tabla 23: Presiones en los nodos de línea de conducción por gravedad.	83

Tabla 24: Diámetros, velocidades y pérdidas de carga en el sector 1 de la red de distribución. 87

Tabla 25: Nodos del sector 1 de la red de distribución..... 87

Tabla 26: Diámetros, velocidades y pérdidas de carga en el sector 2 de la red de distribución. 90

Tabla 27: Nodos del sector 2 de la red de distribución..... 90

Tabla 28: Diámetros, velocidades y pérdidas de carga en el sector 3 de la red de distribución. 93

Tabla 29: Nodos del sector 3 de la red de distribución..... 93

Tabla 30: Diámetros, velocidades y pérdidas de carga en el sector 4 de la red de distribución 96

Tabla 31: Nodos del sector 4 de la red de distribución..... 97

Tabla 32: Diámetros, velocidades y pérdidas de carga en el sector 5 de la red de distribución. 99

Tabla 33: Nodos del sector 5 de la red de distribución..... 100

Tabla 34: Diámetros, velocidades y pérdidas de carga en el sector 6 de la red de distribución. 102

Tabla 35: Nodos del sector 6 de la red de distribución..... 103

Tabla 36: Diámetros, velocidades y pérdidas de carga en el sector 7 de la red de distribución. 106

Tabla 37: Nodos del sector 7 de la red de distribución..... 107

Tabla 38: Diámetros, velocidades y pérdidas de carga en el sector 8 de la red de distribución. 109

Tabla 39: Nodos del sector 8 de la red de distribución..... 110

Tabla 40: Diámetros, velocidades y pérdidas de carga en el sector 9 de la red de distribución. 113

Tabla 41: Nodos del sector 9 de la red de distribución.....	114
Tabla 42: Diámetros, velocidades y pérdidas de carga en el sector 10 de la red de distribución.	117
Tabla 43: Nodos del sector 10 de la red de distribución.....	117
Tabla 44: Dosificación de cloro para la desinfección de agua.....	120
Tabla 45: Período de diseño de los diferentes componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.....	XI
Tabla 46: Diámetro de columna de bombeo en relación al caudal.	XI
Tabla 47: Diámetro de sartas de conexión de bombas.	XI
Tabla 48: Velocidades máximas de diseño.	XII
Tabla 49:Costo anual equivalente de la línea de conducción.	XII
Tabla 50: Coordenadas y elevaciones del levantamiento topográfico comunidad Las Uvas – Jalapa.....	XV
Tabla 51: Análisis de metales pesados de la muestra de agua.....	XLVII
Tabla 52: Análisis físico - químico de la muestra de agua.	XLVIII
Tabla 53: Análisis bacteriológico de la muestra de agua.	L
Tabla 54: Población y demanda comunidad Las Uvas a 20 años.....	LI
Tabla 55: Informe de tuberías de la red de distribución.	LIV
Tabla 56: Informe de nodos en la red de distribución.....	LXIII
Tabla 57: Presupuesto diseño de abastecimiento de agua potable en la comunidad Las Uvas.	LXXXIX

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Esquema de energía en el golpe de ariete.	66
Ilustración 2: Curva de rendimiento de la bomba para los primeros 10 años.....	68
Ilustración 3: Curva de rendimiento de la bomba para los siguientes 10 años.	68
Ilustración 4: Red de distribución por gravedad.	69
Ilustración 5: División de sectores (Red de distribución).....	70
Ilustración 6: Vista en planta línea de conducción.....	71
Ilustración 7: Perfil de elevación en línea de conducción.	73
Ilustración 8: Perfil altura de energía en línea de conducción	74
Ilustración 9: Perfil de presiones en línea de conducción.....	74
Ilustración 10: Red de distribución por gravedad.	76
Ilustración 11: Ramificaciones de la red de distribución.....	77
Ilustración 12: Perfil de elevación en red de distribución (sector 1).	88
Ilustración 13: Perfil altura de energía en la red de distribución (sector 1).....	88
Ilustración 14: Perfil de presiones en la red de distribución (sector 1).	89
Ilustración 15: Perfil de elevación en red de distribución (Sector 2).....	91
Ilustración 16: Perfil altura de energía en la red de distribución (sector 2).....	92
Ilustración 17: Perfil de presiones en la red de distribución (sector 2)	92
Ilustración 18: Perfil de elevación en red de distribución (sector 3)	94
Ilustración 19: Perfil altura de energía en la red de distribución (sector 3).....	95
Ilustración 20: Perfil de presiones en la red de distribución (sector 3)	95
Ilustración 21: Perfil de elevación en red de distribución (sector 4).	97
Ilustración 22: Perfil altura de energía en la red de distribución (sector 4).....	98
Ilustración 23: Perfil de presiones en la red de distribución (sector 4).	98

Ilustración 24: Perfil de elevación en red de distribución (sector 5).	101
Ilustración 25: Perfil altura de energía en la red de distribución (sector 5).	101
Ilustración 26: Perfil de presiones en la red de distribución (sector 5).	102
Ilustración 27: Perfil de elevación en red de distribución (sector 6).	104
Ilustración 28: Perfil altura de energía en la red de distribución (sector 6).	105
Ilustración 29: Perfil de presiones en la red de distribución (sector 6).	106
Ilustración 30: Perfil de elevación en red de distribución (sector 7).	108
Ilustración 31: Perfil altura de energía en la red de distribución (sector 7).	108
Ilustración 32: Perfil de presiones en la red de distribución (sector 7).	109
Ilustración 33: Perfil de elevación en red de distribución (sector 8).	111
Ilustración 34: Perfil altura de energía en la red de distribución (sector 8).	112
Ilustración 35: Perfil de presiones en la red de distribución (sector 8).	112
Ilustración 36: Perfil de elevación en red de distribución (sector 9)	115
Ilustración 37: Perfil altura de energía en la red de distribución (sector 9)	115
Ilustración 38: Perfil de presiones en la red de distribución (sector 9).	116
Ilustración 39: Perfil de elevación en red de distribución (sector 10).	118
Ilustración 40: Perfil altura de energía en la red de distribución (sector 10).	118
Ilustración 41: Perfil de presiones en la Red de Distribución (Sector 10).	119
Ilustración 42: Cloro a las 6 horas.	122
Ilustración 43: Cloro a las 12 horas.	123
Ilustración 44: Cloro a las 16 horas.	124
Ilustración 45: Cloro a las 24 horas.	125
Ilustración 46: Fuente actual de abastecimiento en la comunidad Las Uvas – Jalapa.	XIII
Ilustración 47: Vista interior de la obra de captación.	XIV

Ilustración 48: Presiones y velocidades de línea de conducción por bombeo y red de distribución por gravedad..... LXXII

Ilustración 49: Presiones y Velocidades línea de Conducción por Gravedad . LXXIII

Ilustración 50: Continuación de Presiones y Velocidades línea de Conducción por GravedadLXXIV

Ilustración 51: Continuación de Presiones y Velocidades línea de Conducción por GravedadLXXV

Ilustración 52: Continuación de Presiones y Velocidades línea de Conducción por GravedadLXXVI

Ilustración 53: Continuación de Presiones y Velocidades línea de Conducción por GravedadLXXVII

Ilustración 54: Continuación de Presiones y Velocidades línea de Conducción por GravedadLXXVIII

Ilustración 55: Continuación de Presiones y Velocidades línea de Conducción por GravedadLXXIX

Ilustración 56: Presiones y Velocidades línea de Distribución Sector 1, Sector 2 y Sector 3 (Parte 1)..... LXXX

Ilustración 57: Presiones y Velocidades línea de Distribución Sector 3 (Parte 2), Sector 4 y Sector 5 LXXXI

Ilustración 58:Continuación Presiones y Velocidades línea de Distribución Sector 3 (Parte 3), Sector 4 y Sector 5.....LXXXII

Ilustración 59: Presiones y Velocidades línea de Distribución Sector 6.....LXXXIII

Ilustración 60: Presiones y Velocidades línea de Distribución Sector 7..... LXXXIV

Ilustración 61: Presiones y Velocidades línea de Distribución Sector 8 (Parte 1) LXXXV

Ilustración 62: Continuación Presiones y Velocidades línea de Distribución Sector 8 (Parte 2) LXXXVI

Ilustración 63: Presiones y Velocidades línea de Distribución Sector 9..... LXXXVII

Ilustración 64: Presiones y Velocidades línea de Distribución Sector 10.... LXXXVIII

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Población por sexo.....	38
Gráfico 2: Economía de la población.	39
Gráfico 3: Ocupación de la población.....	40
Gráfico 4: Población beneficiada con sistema antiguo (MAG).....	41
Gráfico 5: Opciones de abastecimiento de agua en la comunidad.	42
Gráfico 6: Servicio de agua.	43
Gráfico 7: Familias que disponen de suficiente agua en el verano.....	44
Gráfico 8: Distancia que se recorre para obtener agua.	45
Gráfico 9: Calidad de Agua.....	46

INDICE DE MAPAS

Mapa 1: Macro Localización	17
Mapa 2: Micro Localización.....	18
Mapa 3: Ubicación de los Puntos Geodésicos.....	48



Capítulo I. Generalidades

I. GENERALIDADES.

1.1 Introducción.

El recurso natural más indispensable para la vida es el agua, sin embargo, la escasez y la mala calidad de agua potable; definida como: aquella agua que no contiene sustancias o microorganismos que puedan perjudicar la salud, se hace notoria no solo en nuestro país sino también en el resto del mundo. Acorde con un estudio efectuado por el Banco Mundial el día 03 de Octubre del año 2022, alrededor de 2000 millones de personas en la Tierra no tienen acceso a servicios de agua potable gestionados de manera segura y 2300 millones carecen de instalaciones básicas incluso para lavarse las manos (BANCO MUNDIAL, 2022).

Ahora bien, la entrega de servicios de abastecimiento de agua en Nicaragua en las zonas urbanas compete principalmente a una empresa nacional de servicios públicos (ENACAL – Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados) y, en zonas rurales, a los comités de agua potable.

La comunidad Las Uvas se ubica al suroeste de Jalapa a 11 kilómetros del casco urbano, tiene una población de 748 habitantes, la cual tiene un sistema de abastecimiento de agua antiguo, por lo cual no cumple con las demandas actuales del consumo de agua potable, ocasionando que algunos hogares solo tengan acceso al agua de 3 a 5 horas durante el día, así mismo el agua ofrecida a los usuarios carece de tratamiento para su potabilización, entregándose a la población agua cruda.

Por tanto, se propone un estudio para diseñar un miniacueducto por bombeo eléctrico (MABE) el cual abastecerá a toda la población de la comunidad. El proceso de diseño se iniciará con la realización de una encuesta socioeconómica, seguida del levantamiento topográfico de zona de interés, así mismo se hará aforo y toma de muestras de agua de la fuente, esto último para analizar la calidad del agua con parámetros de la norma CAPRE. Con los resultados de los estudios anteriores se hará el diseño del MABE, teniendo como criterios de diseño la norma técnica NTON 09 007-19.

Por lo anterior, la comunidad representada y la Alcaldía Municipal de Jalapa en coordinación con la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI-RUACS), hicieron una

conciliación con la finalidad de llevar a efecto el diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico con el apoyo de estudiantes.

1.2 Antecedentes.

En Nicaragua, se suministra anualmente a la población alrededor de 220 millones de metros cúbicos, de ellos el 82 % son de origen subterráneo y el 18% provienen de otros tipos de fuentes. En el país se tiene una alta disponibilidad de agua por habitante estimada en 38 mil 668 m³ per cápita, sin embargo, la calidad de los recursos hídricos ha sido afectada por una crisis de los mismos, debido al cambio climático y la falta de reforestación, que cada vez hace menos posible la infiltración de agua en el subsuelo desde donde se abastece el país (ENACAL, 2008).

Actualmente SIASAR (2022), informa que Nicaragua en las zonas rurales cuenta con 1,276 miniacueducto por gravedad (MAG), dotando de agua potable a 116,327 hogares. En el departamento de Nueva Segovia existen 154 sistemas de este tipo y en el municipio de Jalapa se cuenta con 45 mini acueductos por gravedad.

Mientras que, en la comunidad Las Uvas el miniacueducto por gravedad (MAG) ya dio su vida útil con operaciones a lo largo de 23 años, por lo que este sistema genera diversos problemas por falta de mantenimiento, contribuyendo a los problemas de salud pública, por lo que según la líder del CAPS Jenny Ortez y la directora del puesto de salud de la comunidad Dra. Zeylin Cruz, advierten que se han presentado casos con distintas enfermedades desde diarrea, tos, resfriados, malaria dengue, parasitosis, infección renal, tifoidea, hepatitis, infecciones dérmicas (piel), entre otras.

Por lo anterior los habitantes de la comunidad en reiteradas ocasiones entre los años 2019 y 2020 han solicitado a las autoridades municipales que se realice un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable, debido a que el acueducto actual (MAG) no cumple con la calidad necesaria para el consumo, además de que la cantidad no es la suficiente para el abastecimiento completo con la demanda de la población actual

Planteada la necesidad antes descrita los representantes del CAPS, y la Alcaldía Municipal de Jalapa, gestionan el diseño de un miniacueducto por bombeo eléctrico (MABE) para el abastecimiento de agua potable los próximo 20 años a la comunidad de Las Uvas.

1.3 Justificación.

La comunidad Las Uvas cuenta con un MAG que ya dio su vida útil, por lo que se presenta una demanda insatisfecha de agua potable en una población creciente. Actualmente el acueducto brinda agua cruda a solo un sector de la comunidad por 3 o 5 horas al día, mientras que el otro sector de la comunidad que se encuentra en la zona alta, se abastece utilizando mangueras de polietileno de ½ pulgada, las que son utilizadas como línea de conducción para transportar el agua desde el mismo acueducto para cada hogar de este segundo sector.

Así mismo, según la líder del CAPS Jenny Ortiz y los residentes de la zona alta de la comunidad durante el verano se abastecen de forma gratuita a través de las cisternas del cuerpo de bomberos del municipio de Jalapa.

Por lo anterior y tomado en consideración que la fuente superficial se está secando a causa de las pocas lluvias debidas al cambio climático y fenómeno del niño, se hace la propuesta del diseño de un miniacueducto por bombeo eléctrico (MABE), el cual aprovechará las aguas del acuífero subterráneo de Jalapa.

Hasta día de hoy las afectaciones por enfermedades en la comunidad según los datos obtenidos a través de censos, muestran la cantidad de personas que se han visto afectadas, siendo estas de ambos sexos y todas las edades. Los datos muestran la cantidad de afectados por rango de edades y por registro de enfermedades.

El financiamiento del MABE por el Nuevo FISE y la ejecución del mismo por la alcaldía municipal de Jalapa, contribuirá en la mejora del nivel de vida de la población, reduciendo el trabajo infantil, el excesivo trabajo de las mujeres y proyectando también una reducción de enfermedades en un gran porcentaje en comparación a lo que se ha vivido hasta el momento en la comunidad.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo General:

Diseñar un miniacueducto por bombeo eléctrico (MABE) para el abastecimiento de agua potable los próximos 20 años a la comunidad de Las Uvas, Municipio de Jalapa.

1.4.2 Objetivo Específicos:

- Realizar estudio socioeconómico en la comunidad Las Uvas, con el propósito de conocer las características demográficas, económicas y las demandas por servicio.
- Hacer un estudio topográfico con el propósito de conocer las características del relieve de la localidad, necesarias para diseño de un acueducto.
- Analizar la calidad de agua de la fuente por medio de un aforo, con el propósito de conocer la cantidad disponible y calidad según la norma CAPRE.
- Diseñar todos los componentes hidráulicos del sistema de agua potable, basado en las normas NTON 09 007-19, con el propósito de satisfacer la demanda con agua de buena calidad.
- Elaborar el presupuesto para la ejecución del MABE, basado en el catálogo de costos unitarios del FISE.



Capítulo II: Marco Teórico

II. MARCO TEORICO.

2.1 Estudio Socioeconómico.

El estudio socioeconómico, cultural y ambiental, es un informe técnico que reúne la información necesaria para caracterizar y conocer las condiciones en que viven las familias, la comunidad que estudiaremos, detallará las necesidades de salud, educación u otros servicios como los aspectos comerciales, industriales y así mismo la situación de las actividades productivas y aspectos culturales de la población. (CENEPRED, 2016, p. 6)

Las distintas maneras que se puede llevar a cabo un estudio socioeconómico son mediante encuestas, entrevistas y análisis de documentos que se hayan empleado anteriormente. Las entrevistas se les aplican a personas que cuenten con un conocimiento a lo largo de sus vidas sobre el lugar de estudio y las encuestas para una información puntual y opinión simple. Las encuestas se les aplican a jefes de familia o encargados de un hogar para así obtener información sobre el sustento de la familia y otros datos requeridos. (CENEPRED, 2016, p. 6)

2.2 Estudio Topográfico.

Se entiende por levantamiento al conjunto de operaciones que se ejecutan en el campo y de los medios puestos en práctica, para fijar las posiciones de puntos, así como su representación en un plano. (FES UNAM ACLATÁN, 2010, p. 6)

El proyectista deberá utilizar como punto de partida de cualquier levantamiento topográfico a realizar, la Red Geodésica Nacional, tanto en el levantamiento planimétrico como altimétrico y deberá cumplir con las recomendaciones que al respecto indique el INETER. El levantamiento topográfico se deberá amarrar a la Red Geodésica Nacional de por lo menos dos puntos o mojones aprobados por INETER, convenientemente referenciados y protegidos de tal manera que pueda reconstruirse a partir de ellos el levantamiento de campo realizado, presentándose los resultados en coordenadas UTM (Control Geodésico de la Red Nacional). (INAA, 1999, p. 2)

2.3 Estudio de calidad de agua y aforo.

2.3.1 Calidad del agua.

Para determinar la calidad del agua se deben utilizar Normas de Calidad del Agua para el consumo humano, adoptadas por el Ministerio de Salud MINSA, mediante Acuerdo Ministerial No.65-94 que corresponden a las Normas Regionales CAPRE, “Normas de Calidad del Agua para el consumo humano”; en su versión vigente. (ANA, 2023, p. 12)

El agua procedente de cualquier fuente, que presente características no aptas para el consumo humano, requiere de procesos con el objeto de corregir su calidad y convertirla en agua potable acorde con las normas referidas en el párrafo anterior. Estos procesos se clasifican en pre tratamiento, tratamiento y desinfección. (ANA, 2023, p. 12)

Las tomas de las muestras para determinar la calidad del agua deben cumplir con lo establecido en la ISO 5667 - 3. Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Preservación y manipulación de muestras de agua, estas deben ser remitidas a laboratorios acreditados para sus respectivos análisis fisicoquímico, microbiológico, sustancias inorgánicas y orgánicas, plaguicidas, metales pesados y pesticidas. (ANA, 2023, p. 13)

2.3.2 Aforo.

Según FAO, (1997) existen diferentes métodos de aforo como:

- **Método volumétrico**, esta es forma más sencilla de calcular los caudales pequeños es la medición directa del tiempo que se tarda en llenar un recipiente de volumen conocido.
- **Método de velocidad/superficie**: Este método depende de la medición de la velocidad media de la corriente y del área de la sección transversal del canal.

Para el aforo en pozos profundos de acuerdo con (INAA, 1999, p. 5) se requiere un bombeo de prueba, para ello pueden utilizarse los pozos de prueba, o un pozo permanente con uno o más pozos de observación, que estarán a 4 o 5 metros de distancia de la perforación principal y tendrán diámetro mínimo de 100 mm (4”). La duración mínima del bombeo de prueba será de 48 horas.

2.4 Diseño Hidráulico de un acueducto.

2.4.1 Cálculos de 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. (ANA, 2023, p. 7)

La proyección de población se realizará de acuerdo a los siguientes métodos:

- **Método Aritmético:**

Este método debe aplicarse a pequeñas localidades en especial en el área rural y a ciudades con crecimiento estabilizado y que posean áreas de extensión futura casi nulas. En la estimación de la población de diseño, sólo se necesita el tamaño de la población en dos tiempos distintos. Consiste en agregar a la población del último censo un número fijo de habitantes para cada período en el futuro, es un método lineal, en el que la pendiente se corresponde con la tasa de crecimiento aritmética del último período intercensal. (ANA, 2023, p. 7)

- **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%. (ANA, 2023, p. 7)

2.4.2 Dotación.

Para poblaciones rurales concentradas: Para este caso la dotación será de 100 lppd. (ANA, 2023, p. 9)

2.4.3 Periodo de diseño.

Cuando se trata de diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable, es obligatorio fijar la vida útil de todos los componentes del sistema; debe definirse hasta qué punto estos componentes pueden satisfacer las necesidades futuras de la localidad; qué partes deben considerarse a construirse en forma inmediata, y cuáles serán las provisiones que deben de tomarse en cuenta para incorporar nuevas construcciones al sistema. Para lograr esto en forma económica, es necesario fijar los períodos de diseño para cada componente del sistema. (INAA, 1999, p. 23)

2.4.4 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. (ANA, 2023, p. 13)

2.4.5 Factores de la demanda, variación de consumo, y pérdidas en el sistema.

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. (ANA, 2023, p. 12)

El consumo máximo diario será igual a 1.3 del consumo promedio diario para la ciudad de Managua. Para las otras localidades del resto del país, el factor será 1.5. El consumo máximo horario para la ciudad de Managua será 1.5 del consumo promedio diario, para las localidades urbanas del resto del país, será igual a 2.5 y para las áreas rurales será igual a 2.5, justificando técnicamente la utilización de factores superiores. (ANA, 2023, p. 12)

- **Pérdidas del sistema:** 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. (ANA, 2023, p. 12)

- **Caudales contra incendios:** Para poblaciones concentradas, la cantidad de agua que todo acueducto debe tener disponible para combatir la eventualidad del incendio, estará adecuada a la capacidad del sistema. (ANA, 2023, p. 11)

2.4.6 Diseño de la línea de conducción.

Se definirá a la línea de conducción a la parte del sistema constituida por el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua precedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de la captación, hasta un punto que bien puede ser un tanque de regulación, una planta potabilizadora, o la red de distribución. Su capacidad se calculará con el caudal máximo diario o con el que se considere más conveniente tomar de la fuente de abastecimiento de acuerdo a la naturaleza del problema que se tenga en estudio. (INAA, 1999, p. 52)

➤ **Diámetro de la columna de bombeo.**

El diámetro de la columna de bombeo dentro del pozo acoplado a la bomba, será diseñado para una pérdida de fricción no mayor del 5% de su longitud, por lo cual se recomiendan los diámetros para la columna de bombeo en relación al caudal. (ANA, 2023, p. 20)

➤ **Longitud de la columna de bombeo.**

La longitud de columna de bombeo se establecerá teniendo en cuenta el nivel del pozo y el nivel dinámico de agua (NDA), más 6m de sumergencia. (ANA, 2023, p. 20)

➤ **Sarta.**

El diámetro de la sarta está definido por el diámetro del medidor de agua según especificaciones AWWA C-704. La válvula de retención debe colocarse entre la bomba y la válvula de compuerta. Cuando sea necesario debe proyectarse una válvula de alivio para proteger la instalación del golpe de ariete. (ANA, 2023, p. 20)

Según la norma NTON 09 007-19 (ANA, 2023, p. 20), en el diseño de una línea de conducción por bombeo, se hará uso de una fuente externa de energía, para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática y las pérdidas

por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo. Deberá considerarse los siguientes aspectos:

- Para el cálculo hidráulico, las pérdidas por fricción se determinarán por el uso de la fórmula de Hazen William u otra similar.
- Para determinar el mejor diámetro económico puede aplicarse la fórmula recomendada por la norma similar a la ecuación Bresse, ampliamente usada en los Estados Unidos de Norte América.

2.4.7 Golpe de ariete.

Las unidades de bombeo (incluyendo el equipo auxiliar) deben tener una capacidad lo suficientemente amplia, en cuanto al número de unidades que permitan la reparación al menos de una unidad sin serias reducciones en el servicio. (ANA, 2023, p. 21)

La carga total dinámica en todas las estaciones de bombeo, cuando éstas trabajen en serie se dividirá en partes iguales y de acuerdo a las presiones mínimas y máximas. De tal forma que cada estación trabaje a la misma capacidad, con el fin de normalizar los tipos de equipos a instalar. (ANA, 2023, p. 21)

Se deben proyectar dos unidades como mínimo, siendo una de reserva. Si se requieren proyectar tres o más unidades las bombas deben ser de igual capacidad. La velocidad del equipo de bombeo debe ser de 1760 RPM, sólo que no sea posible conseguir ésta se debe usar otras velocidades. (ANA, 2023, p. 21)

2.4.8 Tanque de almacenamiento.

En el proyecto de cualquier sistema de abastecimiento de agua potable, deben diseñarse los tanques que sean necesarios para el almacenamiento, de tal manera que estos sean todo el tiempo capaces de suplir las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema, además que también mantengan las reservas suficientes para hacerles frente, tanto a los casos de interrupciones en el suministro de energía, como en los casos de daños que sufran las líneas de conducción o de cualquier otro elemento. (ANA, 2023, p. 33)

En los sistemas en donde existan hidrantes para combatir incendios, también será necesario almacenar los volúmenes de agua para enfrentar estas circunstancias. (ANA, 2023, p. 33)

2.4.9 Desinfección.

La calidad del agua destinada para consumo humano se establece en la Normativa 066, “Manual para la vigilancia Sanitaria del agua para consumo humano”, Acuerdo Ministerial N.º 232 2011, MINSA. Debe cumplir con los valores recomendados y máximos permisibles, establecidos en el Acuerdo Ministerial No.65-94 que corresponden a las Normas Regionales CAPRE, “Normas de Calidad del Agua para el consumo”; en su versión vigente. El sistema de abastecimiento de agua, debe considerar un sistema de desinfección apropiado, que garantice la calidad bacteriológica del agua para consumo humano. El cálculo de la dosis debe ser establecida en función de la calidad del agua y el caudal. En la desinfección del agua para consumo humano debe utilizarse el cloro gaseoso, hipoclorito de calcio o hipoclorito de sodio u otros autorizados por el MINSA. (ANA, 2023, p. 34)

2.4.10 Red de distribución.

Es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos. (ANA, 2023, p. 28)

- **Diseño de red.**

Según NTON 09 007-19, el diseñador debe tomar en cuenta los siguientes aspectos fundamentales. (ANA, 2023, p. 28):

- Las redes de distribución deben de dotarse de los accesorios y obras de arte necesarias, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento y facilitar su mantenimiento.
- El sistema principal de distribución de agua puede ser de red abierta, de malla cerrada, o una combinación de ambas, de acuerdo a las características urbanísticas del sector

2.4.11 Conexiones domiciliarias.

El diámetro mínimo de cada conexión será de ½ pulgada (12,5 mm). En toda conexión domiciliar debe instalarse un medidor de flujo de agua, válvula, caja protectora y una llave de chorro en caso de considerar conexión de patio. Puesto Público. Cada puesto público debe tener 1 o 2 grifos de 12,5 mm de diámetro y debe contar con medidor de flujo y válvula de pase. Debe construirse en terreno público o comunal. Debe cercarse en un área mínima de 3 m x 3 m de tal forma que garantice su fácil acceso y protección. La distancia entre el pozo o puesto público y la casa más alejada debe ser 300 m. En caso de poblaciones muy dispersas, las distancias deben ser modificadas, con su debida justificación. (ANA, 2023, p. 32)

2.5 Presupuesto para la ejecución.

En este caso específico, es el cálculo anticipado del costo total estimado para ejecutar la construcción, reparación o mantenimiento de un proyecto generalmente identificado (MTI, 2008, p. 5)

A continuación, se describen cada uno de los cinco elementos componen el costo estimado de la obra:

- **Costo directo:** son los costos previstos en que se debe incurrir directamente para utilizar o adquirir e integrar los recursos necesarios, en la cantidad o en el tiempo que sean necesarios, para realizar una actividad de construcción. (MTI, 2008, pp. 6-7)
- **Costo indirecto:** Son los costos previstos en que se debe incurrir de manera global o generalizada para realizar la construcción, mantenimiento o reparación de un “sitio crítico” de la red en la jurisdicción de una municipalidad en un plazo establecido. (MTI, 2008, p. 21)
- **Costo de administración central:** son los costos previstos en que puede incurrir un Contratista al atender y monitorear con su administración central la construcción, reparación o mantenimiento de un “sitio crítico” de la red (terrestre o acuática) en la jurisdicción de una municipalidad en un plazo establecido. Este costo se presenta en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos directos e indirectos, con un rango entre el 4% y el 10%. (No establecido) Este costo disminuye cuando el

contratista ejecuta simultáneamente varios proyectos y cuando éstos están ubicados en una misma zona geográfica. (MTI, 2008, p. 23)

- **Utilidad:** Son los costos previstos que un Contratista espera obtener como ganancia por ejecutar la construcción, reparación o mantenimiento, de un “sitio crítico” de la red (terrestre o acuática) en la jurisdicción de una municipalidad en un plazo establecido. Este costo se presenta en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos directos, indirectos y de administración central, con un rango entre el 3% y el 10% (no establecido). Este costo fluctúa en la medida en que se comporta la oferta y la demanda del sector construcción. (MTI, 2008, p. 23)
- **Impuestos:** son los costos previstos en que debe incurrir un Contratista como carga impositiva en cumplimiento de las leyes tributarias vigentes por ejecutar la construcción, reparación o mantenimiento de un “sitio crítico” de la red (terrestre o acuática) en la jurisdicción de una municipalidad en un plazo establecido. Este costo se presenta en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos directos, indirectos, de administración central y de utilidad (que constituye el costo de venta), siendo actualmente el 1% de impuesto municipal (IM) y el 15% de impuesto de valor agregado (IVA), que se aplica a la misma sumatoria anterior, pero agregándole el impuesto municipal. (MTI, 2008, pp. 23-24).



Capítulo III.
Diseño Metodológico

III. DISEÑO METODOLÓGICO.

A continuación, se presenta la metodología. que se aplicará en el presente estudio, la cual se describe de acuerdo a la particularidad de cada objetivo a cumplir.

3.1 Tipos de estudio.

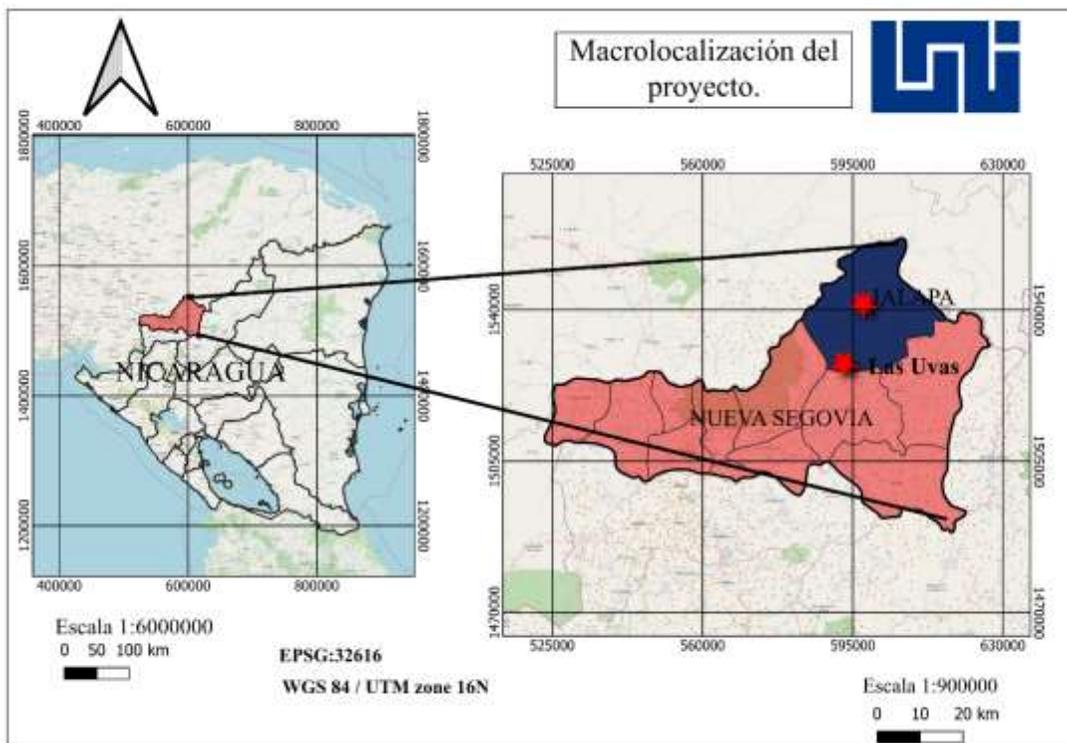
De acuerdo a la naturaleza del presente estudio, el tipo descriptivo con métodos cuantitativos, ya que se realizará un análisis de la situación actual en la comunidad, a través de encuestas y el diseño del sistema utilizará variables continuas el dimensionamiento de los componentes.

3.1.1 Ubicación del estudio.

El estudio se realizará en la comunidad de Las Uvas municipio de Jalapa departamento de Nueva Segovia en las coordenadas UTM WGS84, en la zona 16P X=593127.5N, - Y=1528262.6W y una altura de 667 msnm (Véase Mapa 1-2).

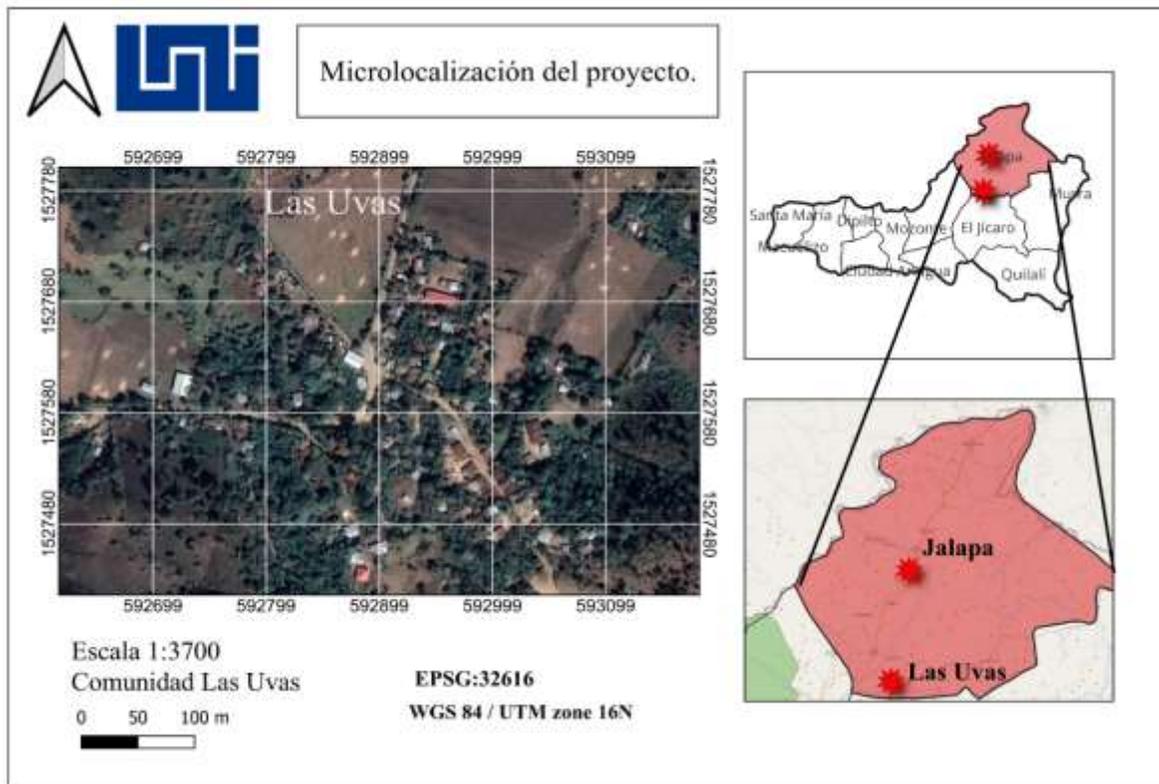
3.1.2 Macro localización.

Mapa 1: Macro localización.



3.1.3 Micro localización.

Mapa 2: Micro localización.



3.2 Estudio socioeconómico.

Para lograr este objetivo, se aplicará un censo poblacional según el formato del FISE (Anexo I) a los jefe/as de familia de la comunidad Las Uvas, emitido por estudiantes de la UNI, para llevar a cabo la ejecución del proyecto.

- Los datos se procesarán en una hoja de cálculo Excel con el fin de elaborar cálculos de frecuencia, histogramas de frecuencia y promedios de variables estudiadas.
- Los parámetros anteriores permitirán describir las características de la población, en relación a su entorno socio-económico.

3.3 Estudio topográfico.

El levantamiento topográfico se realizará en dos etapas, una de campo y otra de gabinete:

3.3.1 Etapa de campo.

En esta etapa se cumplirá con las recomendaciones de la guía técnica INAA (2006) en donde se deberá cumplir con los requisitos de precisión, cierre y metodología que se indica a continuación:

- El levantamiento altimétrico se referenciará a dos BM Geodésico. Se harán estacionamientos no mayores de 20 m y se tomarán todos los accidentes que se presenten entre estos estacionamientos, tales como cauces, depresiones, cunetas, alcantarillas y otras tuberías existentes, etc.
- En lugares convenientemente ubicados que garanticen su conservación, se colocarán mojones que permitan el replanteo del polígono, éstos deberán colocarse antes del inicio de las mediciones y no se permitirá su colocación posterior al levantamiento.
- Las curvas de nivel tendrán un intervalo de 0.50 m a 1.00 m y en terreno accidentado el intervalo será mayor.
- A los predios para estaciones de bombeo, planta de tratamiento, etc., se les deberá efectuar, además de los levantamientos topográficos requeridos, una descripción detallada de los mismos.
- El levantamiento se realizará con una estación total FOCUS ESPEXTRA 2.0 y SOKKIA TS 550RX.

3.3.2 Etapa de gabinete.

En esta etapa principalmente se verificarán los resultados del procesamiento de la información de campo. Según MTI (2008), Reuniremos los datos obtenidos de la memoria del equipo electrónico proporcionado por la Alcaldía Municipal de Jalapa, seguidamente de ello realizamos una copia de la información extraída de los equipos electrónicos correspondientes a los datos originales de campo sin procesar y que concuerdan a los archivos "txt" tal como el "Reporte de Datos de campo" de los respectivos archivos para ser exportados al software Civil 3D con el que se harán los siguientes pasos:

- Planos de conjuntos que describan los objetos que se encuentran en el área del levantamiento.
- Perfiles y planos por sectores por zonas según la distribución del terreno, viviendas y accidentes geográficos.
- Interpretación de los planos y perfiles con fines de diseños hidráulicos.

3.4 Estudio de calidad y aforo.

3.4.1 Calidad del agua.

Se harán 3 etapas de control de calidad para el agua, según lo establecido en la norma (CAPRE, 1993), y se mencionan a continuación:

- Parámetros biológicos y microbiológicos
- Parámetros organolépticos
- Parámetros físico – químicos

Para ello, se recolectarán muestras de agua y se enviarán al laboratorio PIENSA, de la Universidad Nacional de Ingeniería, donde serán procesadas para obtener los resultados necesarios, y verificar si la muestra cumple con los requisitos establecidos en la Norma Regional de Calidad del Agua para el Consumo Humano.

3.4.2 Aforo.

Se requiere un bombeo de prueba con duración mínima de 48 horas. Durante este bombeo se obtendrá la siguiente información:

- Nivel estático en cada pozo.
- Caudal del bombeo, por lo menos cada hora.
- Nivel del agua cada minuto los primeros cinco minutos, cada cinco minutos los siguientes treinta minutos y cada media hora el tiempo restante.

Inmediatamente que se paren los equipos de la prueba de bombeo se medirán los niveles de recuperación del acuífero hasta su recuperación total con un mínimo de ocho horas de medición a como siguen: Los primeros diez minutos cada un minuto, los segundos veinte minutos cada cinco minutos, los siguientes treinta minutos cada diez minutos, los siguientes a cada treinta minutos. Se tomarán por lo menos dos muestras del agua

bombeara durante la prueba a la mitad del tiempo durante la prueba a la mitad del tiempo de prueba y al final de esta. (ANA, 2023, p. 16).

3.5 Diseño del acueducto.

El diseño hidráulico se hará tomado como referencia los criterios de la norma NTON 09 007-19, que se aplica al diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable para los sectores urbano y rural. (ANA, 2023)

3.5.1 Período de diseño.

Basado en NTON 09 007-19 y perteneciente al componente ‘pozos perforados’, se adoptará un período de diseño de 20 años, según la tabla 6 de la (ANA, 2023, p. 13) (véase anexo tabla 45), que corresponde a la vida útil de la red.

3.5.2 Tasa de crecimiento.

Es la razón a la cual crece en promedio anualmente una población por cada habitante, es decir se trata de un indicador de resumen, pues en él se concentran los efectos de los principales componentes de la dinámica demográfica, como son nacimientos, defunciones y migración. (INEGI, 2017, p. 38)

$$r = \frac{pf^{1/n}}{pn} - 1$$

Ecuación 1

Dónde:

r = Es la tasa de crecimiento compuesto anual.

pf = Es el valor final del período de inversión.

pn = Es el valor inicial al comienzo del período de inversión.

n = Es el número de años transcurridos entre el momento de referencia de la población inicial y población final.

3.5.3 Población de diseño.

- **Método aritmético.**

Este método debe aplicarse a pequeñas localidades en especial en el área rural y a ciudades con crecimiento estabilizado y que posean áreas de extensión futura casi nulas. En la estimación de la población de diseño, sólo se necesita el tamaño de la población en dos tiempos distintos. La fórmula para determinar la proyección de población, mediante el método aritmético, se representa en la ecuación 2. (CEPAL, 1988, p. 15):

$$P_f = P_o(1 + r \times n) \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde:

Pf = Población futura (habitantes).

Po = Población al inicio del período de diseño (habitantes).

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

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

3.5.4 Dotación y consumo.

Para este caso, siendo población rural concentrada, se adoptará 100 lppd según NTON 09 007-19 (ANA, 2023, pág. 10).

➤ **Consumo promedio doméstico (CD.)**

El consumo doméstico se calculará mediante la siguiente expresión:

$$CD = P_f \times \frac{\text{Dotación}}{86400} \quad \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

CD: Consumo doméstico (l/s)

Pf: Población futura (habitantes)

Dotación: 100 lppd

➤ **Factor de consumo institucional.**

De los factores de la demanda se tomará en cuenta el institucional por la presencia de una escuela, en la comunidad de estudio.

Se usará el factor del 7% del consumo doméstico (CD) NTON 09 007-19. (ANA, 2023, p. 11)

$$CPI = 7\% * CD$$

Ecuación 4

Dónde:

CD: Consumo domésticos (l/s)

CPI: Consumo público institucional (l/s)

➤ **Factor de consumo comercial.**

Se hace uso de las dotaciones comerciales debido a presencia de negocios en la comunidad.

El consumo comercial se calculará mediante la siguiente expresión según lo establecido en la norma NTON 09 007-19. (ANA, 2023, p. 11)

$$Cc = 7\% \times CD$$

Ecuación 5

Dónde:

CD: Consumo domésticos (l/s).

Cc: Consumo comercial (l/s).

➤ **Factor de consumo industrial.**

En la zona de estudio se tiene presencia de industrias de tabaco, por tanto, se hará uso de la ecuación 5, según lo formulado en NTON 09 007-19. (ANA, 2023, p. 11).

$$CI = 2\% \times CD$$

Ecuación 6

Dónde:

CD: Consumo doméstico (l/s).

CI: Consumo industrial (l/s).

3.5.5 Factores de máxima demanda.

➤ **Consumo promedio diario (CPD).**

Para el diseño de sistemas completos de la localidad en estudio, el CPD se calcula mediante la ecuación 6, según NTON 09 007-19. (ANA, 2023, p. 12)

$$CPD = CD + CPI + CC + Cind$$

Ecuación 7

Dónde:

CPD: Consumo promedio diario (l/s).

CD: Consumo doméstico (l/s).

CPI: Consumo público o institucional (l/s).

CC: Consumo comercial (l/s).

CIInd: Consumo industrial (l/s).

➤ **Fugas o pérdidas en el sistema.**

La cantidad de agua por fugas se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio según NTON 09 007-19. (ANA, 2023, p. 12)

En caso de comunidades con más de 500 viviendas la ecuación de fugas hará uso de la ecuación 7 para su respectivo porcentaje.

$$P = CPD \times 20\%$$

Ecuación 8

Dónde:

P: Pérdidas por fugas o sistemas, l/s.

CPD: Consumo promedio diario, l/s.

Se determinarán las pérdidas del sistema o fugas con la ecuación 8, cuando la comunidad cuente con 500 o menos viviendas, según sugiere la norma. (ANA, 2023, p. 12)

$$P = CPD \times 15\%$$

Ecuación 9

Donde:

P: Pérdidas por fugas o sistemas.

CPD: Consumo promedio diario.

➤ **Consumo máximo diario, CMD.**

El caudal de diseño para la línea de conducción será el CMD y se calcula con la ecuación 9, establecida en la NTON 09 007-19, y está en dependencia de la ubicación del proyecto respecto al departamento. (ANA, 2023, p. 12)

$$CMD = 1.5CPD + P$$

Ecuación 10

Dónde:

CPD: Consumo promedio diario

P: Pérdidas por fugas de línea de conducción (ecuación 7 u 8, según corresponda)

➤ **Consumo máximo horario, CMH.**

La ecuación de consumo máximo por hora depende de la ubicación del proyecto según NTON 09 007-19, para este caso aplica la ecuación 10. (ANA, 2023, p. 12)

$$CMH = 2.5CPD + P$$

Ecuación 11

Donde:

CPD: Consumo promedio diario

P: Pérdidas por fugas en la red

➤ **Caudales contra incendios.**

Para poblaciones concentradas este caudal estará en dependencia del rango de población proyectada obtenido de la según NTON 09 007-19. (ANA, 2023, p. 12)

3.5.6 Línea de conducción.

Se verá la integración de la línea de conducción y sus parámetros para determinar cada una de las condiciones respectivas en este paso.

3.5.7 Diámetro de la columna de bombeo.

El diámetro de la columna de bombeo se determinará con el caudal de bombeo en relación al caudal, según lo establecido en la tabla 10 de la (ANA, 2023, p. 20) (véase anexo tabla 46)

➤ **Pérdidas por fricción en la columna de bombeo.**

El diseño comprobará que las pérdidas por fricción en la columna de bombeo calculadas con Hazen-Williams ecuación 11, sean menores al 5% de su longitud de la columna de bombeo como lo establece la norma. (ANA, 2023, p. 20).

$$hf = \frac{10.679 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$

Ecuación 12

Donde:

Hf: Pérdida de carga (m)

L: Longitud (m)

Q: Gasto del caudal ($\frac{m^3}{s}$)

D: Diámetro (m)

C: Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams, el cual depende del tipo de material de los conductos.

3.5.8 Sarta.

A continuación, se presentan las características para el diseño de la Sarta:

➤ **Diámetro de sarta.**

El diámetro de la sarta será seleccionado basándose en el rango del caudal de consumo máximo diario (CMD) utilizando la tabla 11 de la norma técnica. (ANA, 2023, p. 22)

➤ **Pérdida por fricción en la sarta.**

Para el cálculo de las pérdidas por fricción se empleará la ecuación 11 de Hazen-Williams, en la que se despeja la gradiente hidráulica u otras fórmulas similares reconocidas, de acuerdo con NTON 09 007-19. (ANA, 2023, p. 26)

➤ **Velocidades de diseño.**

También se calculará la velocidad de flujo con la ecuación 12, la cual no excederá lo establecido en la tabla 13 de la norma NTON 09 007-19, teniendo como velocidad mínima 0.60 m/s y máximo 1.5 m/s. (ANA, 2023, p. 25)

$$v = \frac{Q}{\left(\pi \times \frac{D^2}{4}\right)}$$

Ecuación 13

Dónde:

V: Velocidad (m/s).

Q: Consumo máximo diario (m^3/s).

D: Diámetro de la tubería (m).

➤ **Pérdidas locales.**

Para el cálculo de pérdidas generadas por accesorios en la sarta se utilizará la ecuación 13. (Arturo Rocha Felices, 2007, p. 169)

$$hl = \sum_{n=1}^n k \times \frac{v^2}{2g} \quad \text{Ecuación 14}$$

Donde:

hl: Pérdidas locales (m).

K: Coeficiente de pérdida.

V: Velocidad (m/s).

n: Cantidad de coeficientes encontrados

3.5.9 Línea de impulsión.

➤ **Diámetro de la línea de conducción.**

Según la norma NTON 09 007-19, para determinar el diámetro más económico se aplicará la fórmula similar a la de Bresse ecuación 14. (ANA, 2023, p. 27)

$$D = 0.9(Q)^{0.45} \quad \text{Ecuación 15}$$

Donde:

D: Metros.

Q: Caudal (m³ /s).

Basado en diámetro económico se buscará un diámetro comercial más óptimo para la línea de conducción.

➤ **Análisis técnico económico.**

Una vez obtenido el diámetro comercial se procedió a tomar un diámetro superior y uno inferior con el fin de calcular el diámetro más económico en la línea de conducción, en el cual el costo anual de tubería (CAT) y costo anual de energía (CAE) se equilibrarán. El mínimo valor de CAEq (costo anual equivalente) indica el diámetro comercial más económico para la línea de conducción por bombeo. (INAA, 1999, p. 56)

➤ **Costo anual de tubería.**

Valor presente:

$$Vp = \frac{Vf}{(1+i)^n}$$

Ecuación 16

Donde:

Vp: Valor presente (C\$).

Vf: Valor futuro, costo de construcción de la línea de conducción (C\$).

i: Tasa de interés.

n: Número de años.

Factor de recuperación del capital:

$$FRC = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Ecuación 17

Donde:

FRC: Factor de recuperación del capital.

i: Tasa de interés.

n: Número de años.

$$CAT = Vp (FRC)$$

Ecuación 18

Donde:

CAT: Costo anual de tubería (C\$).

Vp: Valor presente (C\$).

FRC: Factor de recuperación del capital.

➤ **Costo anual de energía.**

$$CAE = \frac{Qb \times tb \times CTD \times \frac{C\$}{Kw} \times 0.746 \times 365}{3960 \times eb \times em}$$

Ecuación 19

Donde:

CAE: Costo anual de energía (C\$).

Qb: Caudal de bombeo (GPM).

Tb: Tiempo de bombeo (hrs).

CTD: Carga dinámica total (pies).

eb: Eficiencia de la bomba.

em: Eficiencia del motor.

➤ **Costo anual equivalente.**

$$CAEq = CAT + CAE$$

Ecuación 20

3.5.10 Carga dinámica total.

Se determinará la presión manométrica total mediante la ecuación 15. (Arturo Rocha Felices, 2007, p. 136)

$$CTD = HG + hf_{columna} + h_{sarta} + h_{lconducción}$$

Ecuación 21

Donde:

HG: Altura geométrica.

hf: Pérdidas por fricción.

h: Pérdida total de la sarta.

hl: Pérdida de carga en la línea de conducción por fricción y locales.

3.5.11 Golpe de ariete.

A continuación, se presentarán las especificaciones para determinar el golpe de ariete. Una expresión práctica propuesta por Allievi. (Universidad de Castilla de la Mancha, 2011, p. 4).

➤ **Coeficiente en función del módulo de elasticidad.**

$$K = \frac{10^{10}}{\varepsilon}$$

Ecuación 22

Donde:

K: Coeficiente función del módulo de elasticidad ε del material constitutivo del material de la tubería.

D: Diámetro de la tubería.

ϵ : Espesor de la tubería.

➤ **Celeridad de la onda.**

Para la celeridad de la onda de presión se utilizará la fórmula de Allievi, que permite una evaluación rápida del valor de la celeridad cuando el fluido circulante es agua, tal y como se muestra en la ecuación 17. (Universidad de Castilla de la Mancha, 2011, p. 4)

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \cdot \frac{D}{e}}} \quad \text{Ecuación 23}$$

Donde:

a: Celeridad de la onda de presión (m/s).

D: Diámetro de la tubería (mm).

e: Espesor de la tubería (mm).

K: Coeficiente en función del módulo de elasticidad del material de la tubería.

➤ **Tiempo de cierre.**

Para sistemas de impulsión se hace uso de la fórmula de Mendiluce ecuación 18 que en el caso de la conducción por bombeo se le conoce como el tiempo necesario que se requiere para reducir la sobrepresión causada por el golpe de ariete. (Universidad de Castilla de la Mancha, 2011, p. 7)

$$T_c = c \times \frac{k \times L \times v}{g \times H_m} \quad \text{Ecuación 24}$$

Donde:

L: Longitud de conducción (m).

v: velocidad del régimen de agua (m/s).

g: aceleración de la gravedad, 9.81 m/s^2

H_m: Altura manométrica proporcionada.

➤ **Tiempo del ciclo de la onda.**

La ecuación 19 define el ciclo de la onda como el tiempo que tarda la onda de presión en dar una oscilación completa. (Universidad de Castilla de la Mancha, 2011, p. 8)

$$t = \frac{2 \times L}{a}$$

Ecuación 25

Donde:

L: longitud de la línea de conducción.

a: celeridad (m/s).

➤ **Relación entre tiempo de cierre y tiempo de recorrido de la onda.**

La comparación se realiza conforme a las siguientes condiciones.

$$t > \frac{2 \times L}{a}; \text{ Cierre lento (Se aplicará Michaud).}$$

$$t < \frac{2 \times L}{a}; \text{ Cierre rápido (Se aplicará Allievi).}$$

➤ **Sobrepresión.**

Si es de cierre rápido la sobrepresión se calcula con Allievi, ecuación 20. (Universidad de Castilla de la Mancha, 2011, p. 12)

$$\Delta H = \frac{v \times a}{g}$$

Ecuación 26

Donde:

ΔH = Sobrepresión debida al golpe de ariete (mca).

v: velocidad media del flujo de la tubería (m/s).

a: celeridad de la onda (m/s).

g: aceleración de gravedad 9.81 m/s^2

Si es de cierre lento la sobrepresión se calcula con Michaud, ecuación 21. (Universidad de Castilla de la Mancha, 2011, p. 9)

$$\Delta H = \frac{2 \times L \times v}{g \times T}$$

Ecuación 27

Donde:

ΔH = Sobrepresión debida al golpe de ariete (mca).

v: Velocidad media del flujo de la tubería (m/s).

L: Longitud de la tubería (m).

T: Tiempo de cierre o tiempo de recorrido, según corresponda (s).

g: aceleración de gravedad, 9.81 m/s^2

➤ **Longitud Crítica.**

La longitud del tramo de tubería regido por la ecuación de Michaud, ecuación 22, (Universidad de Castilla de la Mancha, 2011, p. 12) se conoce como longitud crítica, y se expresa de la siguiente manera:

$$Lc = \frac{a \times T}{2} \quad \text{Ecuación 28}$$

Donde:

a: Celeridad de la onda (m/s).

T: Tiempo de parada (s).

➤ **Impulsión.**

Para determinar el tipo de impulsión se deben de cumplir las siguientes condiciones:

$L < Lc$; Se trata de una impulsión (conducción) corta, que se correspondería con un cierre lento, calculándose el golpe de ariete mediante la fórmula de Michaud. (Universidad de Castilla de la Mancha, 2011, p. 13)

$L > Lc$; Entonces la impulsión (conducción) es larga y el cierre rápido, siendo el valor del golpe de ariete el dado por Allievi desde la válvula hasta el punto crítico y por Michaud en el resto. (Universidad de Castilla de la Mancha, 2011, p. 13)

Donde:

L: Longitud de la tubería (m).

Lc: Longitud crítica (m).

➤ **Longitud máxima de presión.**

La longitud máxima de presión será determinada haciendo uso de la fórmula de Allievi, ecuación 23. (Universidad de Castilla de la Mancha, 2011, p. 12)

$$L_{max} = L - L_c$$

Ecuación 29

Donde:

L_{máx}: Longitud máxima de presión.

L: Longitud de la tubería (m).

L_c: Longitud crítica (m).

3.5.12 Cálculo de la potencia.

La potencia estará determinada a través de la ecuación 24. (Arturo Rocha Felices, 2007, p. 137)

$$P_b = \frac{Q_b \times H_b}{76 \times n}$$

Ecuación 30

Donde:

P_b: Potencia de la bomba y el motor (hp).

Q_b: Caudal de bombeo (L/s).

H_b: Altura manométrica total (m).

n: Eficiencia del sistema de bombeo.

3.5.13 Selección de la bomba.

Para seleccionar la bomba se utiliza la carga dinámica total, y el caudal de diseño, es decir el caudal máximo diario (CMD), y a través de una curva característica usando un catálogo de bombas sumergibles de Grundfos, se selecciona la bomba adecuada, que cumpla los requisitos requeridos (H-Q).

3.5.14 Red de distribución.

La red de distribución y el diseñador de la misma debe tener en cuenta el plan regulador, plano topográfico y servicios públicos según lo proyectado.

➤ Parámetros de diseño.

Según la norma NTON 09 007-19, se deben cumplir los siguientes parámetros (ANA, 2023, p. 29)

- **Velocidades permisibles:** Se permitirán velocidades de flujo de 0.60 m/s 5.00 m/s, de ser necesario se deben instalar válvulas de limpieza.
- **Presiones mínimas y máximas:** En las zonas rurales se permitirán presiones mínimas de 5 m en el punto de la conexión con el medidor domiciliario y en la red de distribución las presiones máximas serán 50 m.
- **Diámetro mínimo:** El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución debe ser de 50 mm, siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea eficaz para satisfacer la demanda máxima.

3.5.15 Análisis hidráulico con Epanet.

Para realizar la simulación y verificar el buen funcionamiento de la red, se debe hacer un análisis en el software Epanet.

- Se exporta el archivo trazado en el software civil 3D en formato dxf.
- Se utiliza el programa Epacad para convertir archivos en formato dxf a Net.
- En el software Epanet y se configuran las unidades.
- El caudal máximo horario se distribuirá en los nodos según la distribución de las viviendas.
- Se hará la simulación con máxima demanda.
- Se hará una simulación con demanda cero, que permita verificar las presiones máximas en cada nodo de la red.
- Se hará una simulación para analizar el cloro residual en cada nodo, el nodo más alejado debe cumplir, según CAPRE (1993), una concentración de cloro residual entre 0.5 mg/L y 1.0 mg/L.

➤ Resultados del análisis hidráulico en Epanet.

- Se presentará un informe que muestre el comportamiento de la velocidad y la presión en cada nodo de la línea de conducción y la red de distribución.
- Se obtendrán perfiles del terreno natural, la línea piezométrica y presiones, así como mapas de evolución del cloro residual dentro de la red.

3.5.16 Tanque de almacenamiento.

En los sistemas donde existan o se proyecten hidrantes para combatir incendios, se deben almacenar los volúmenes de agua considerando como mínimo 2 horas para enfrentar estas circunstancias. (ANA, 2023, p. 33).

➤ Capacidad mínima del tanque.

Según NTON 09 007-19 (ANA, 2023, p. 33), el volumen compensador, debe compensar las variaciones horarias de consumo. En este caso se debe almacenar para:

- Poblaciones menores de 20000 habitantes, el 25% del consumo promedio diario (CPD), más pérdidas.
- Poblaciones mayores de 20000 habitantes, será necesario determinar este volumen en base al estudio y análisis de las curvas acumuladas (masas) de consumo y de producción, del consumo de agua de la localidad existente o de una similar.
- Reserva para eventualidades y/o emergencias, el volumen debe ser igual al 15% del consumo promedio diario (CPD).

➤ Localización del tanque.

Los tanques deben estar ubicados lo más cercano posible a la red de distribución, teniendo en cuenta la topografía del lugar y que garantice las presiones uniformes en todas y cada una de las casas tributarias a cada nodo, componente de dicha red.

NTON 09 007-19 establece que el fondo del tanque debe estar a una elevación que garantice la presión residual mínima establecida. (MIFIC, 2019, p. 33).

➤ Tipo de material del tanque.

Es obligatorio elaborar un estudio económico para seleccionar los tipos de materiales de los tanques según NTON 09 007-19, (ANA, 2023, p. 33) y su estudio va de acuerdo al acceso de los materiales requeridos para su construcción, o a la certificación de seguridad del tanque según el fabricante.

3.5.17 Desinfección.

El hipoclorito se recomienda para abastecimiento de pequeñas poblaciones. Se recomienda hipocloración para capacidades menores de 1kg/día y caudales de 8.2 L/s como máximo, la capacidad de la estación se calculará con la ecuación 25 (INAA, 1999, p. 10)

$$Ca = \frac{Q \times C}{1000}$$

Ecuación 31

Donde:

Ca: Capacidad de diseño de la estación de cloración (Kg. Cloro/día).

Q: Caudal de agua, máximo horario ($m^3/día$).

C: Dosis de cloro a aplicar (mg/L).

En general se recomienda hipocloración para capacidades menores de 1 kg/día y caudales de 130 gpm como máximo (8.20 L/s) (INAA, 1999, pp. 96-97).

3.6 Presupuesto

El presupuesto es la resultante de sumar los cinco elementos que componen el cálculo del costo estimado de la obra y que son: Costo Directo (CD) + Costo Indirecto (CI) + Costo de Administración Central (CAC) + Utilidad (U) + Impuestos (I). (MTI, 2008, pág. 5)

Para la realización del presupuesto, se tendrán en cuenta los diseños especificados en los planos constructivos y se le asignará los costos unitarios por cada actividad realizada, tomando en cuenta los catálogos de costos unitarios del FISE. Además, se hará un resumen de todas las etapas y subetapas a desarrollarse.



Capítulo IV. Resultados

IV. RESULTADOS.

4.1 Estudio Socioeconómico.

El estudio socioeconómico se realizó para conocer las características demográficas, nivel de ingresos y demanda de servicios actuales de los habitantes de la comunidad Las Uvas, lo cual se hizo mediante la aplicación de censos.

A continuación, se describen los resultados del estudio socioeconómico:

4.1.1 Aspectos Generales.

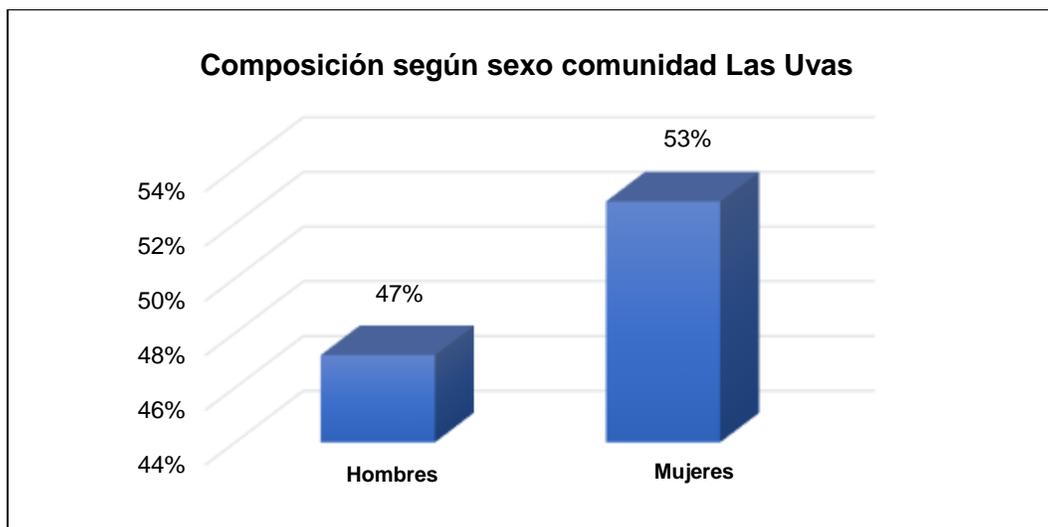
De acuerdo al censo poblacional aplicado a 155 familias, se obtuvo una población de 748 habitantes. Un 47% de la población de la comunidad de Las Uvas son mujeres, mientras que el 53% son varones, como se muestra en la Tabla 1 y Grafico 1.

Tabla 1: Porcentaje poblacional por sexo.

Porcentaje poblacional por sexo		
Sexo	Total	Porcentaje
Mujeres	353	47%
Hombres	395	53%
Total	748	100%

Fuente: Elaboración propia datos obtenidos de censo.

Gráfico 1: Población por sexo.



Fuente: Elaboración propia datos obtenidos de censo.

4.1.2 Economía.

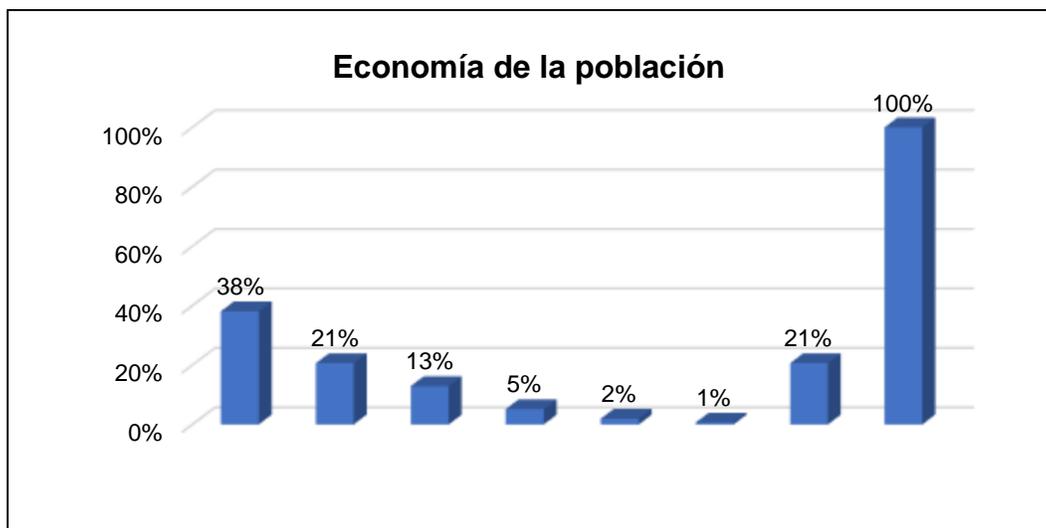
Respecto a los ingresos mensuales de las familias se encontró 59% del total de ellas cuentan con salario por debajo del mínimo siendo este de C\$3000 a C\$5000, de igual manera un 1% afirman que cuentan con un salario por arriba de C\$30000, y un 21% no informan su actividad salarial como se muestra en la tabla 2 y gráfico 2.

Tabla 2: Ingresos económicos mensuales.

Ítem	Rango de ingresos mensuales en C\$	Cantidad	Porcentaje
1	0 a 3000	59	38%
2	3001 a 5000	32	21%
3	5001 a 8000	20	13%
4	8001 a 10000	8	5%
5	10001 a 30000	3	2%
6	30001 a más	1	1%
7	No informa	32	21%
8	TOTAL	155	100%

Fuente: Elaboración propia datos obtenidos de censo.

Gráfico 2: Economía de la población.



Fuente: Elaboración propia datos obtenidos de censo.

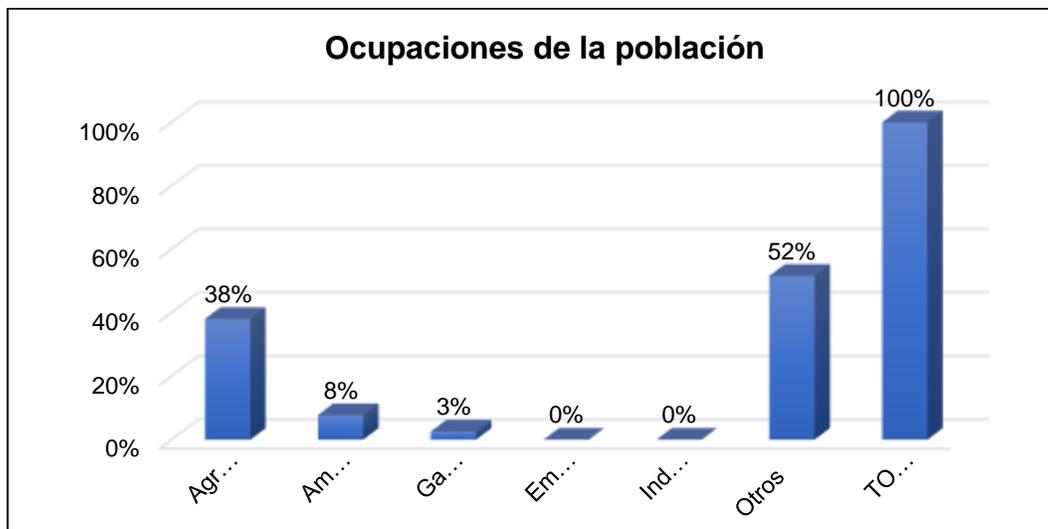
Con respecto a los tipos de ocupaciones de la población se obtuvo que las cifras más altas se encuentran en que un 38% son agricultores y un 52% están realizando distintos trabajos tales como: tabacaleros, dueños de galerones en alquiler, vendedores de granos básicos. Los resultados obtenidos a través del censo se muestran en los siguiente Tabla 3 y Gráfico 3.

Tabla 3: Análisis Según la ocupación de la población.

Ocupaciones en la comunidad		
Ocupaciones	Cantidad	Porcentaje
Agricultor	59	38%
Ama de casa	12	8%
Ganadero	4	3%
Empleada doméstica	0	0%
Industrias	0	0%
Otros	80	52%
Total	155	100%

Fuente: Elaboración propia datos obtenidos de censo.

Gráfico 3: Ocupación de la población.



Fuente: Elaboración propia datos obtenidos de censo.

4.1.3 Población beneficiada con el sistema antiguo (MAG).

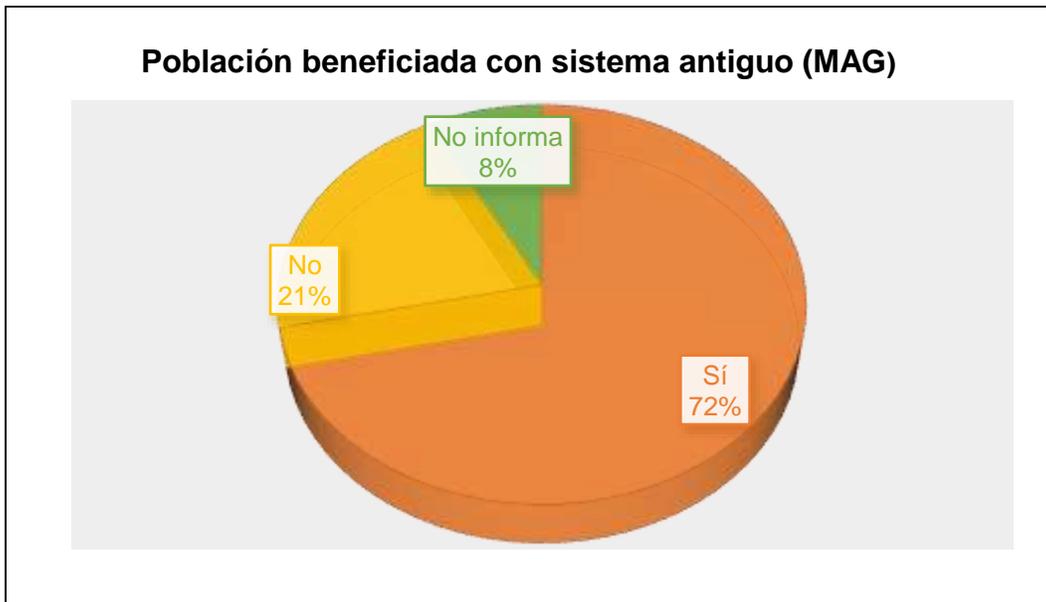
Del acueducto (MAG) que actualmente está en funcionamiento, se abastece un 72% de la población, sin embargo, no es suficiente porque el otro 29% no recibe el servicio por lo que busca otras opciones, a continuación, se muestra tabla 4 y gráfico 4.

Tabla 4: Población beneficiada con sistema antiguo (MAG).

Población beneficiada	Cantidad	Porcentaje
Sí	111	72%
No	32	21%
No informa	12	8%
Total	155	100%

Fuente: Elaboración propia datos obtenidos de Censo.

Gráfico 4: Población beneficiada con sistema antiguo (MAG)



Fuente: Elaboración propia datos obtenidos de censo.

4.1.4 Opciones de abastecimiento del sistema actual (MAG).

En la comunidad de Las Uvas la población cuenta con 6 opciones de abastecimientos de agua, de las cuales el 53% cuenta con un servicio a nivel del patio (más de la mitad), un 6% se abastece de un pozo público específicamente para 10 familias que se encuentran

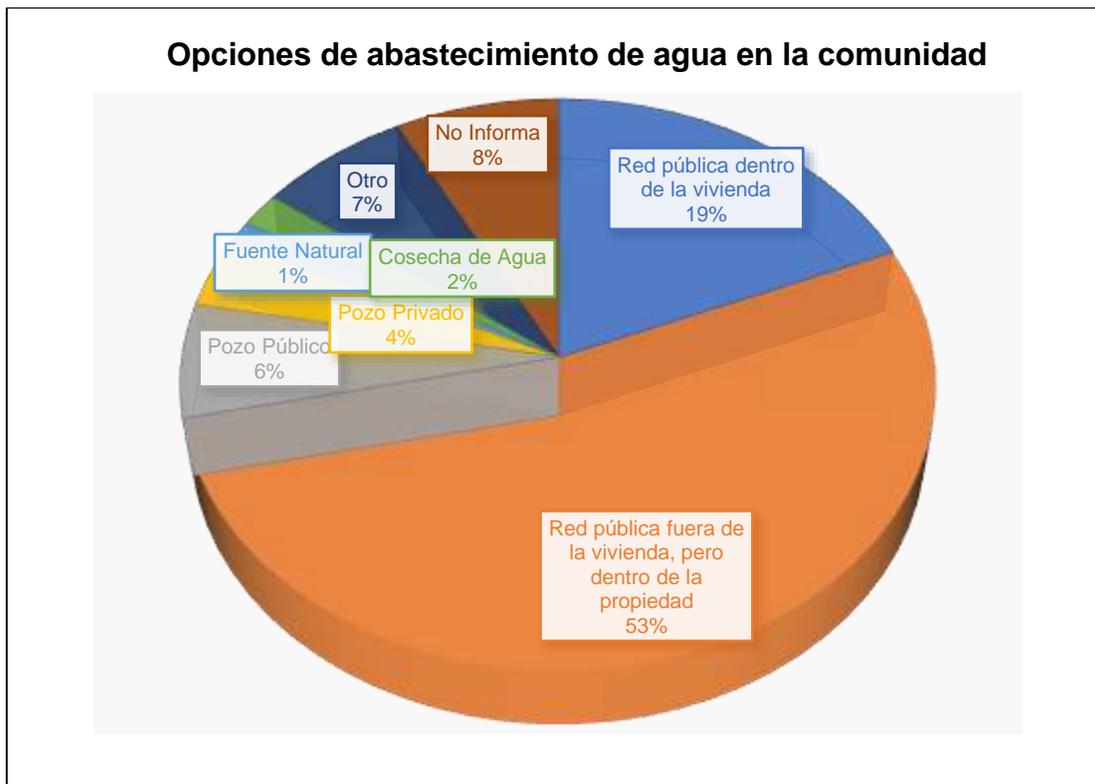
alejadas, asimismo un 8% no brindó información de las opciones, así como se muestra en la tabla 5 y gráfico 5.

Tabla 5: Opciones de abastecimiento de agua en la comunidad.

Opciones de abastecimiento	Cantidad	Porcentaje
Red pública dentro de la vivienda	29	19%
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la propiedad	82	53%
Pozo Público	10	6%
Pozo Privado	6	4%
Fuente Natural	2	1%
Cosecha de Agua	3	2%
Otro	11	7%
No Informa	12	8%
Total	155	100%

Fuente: Elaboración propia datos obtenidos de censo.

Gráfico 5: Opciones de abastecimiento de agua en la comunidad.



Fuente: Elaboración propia datos obtenidos de censo.

4.1.5 Frecuencia del servicio de agua.

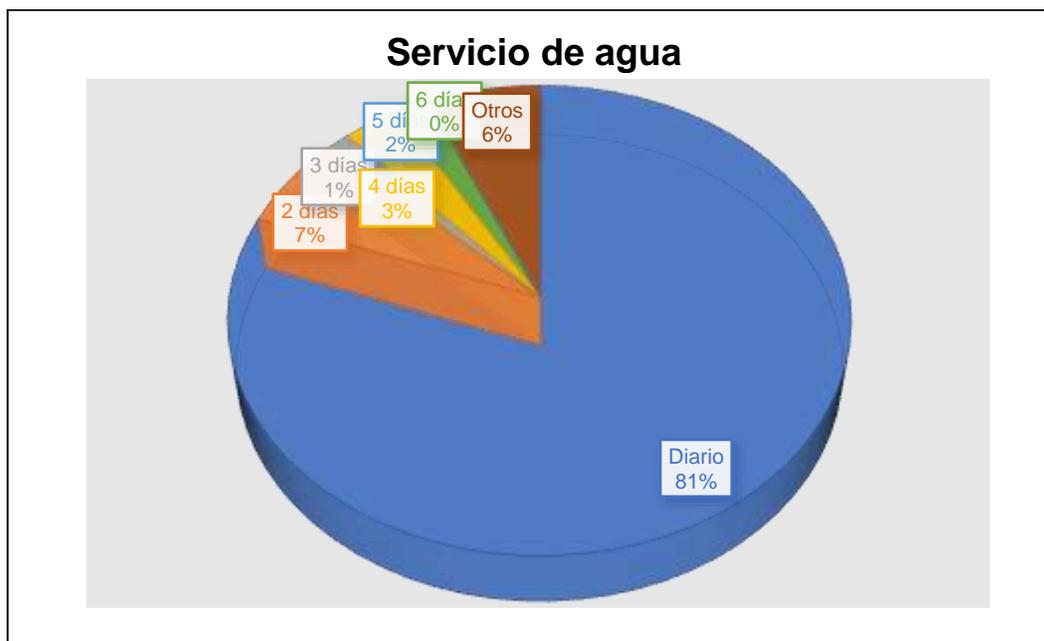
No obstante, los pobladores de la comunidad expresan que el servicio del acueducto es irregular, se encontró que el 81% recibe agua todos los días, mientras que el 19% recibe el agua en intervalos mayores de 2 días hasta un máximo de 5 días, así como lo indica la tabla 6 y gráfico 6.

Tabla 6: Servicio de agua.

Servicio de agua potable	Cantidad	Porcentaje
2 días	10	6%
3 días	2	1%
4 días	5	3%
5 días	3	2%
6 días	0	0%
7 días	0	0%
Otros	10	6%
Total	155	100%

Fuente: Elaboración propia datos obtenidos de censo.

Gráfico 6: Servicio de agua.



Fuente: Elaboración propia datos obtenidos de censo.

4.1.6 Familias que disponen de suficiente agua en el verano.

Conforme a los resultados de la tabla 7 y gráfico 7, se observó que el 36% de las familias de la comunidad disponen de suficiente agua que suministra el acueducto en el verano para satisfacer las necesidades básicas, mientras que el 64% del total de familias no disponen de suficiente agua en el verano, por lo cual recorren cierta distancia para obtener agua y completar parte del déficit de agua en el hogar.

Tabla 7: Familias que disponen de suficiente agua en el verano.

Familias que disponen de suficiente agua en verano	Cantidad	Porcentaje
Sí disponen de suficiente agua	56	36%
No disponen de suficiente agua	99	64%
Total	155	100%

Fuente: Elaboración propia datos obtenidos de censo.

Gráfico 7: Familias que disponen de suficiente agua en el verano.



Fuente: Elaboración propia datos obtenidos de censo.

4.1.7 Distancia que se recorre para obtener agua.

En el periodo de estiaje la población tiene que recorrer ciertas distancias hacia pozos de riego cercanos, el 43% recorre sólo 0.1 km y el mayor problema se encuentra el 20% de

la población que recorre más de 3 km, a continuación, se presenta los resultados en la tabla 8 y gráfico 8.

Tabla 8: Distancia que se recorre para obtener agua.

Distancia que recorren para obtener agua	Cantidad	Porcentaje
0.1 km	67	43%
Entre 0.1 km y 0.5 km	24	15%
Entre 0.5 km y 1 km	17	11%
Entre 1 km y 3 km	16	10%
Mayor a 3 km	31	20%
Total	155	100%

Fuente: Elaboración propia datos obtenidos de censo.

Gráfico 8: Distancia que se recorre para obtener agua.



Fuente: Elaboración propia datos obtenidos de Censo.

4.1.8 Calidad de agua.

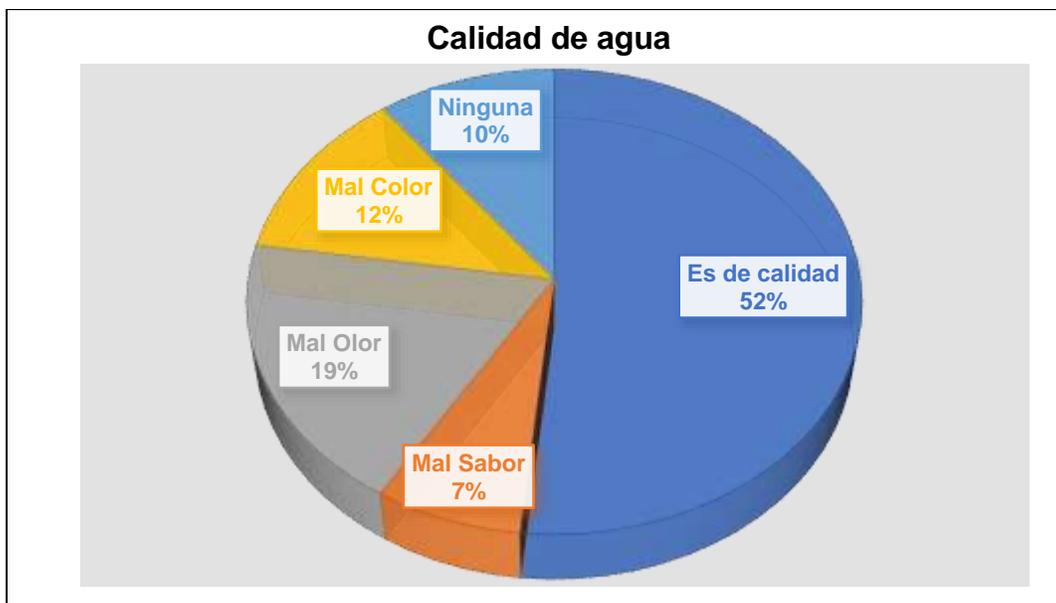
En la Tabla 9 y Gráfico 9, se muestra que el 52% de las familias opinaron que la calidad de agua es buena, y un 38% afirmó que el agua es de mala calidad, mientras que un 10% no hizo ninguna valoración.

Tabla 9: Calidad de agua.

Calidad de agua	Cantidad	Porcentaje
Es de calidad	80	52%
Mal Sabor	11	7%
Mal Olor	29	19%
Mal Color	19	12%
Ninguna	16	10%
Total	155	100%

Fuente: Elaboración propia datos obtenidos de censo.

Gráfico 9: Calidad de Agua.



Fuente: Elaboración propia datos obtenidos de censo.

4.2. Estudio topográfico.

Se realizó el levantamiento topográfico, en el cual se utilizó un sistema satelital, aparato electrónico, digital - portátil marca: Garmin, modelo (gps Map 64s) y una estación total SOKKIA: TS 550RX con sus respectivos prisma, brújula y cinta métrica para medir la altura del instrumento, y puntos geodésicos, ver tabla 10 y Mapa 3.

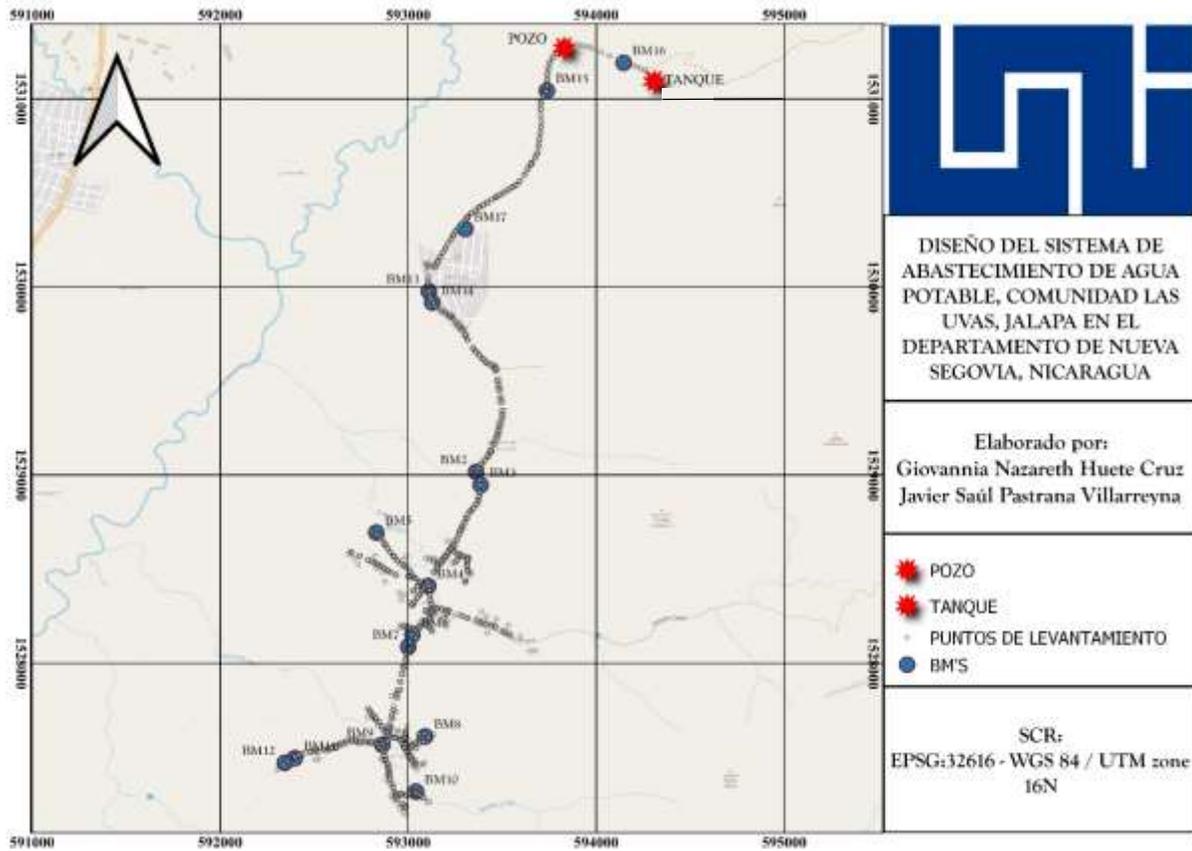
Se levantó el eje de línea de conducción, la red de distribución, así como el sitio propuesto para el tanque de almacenamiento. También se georreferenciaron todas las viviendas de la comunidad.

Tabla 10: Coordenadas en puntos geodésicos.

Coordenadas Geodésicas			
ID	Norte	Este	Elevación
BM1	1529578.7 m	593470.15 m	671.097 m
BM2	1529017 m	593361.46 m	671.429 m
BM3	1528947.6 m	593385.9 m	671.606 m
BM4	1528410.5 m	593106.75 m	677.177 m
BM5	1528695.1 m	592830.48 m	661.04 m
BM6	1528151.8 m	593022.12 m	674.766 m
BM7	1528087.4 m	593000.34 m	672.985 m
BM8	1527611.4 m	593090.61 m	694.151 m
BM9	1527566.7 m	592863.12 m	692.467 m
BM10	1527317.3 m	593042.72 m	717.536 m
BM11	1527495.7 m	592397.25 m	667.458 m
BM12	1527470.7 m	592344.08 m	660.934 m
BM13	1529977 m	593109.89 m	653.046 m
BM14	1529917.6 m	593127.83 m	653.468 m
BM15	1531044.1 m	593737.94 m	650.845 m
BM16	1531191.6 m	594145.94 m	676.27 m
BM17	1530308.7 m	593304.47 m	655.027 m

Elaboración propia.

Mapa 3: Ubicación de los Puntos Geodésicos.



Elaboración propia.

En la etapa de gabinete se descargaron los datos de la estación total en formato csv, (Anexo tabla 50) los cuales se exportaron a Civil 3D para su procesamiento, donde se generaron los planos que se utilizaron como base para los cálculos hidráulicos de la línea de conducción y para realizar la simulación con EPANET, la lista de planos se presenta en la Tabla 11 y en el apartado de plano topográficos.

Tabla 11: Índice de planos topográficos.

INDICE DE PLANOS		
CONSECUTIVO		CONTENIDO
1	de 17	PLANO - PLANTA GENERAL Y PERFIL SECTOR 1
2	De 17	PLANO - PLANTA GENERAL Y PERFIL SECTOR 2
3	De 17	PLANO - PLANTA GENERAL Y PERFIL SECTOR 3
4	De 17	PLANO - PLANTA GENERAL Y PERFIL SECTOR 4

INDICE DE PLANOS		
CONSECUTIVO		CONTENIDO
5	De 17	PLANO - PLANTA GENERAL Y PERFIL SECTOR 5
6	De 17	PLANO - PLANTA GENERAL Y PERFIL SECTOR 6
7	De 17	PLANO - PLANTA GENERAL Y PERFIL SECTOR 7
8	De 17	PLANO - PLANTA GENERAL Y PERFIL SECTOR 8
9	De 17	PLANO - PLANTA GENERAL Y PERFIL SECTOR 9
10	De 17	PLANO - PLANTA GENERAL Y PERFIL SECTOR 10
11	De 17	PLANO - PLANTA GENERAL RED DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD
12	De 17	PLANO - PERFIL RED DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD
13	De 17	PLANO – CASETA DE CONTROLES ELÉCTRICOS
14	De 17	PLANO – DETALLES DE SARTA Y POZO
15	De 17	PLANO - PLANTA GENERAL LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR BOMBEO
16	De 17	PLANO – VISTA EN PLANTA DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
17	De 17	PLANO-TANQUE

Elaboración propia.

4.3 Aforo.

El aforo estaba previsto a realizarse en un pozo nuevo en el mes de marzo del año 2023, no obstante, el mencionado proyecto no fue realizado en la fecha antes indicada, por lo que se decidió realizar un estudio en un pozo artesanal que pertenece al mismo manto freático, a continuación, se presentan los datos del pozo:

Tabla 12: Datos de aforo.

Nombre del propietario	Douglas Roberto Gómez.
Uso del pozo	Para riego y ganado.
Tipo de pozo	Artesanal.
Nivel estático	645.97 msnm.
Distancia del terreno propuesto	191.04 m.
Profundidad del pozo	11.70 m.

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Diseño hidráulico.

En este punto se realizó el diseño de todos los componentes hidráulicos del sistema de agua potable para la comunidad Las Uvas, con el fin de satisfacer las necesidades del vital líquido.

4.4.1 Período de diseño.

Se adopta un período de diseño de 20 años, basado en la vida útil de la fuente según (INAA, 1999, p. 15) lo que comprende un período que inicia en el año 2022 y concluye el año 2042, en el cual se proyectará la demanda de la población.

4.4.2 Tasa de crecimiento.

Según, (INEGI, 2017, p. 38) se expresa en porcentaje el cambio total que ha tenido una variable entre dos fechas, es decir, los años 2005 y 2022, la temporalidad de los periodos es indiferente, dando así un resultado de una tasa de crecimiento negativa de 1.22% a lo que refiere a una decreción de población durante los siguientes 17 años, como se muestra a continuación:

$$r = \frac{pf^{1/n}}{pn} - 1$$

$$r = \frac{748 \text{ hab}^{1/17}}{921 \text{ hab}} - 1$$

$$r = -1.22\%$$

4.4.3 Población de diseño.

Para el cálculo de la población de diseño se tomó como dato base el documento del (INIDE, 2008, p. 5), denominado “Jalapa en Cifras”, el cual es un fragmento del censo nacional del año 2005, teniendo como dato inicial 921 habitantes en ese año, y del censo de la línea base realizado en el 2022, del cual se obtuvo una población actual de 748 habitantes, con esa información se hizo el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional cuyo resultado fue de -1.22 % sin embargo, dicha tasa se encuentra por debajo del mínimo establecido por la norma (ANA, 2023, p. 8), por lo tanto se usa la tasa mínima correspondiente al 2.5%.

Por ende, se calculó la población futura hasta el año 2042, con una tasa de crecimiento del 2.5% tomando como base el año 2022, dando como resultado una población final de 1122 habitantes. A continuación, se presenta la tabla 13, donde se observa la proyección anual para el diseño, aplicando la ecuación 1 se calculó la población futura para el último día de diseño. Ver Anexos Tabla 21.

$$P_f = P_o(1 + r \times n)$$

$$P_f = 748 (1 + 0.025 \times 20)$$

$$P_f = 1122 \text{ habitantes.}$$

Tabla 13: Proyección poblacional.

Proyección de la población			
Año	Número de años (n)	% Incremento poblacional (r)	Población futura (Pn)
2022	0	0.025	748

2023	1	0.025	767
2024	2	0.025	785
2025	3	0.025	804
2026	4	0.025	823
2027	5	0.025	842
2028	6	0.025	860
2029	7	0.025	879
2030	8	0.025	898
2031	9	0.025	916
2032	10	0.025	935
2033	11	0.025	954
2034	12	0.025	972
2035	13	0.025	991
2036	14	0.025	1010
2037	15	0.025	1029
2038	16	0.025	1047
2039	17	0.025	1066
2040	18	0.025	1085
2041	19	0.025	1103
2042	20	0.025	1122

Elaboración propia

4.4.4 Dotación y Consumo.

Para sistemas de abastecimiento de agua potable se consideran dotación de conexiones domiciliar en comunidades rurales concentradas de 100 lppd, según la norma. (ANA, 2023, p. 10)

➤ **Consumo promedio doméstico (CD).**

Para determinar el consumo doméstico se utilizó la ecuación 3, considerando una población futura proyectada a 20 años, en el cual habrá 1122 habitantes y tomando en cuenta una dotación de 100 lppd, como se observa en el cálculo siguiente.

$$CD = P_f \times \frac{\text{Dotación}}{86400}$$

$$CD = 1122 \text{ hab} \left(\frac{100 \text{ lppd}}{86400 \text{ seg}} \right)$$

$$CD = 1.30 \text{ l/s}$$

➤ **Factor de consumo institucional.**

Se utilizó la ecuación 4, tomando en cuenta el consumo institucional por la presencia de escuela primaria y aplicando el factor del 7% al consumo doméstico (CD), según (ANA, 2023, p. 11) el consumo doméstico es de 1.30 l/s.

$$CPI = 7\% \times CD$$

$$CPI = 7\% \times 1.30 \text{ l/s}$$

$$CPI = 0.09 \text{ l/s}$$

➤ **Factor de consumo comercial.**

Se calculó mediante la ecuación 5, tomando en cuenta el desarrollo a futuro de la comunidad se aplicó el factor del 7% al consumo doméstico según lo establecido en la norma NTON 09 007-19. (ANA, 2023, p. 11)

$$Cc = 7\% \times CD$$

$$Cc = 7\% \times 1.42 \text{ l/s}$$

$$Cc = 0.09 \text{ l/s}$$

➤ **Factor de consumo industrial.**

En la zona de estudio se tiene presencia de industrias tabacaleras que comercializan su producción, por tanto, se hizo uso de la ecuación 6, según lo formulado en NTON 09 007-19. (ANA, 2023, p. 11)

$$CI = 2\% \times CD$$

$$CI = 2\% \times 1.30 \text{ l/s}$$

$$CI = 0.03 \text{ l/s}$$

➤ **Consumo promedio diario (CPD).**

El consumo promedio diario (CPD) se calculó mediante el consumo doméstico, y los factores de demanda, como se presenta en la mediante la ecuación 7, teniendo como resultado un valor de 1.51L/s.

$$CPD = CD + CPI + CC + Cind$$

$$CPD = 1.30 \text{ l/s} + 0.09 \text{ l/s} + 0.09 \text{ l/s} + 0.03 \text{ l/s}$$

$$CPD = 1.51 \text{ l/s}$$

➤ **Fugas o pérdidas en el sistema.**

Según la norma (ANA, 2023, pág. 12), la cantidad de agua perdida en el sistema es el 15 % del consumo promedio diario (CPD), cuando la comunidad cuente con 500 o menos viviendas, siendo este el caso de la comunidad de las Uvas contando con 155 viviendas, aplicamos la ecuación 8, a continuación, se representa el resultado.

$$P = CPD \times 15\%$$

$$P = 1.51 \text{ l/s} \times 15\%$$

$$P = 0.23 \text{ l/s}$$

➤ **Consumo máximo diario, CMD.**

Es el gasto requerido para diseñar la línea de conducción, el cual se obtuvo un valor de 2.56 l/s, como se muestra a continuación.

$$CMD = 1.5CPD + P$$

$$CMD = 1.5 (1.51 \text{ l/s} + 0.23 \text{ l/s})$$

$$CMD = 2.56 \text{ l/s}$$

➤ **Consumo máximo horario, CMH.**

Según la norma (ANA, 2023, p. 12) es el gasto para el diseño de la red de distribución, dando como resultado a 4.07 l/s, como se muestra al aplicar la ecuación 11.

$$CMH = 2.5CPD + P$$

$$CMH = 2.5 (1.51 \text{ l/s} + 0.23 \text{ l/s})$$

$$CMH = 4.07 \text{ l/s}$$

➤ **Caudales contra incendios.**

Según la norma (ANA, 2023, p. 11), la disponibilidad de agua para eventualidad de incendio depende de la proyección de la población y las tomas serán de acuerdo al rango de población, tomando de referencia tabla 5 de la misma norma.

En este caso, no se considera el caudal de incendio, ya que la población proyectada es de 1122, y con respecto a la tabla 22 para poblaciones menores de 5000 habitantes no se considera.

4.4.5 Línea de Conducción.

La línea de conducción se diseñó para un caudal de diseño de 2.56 l/s teniendo una velocidad del flujo fue de 1.18 m/s misma que está en el rango de la norma (ANA, 2023, p. 24), a continuación, se muestran los cálculos de los componentes de la línea de conducción:

➤ **Diámetro de la columna de bombeo.**

Según la norma (ANA, 2023, p. 20) tabla 10 de la misma, basado en el caudal de diseño de 2.56 l/s se encontró un diámetro nominal de 70 mm, adoptándose un diámetro comercial mínimo de 2 pulg HG cédula 40 con 52.5 mm de diámetro interno.

➤ **Velocidad**

Se calculó la velocidad de flujo en la línea de conducción, aplicando la ecuación 12, según la norma (INAA, 1999b, p. 53) el valor de la velocidad deberá estar entre 0.6 -1.5 m/s, a continuación, se presentan el resultado obtenido:

$$v = \frac{0.00256 \text{ m}^3/\text{s}}{\left(\pi \frac{(0.0525 \text{ m}^2)^2}{4}\right)}$$

$$v = 1.18 \frac{m}{s}$$

➤ **Longitud de la columna de bombeo.**

La longitud de la columna de bombeo fue de 82 m y se obtuvo sumando el nivel dinámico del agua más 6 m de sumergencia más 6 m debido a la variación estacional (ANA, 2023, p. 20), a continuación, se presentan los cálculos:

$$L = NDA + 6 m \text{ sumergencia} + 6 m \text{ variación estacional}$$

$$L = 70 m + 6 m + 6 m$$

$$L = 82 m$$

➤ **Pérdidas por fricción en la columna de bombeo.**

Las pérdidas de carga por fricción en la columna de bombeo se calcularon con la ecuación 12 (Hazen - Williams) antes descrita, obteniendo 3.48 m de pérdida de carga, como se observa a continuación:

$$hf = \frac{10.679 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$

$$hf = \frac{10.679 \times (0.00256 \text{ m}^3/s)^{1.85}}{(130)^{1.85} \times (0.525m)^{4.87}} \times (82 m)$$

$$hf = 2.95 m$$

➤ **Criterio de Diseño.**

El diámetro de la columna de bombeo dentro del pozo acoplado a la bomba, será diseñado para una pérdida de fricción no mayor del 5% de su longitud, por lo cual se recomiendan los diámetros para la columna de bombeo en relación al caudal (ANA, 2023, pág. 20), por tanto, el criterio de diseño tendrá un valor de 4.10m, como a continuación se presenta

$$L_c = L \times 5\%$$

$$L_c = 82 m \times 5\%$$

$$L_c = 4.10 m$$

Por tanto, debido a que L_c fue de 4.10 m h_f de 2.95 m, se cumple que $L_c < h_f$, siendo este un diseño que cumple con la norma. (ANA, 2023, p. 20)

4.4.6 Sarta.

➤ **Diámetro de Sarta.**

El diámetro de la sarta se seleccionó basándose en el caudal de diseño de 2.56l/s, utilizando la tabla 11 de la norma técnica (MIFIC, 2020, p. 22), dando como resultado un diámetro nominal de 50 mm, por lo que se adoptó tubería H°G° cédula 40.

➤ **Longitud de la Sarta.**

Se adoptó 6 m de longitud de sarta debido a que el diámetro de la tubería fue de 2 pulg y en el espacio antes mencionado alcanzan todos los accesorios que recomienda la norma NTON 09 007-19, p. 22.

➤ **Pérdida por fricción en la sarta.**

Se calculó la pérdida por fricción, obteniendo el resultado utilizando de la ecuación 12 (Hazen - Williams), aplicada a continuación:

$$hf = \frac{10.679 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$
$$hf = \frac{10.679 \times (0.00256 \text{ m}^3/\text{s})^{1.85}}{(130)^{1.85} \times (0.525\text{m})^{4.87}} \times (6 \text{ m})$$
$$hf = 0.22 \text{ m}$$

➤ **Velocidades de diseño.**

Se calculó la velocidad de flujo en la sarta con la ecuación 13, obteniéndose un resultado de 1.20 m/s, la cual no excede lo establecido en la tabla 13 de la norma NTON 09 007-19, la cual expresa que la velocidad debe estar en un rango entre 0.60 m/s y 1.5 m/s. (ANA, 2023, p. 25).

$$v = \frac{Q}{\left(\pi \times \frac{D^2}{4}\right)}$$
$$v = \frac{0.00256 \text{ m}^3/\text{s}}{\left(\pi \times \frac{0.0525^2}{4}\right)}$$
$$v = 1.20 \text{ m/s}$$

➤ **Pérdidas locales.**

Se calculó la pérdida de carga por accesorios en la sarta, obteniéndose una pérdida de 0.59 m (valores K en tabla 14), aplicando la ecuación 14, como se muestra a continuación:

Tabla 14: Valores K por accesorios.

Accesorios	Cantidad	Valor de K	K total
Reductor 2" x 2"	1	0.15	0.15
Tee salida lateral 2"	1	1.8	1.8
Medidor de agua de 2"	1	2	2
Válvula Check 2" (Retención)	1	2.5	2.5
Tee en línea 2"	1	0.3	0.3
Unión tipo dresser 2"	1	0.3	0.3
Válvula de compuerta 2"	1	0.2	0.2
Codo de 45, 2"	2	0.42	0.84
Total			8.09

Elaboración propia.

$$hl = \sum_{n=1}^n k \times \frac{v^2}{2g}$$

$$hl = 8.09 \times \frac{(1.20m/s)^2}{2(9.81 m/s^2)}$$

$$hl = 0.59 m$$

4.4.7 Línea de Impulsión.

Para el dimensionamiento de la línea de impulsión se utilizó la ecuación 15, fórmula similar a la de Bresse (ANA, 2023, p. 27) Además, se hizo un análisis técnico económico, cuyo procedimiento se basó en el informe de determinación de diámetros más económicos para líneas de impulsión según la norma NTON 09 007-19.

El procedimiento consistió en calcular un diámetro inicial con la ecuación 14, posteriormente elegir un diámetro inferior y un superior que cumplieran con los criterios hidráulicos de la norma, que consiste en velocidades entre 0.6 y 1.5 m/s.

A continuación, en la tabla 15 se presenta los resultados de diámetros que cumplen con los criterios hidráulicos, así como el diámetro más económico que resultó ser PVC 2 pulgadas SDR 26.

Tabla 15: Análisis técnico económico con diferentes diámetros de tuberías.

Diámetro	CAT	CAE	CAEq (C\$)
PVC 1 1/2" SDR 26	C\$ 4,352.82	C\$205,992.01	C\$210,344.82
PVC 2" SDR 26	C\$ 3,846.57	C\$205,992.01	C\$209,838.58

PVC 2 1/2" SDR 26	C\$ 5,826.90	C\$205,992.01	C\$211,818.90
CAT: Costo anual de tubería CAE: Costo anual de energía CAEq: Costo anual equivalente			

Fuente: Elaboración propia.

El procedimiento de cálculo se presenta a continuación:

$$D = 0.9(Q)^{0.45}$$

$$D = 0.9 (0.00280)^{0.45}$$

$$D = 0.064$$

A partir del diámetro teórico, se adoptó un diámetro comercial de 2 pulgada tubería PVC SDR 26, con diámetro interno de 55.7mm.

➤ **Análisis técnico económico.**

Para el análisis económico primero se aplicó la ecuación 16 para determinar el valor presente, seguidamente se aplicó la ecuación 17 para calcular el factor de recuperación del capital, finalmente se aplicó la ecuación 18 para determinar el costo anual de tubería, este proceso se realizó en cada uno de los diámetros descritos en la tabla 15, de la cual resulto la tubería PVC de 2 pulgadas SDR 26 como la más económica con un valor de C\$308,143.91.

A continuación, se describen los cálculos detallados del análisis técnico- económico de la tubería PVC de 2 pulgadas SDR 26, que resultó favorecida con el análisis técnico económico.

➤ **Costo anual de la tubería.**

Valor presente.

$$Vp = \frac{Vf}{(1 + i)^n}$$

$$Vp = \frac{308,143.91}{(1 + 0.12)^1}$$

$$Vp = C\$275,128.49$$

Factor de recuperación de capital.

$$FRC = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$FRC = \frac{0.12(1+0.12)^{20}}{(1+0.12)^{20} - 1}$$

$$FRC = 0.134$$

$$CAT = Vp(FRC)$$

$$CAT = C\$275,128.49(0.134)$$

$$CAT = C\$36,867.22$$

➤ **Costo anual de energía.**

$$CAE = \frac{Qb \times tb \times CTD \times \frac{C\$}{Kw} \times 0.746 \times 365}{3960 \times eb \times em}$$

$$CAE = \frac{2.56 \times 16 \times 152.02 \times 6.7406 \times 0.746 \times 365}{3960 \times 75 \times 0.8}$$

$$CAE = C\$181,133.18$$

➤ **Costo anual equivalente.**

$$CAEq = CAT + CAE$$

$$CAEq = C\$2,428.89 + C\$181,134.32$$

$$CAEq = C\$183,563.21$$

A continuación, se presenta el análisis hidráulico de la línea de impulsión.

➤ **Longitud de la línea de impulsión.**

La longitud de la línea de impulsión, se tomó de del estudio topográfico y en el cual se encontró un valor de 535.79 m desde la sarta hasta el tanque.

➤ **Velocidad**

La velocidad de flujo en la línea de impulsión fue de 1.05 m/s y se calculó con la ecuación 13, cumpliendo con la norma NTON 09 007-19, pp. 24 – 25.

$$v = \frac{Q}{\left(\pi \times \frac{D^2}{4}\right)}$$

$$v = \frac{0.00256 \text{ m}^3/\text{s}}{\left(\pi \times \frac{0.0557^2}{4}\right)}$$

$$v = 1.05 \text{ m/s}$$

➤ **Pérdida por fricción en la línea de impulsión.**

La pérdida por fricción en la línea de impulsión se calculó con la ecuación 12 y se obtuvo el resultado de 11.09 m, según los cálculos mostrados.

$$hf = \frac{10.679 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$

$$hf = \frac{10.679 \times (0.00256 \text{ m}^3/\text{s})^{1.85}}{(150)^{1.85} \times (0.0557 \text{ m})^{4.87}} \times (535.79 \text{ m})$$

$$hf = 11.09 \text{ m}$$

4.4.8 Carga dinámica total.

Se determinó la presión manométrica total mediante la ecuación 21 (Arturo Rocha Felices, 2007, p. 136), dando así una carga dinámica total de 159.02 metros, así como se refleja el siguiente cálculo.

$$H = Z_1 - Z_2$$

Donde:

Z1: Cota de la descarga del tanque

Z2: Cota del nivel dinámico

$$HG = 730.14 \text{ m} - 585.97 \text{ m}$$

$$HG = 144.17 \text{ m}$$

$$CTD = HG + hf_{columna} + hsarta + hl_{conducción}$$

$$CTD = 144.17 + 2.95 + 0.81 + 11.09$$

$$CTD = 159.02 \text{ m}$$

4.4.9 Golpe de ariete.

En el diseño se analizó la sobrepresión para una tubería de 2 pulgadas SDR 26, haciendo uso de la ecuación 26 propuesta por Allievi (Universidad de Castilla de la Mancha, 2011, pág. 4), así mismo se calculó la constante K con la ecuación 22, la celeridad de onda de presión con la ecuación 23, el tiempo de cierre con la ecuación 24, tiempo del ciclo de la onda con la ecuación 25, también se hizo la relación del tiempo de parada y tiempo de recorrido de la onda, finalmente se determinó el tipo de impulsión y se calculó la longitud crítica con la ecuación 28, obteniéndose también la longitud de máxima presión con la ecuación 29.

➤ **Coefficiente en función del módulo de elasticidad.**

$$K = \frac{10^{10}}{\epsilon}$$

$$K = \frac{10^{10}}{3 \times 10^8}$$

$$K = 33.33$$

➤ **Celeridad de la onda de presión.**

Para la celeridad de la onda de presión se utilizó la ecuación 23 propuesta por Allievi, obteniéndose un resultado de 333.81 m/s, que se muestra a continuación.

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

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.33 \left(\frac{55.7 \text{ mm}}{2.31 \text{ mm}} \right)}}$$

$$a = 333.81 \text{ m/s}$$

➤ **Tiempo de Parada.**

Para este cálculo fue necesaria la fórmula de Mendiluce ecuación 24, teniendo un coeficiente empírico de 1 y un valor K de 1.5, dando como resultado 2.27 segundos, a continuación, el resultado.

De acuerdo con la (Universidad de Castilla de la Mancha, 2011, p. 7), el coeficiente C se adopta en función de la pendiente hidráulica, es decir.

Para pendientes hidráulicas mayores del 20% $\frac{H_m}{L} < 0.20 \rightarrow C = 1$

Para pendientes hidráulicas mayores o iguales del 40% $\frac{H_m}{L} \geq 0.40 \rightarrow C = 0$

Para pendientes hidráulicas aproximadas del 30% $\frac{H_m}{L} \approx 0.30 \rightarrow C = 0.60$

$$\frac{H_m}{L} = c$$

$$\frac{73.87m}{535.79} = 0.13 m$$

Donde:

C: Constante empírica de Mendiluce.

H_m = Altura manométrica (m).

L = Longitud de la línea de impulsión (m).

Siendo la gradiente hidráulica de 0.13, resultado inferior a 1, por lo que se adoptó un coeficiente empírico de C=1.

También se determinó un coeficiente K de Mendiluce utilizando la Tabla 16.

Tabla 16: Coeficiente K de Mendiluce.

L	K
L<500	2
L=500	1.75
500<L<1500	1.5
L=500	1.25
L>500	1

Fuente: Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Ciudad Real.

$$Tc = c \times \frac{k \times L \times v}{g \times H_m}$$

$$Tc = 1 \times \frac{1.50 \times 535.79 \text{ m} \times 1.05 \text{ m/s}}{9.810 \text{ m/s}^2 \times 73.8700 \text{ m}}$$

$$Tc = 2.17 \text{ Segundos.}$$

➤ **Tiempo del ciclo de la onda.**

El tiempo de recorrido de la onda de presión se calculó mediante la ecuación 25, el resultado se presenta a continuación:

$$t = \frac{2 \times L}{a}$$

$$t = \frac{2 (535.79 \text{ m})}{333.81 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$t = 3.21 \text{ s}$$

➤ **Relación entre tiempo de cierre y tiempo de recorrido de la onda**

Se evaluó el tiempo de parada con relación al tiempo de ciclo de onda de presión para definir su condición y método a usar, en este caso es cierre rápido por lo que se usa Allievi, como se aprecia a continuación:

$$t < \frac{2 \times L}{a}$$

$$2.17 \text{ segundos} < 3.21 \text{ segundos} = \text{Cierre rapido "Allievi"}$$

➤ **Longitud Critica**

Se determinó la longitud crítica utilizando la ecuación 27:

$$Lc = \frac{a \times T}{2}$$

$$Lc = \frac{(333.81 \text{ m/s})(2.17 \text{ s})}{2}$$

$$Lc = 361.46 \text{ m}$$

➤ **Impulsión.**

Como L tiene un valor de 535.79 m y Lc tiene un valor de 361.46m, se observa que L>Lc, por tanto, se trata de una impulsión larga.

➤ Longitud máxima de presión

Se calculó la distribución de las presiones máximas a lo largo de la longitud de la tubería aplicando la ecuación 29, cuyo resultado, se muestra a continuación:

$$L_{max} = L - L_c$$

$$L_m = 535.79m - 361.46m$$

$$L_m = 174.33m$$

Se obtuvo que la tubería soportara las máximas presiones al largo de los primeros 174.33 m.

➤ Sobrepresión

Para obtener la sobrepresión causada por el fenómeno golpe de ariete se aplicó la ecuación 26 de Allievi, debido a que se encontró un cierre rápido e impulsión larga, tal cual se muestra a continuación:

$$\Delta H = \frac{v \times a}{g}$$

$$\Delta H = \frac{(1.05m/s)(333.81m/s)}{9.81 m/s^2}$$

$$\Delta H = 35.76 m$$

La máxima presión en la tubería fue de 109.63 m, resultado menor a 113 m que es la presión que soporta la tubería PVC SDR 26, a continuación, se presentan los cálculos. También se presenta en la ilustración 1 un esquema que resume los parámetros que intervienen en el fenómeno transitorio conocido como golpe de ariete.

$$H_{max} = H + \Delta H$$

Hmax: Máxima presión en la tubería (m).

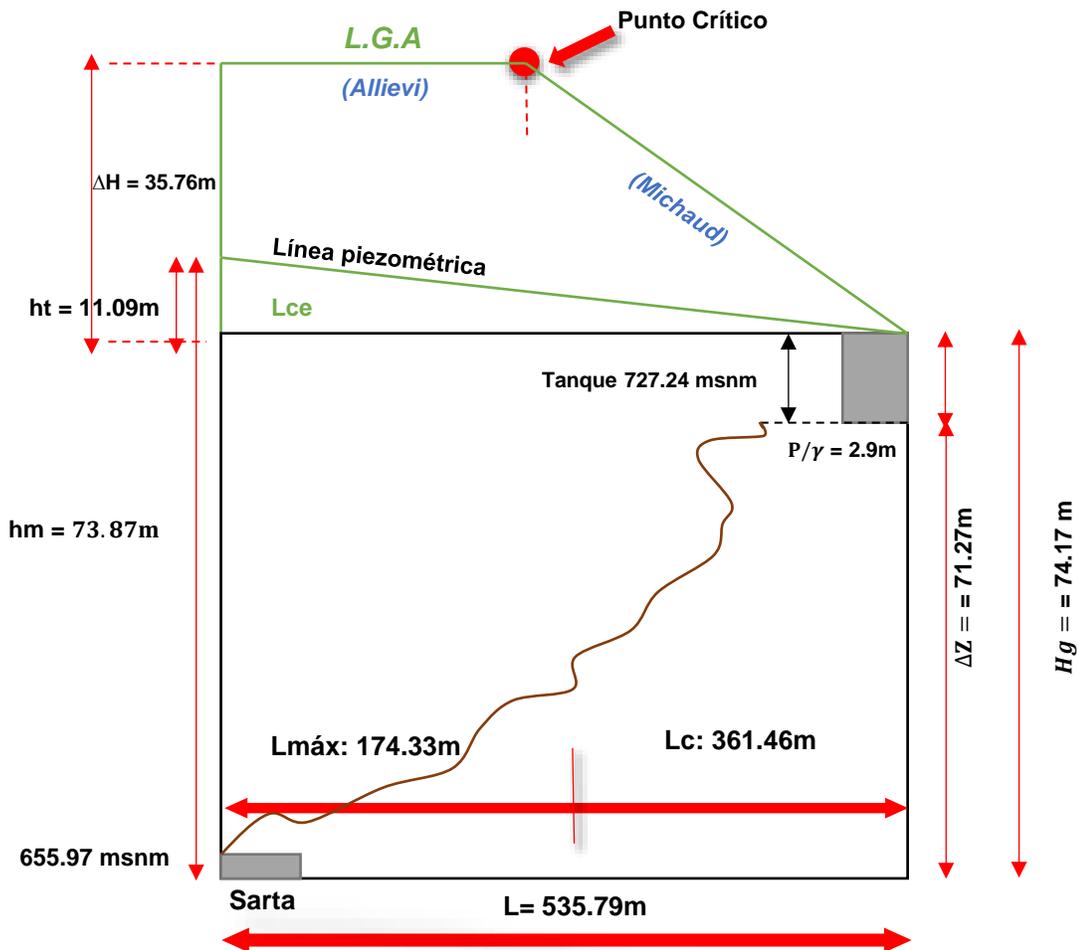
H: Cota descarga del tanque menos cota del pozo (m).

ΔH : Sobre presión (m).

$$H_{max} = 73.87 + 35.76$$

$$H_{max} = 109.63m$$

Ilustración 1: Esquema de energía en el golpe de ariete.



Fuente: Elaboración propia.

4.4.10 Cálculo de la potencia.

Las potencias teóricas de las bombas se determinaron con la ecuación 30, en base a la vida útil de una bomba considerando un caudal de diseño de 2.13 l/s para los primeros 10 años obteniendo un resultado de 4307.71 W (5.66 hp), en breve se detalla el proceso de cálculo:

$$Pb = \frac{Qb \times Hb}{76 \times n}$$

$$P_b = \frac{(0.00213 \text{ m}^3/\text{s})(9.81 \text{ m/s}^2)(997.10 \text{ kg/m}^3)(154.77 \text{ m})}{(746)(0.75)}$$

$$P_b = 5.66 \text{ hp}$$

En cambio, para los últimos 10 años siguientes se consideró un caudal de 2.56 l/s dando como resultado 5311.13 W (7.22 hp), como se muestra a continuación:

$$P_b = \frac{Q_b \times H_b}{76 \times n}$$

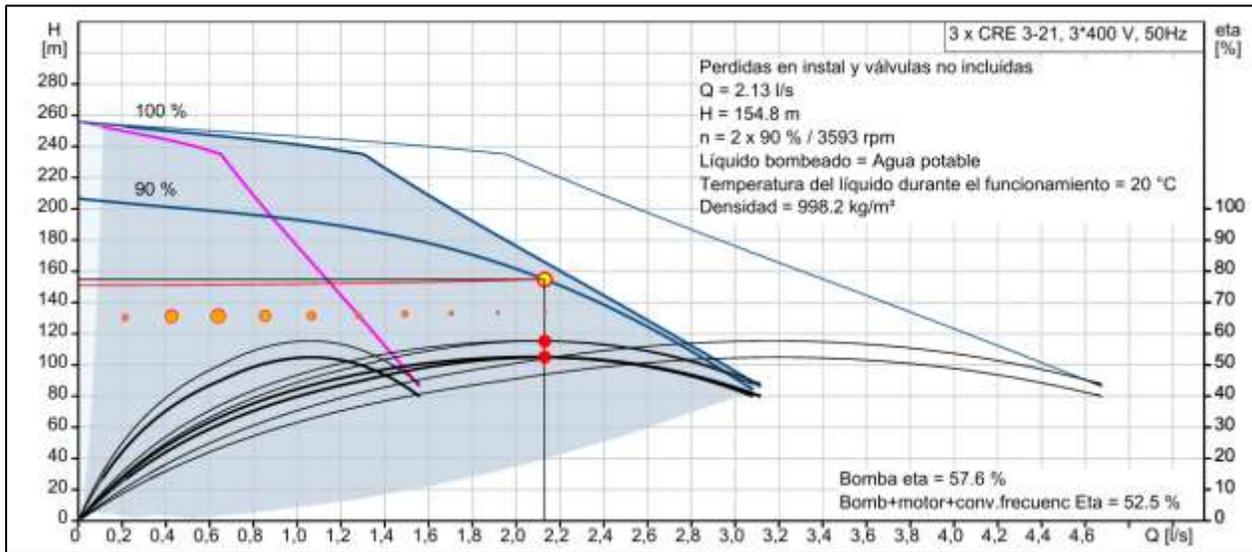
$$P_b = \frac{(0.00256 \text{ m}^3/\text{s})(9.81 \text{ m/s}^2)(997.10 \text{ kg/m}^3)(159.02 \text{ m})}{(746)(0.75)}$$

$$P_b = 7.22 \text{ hp}$$

4.4.11 Selección de la Bombas.

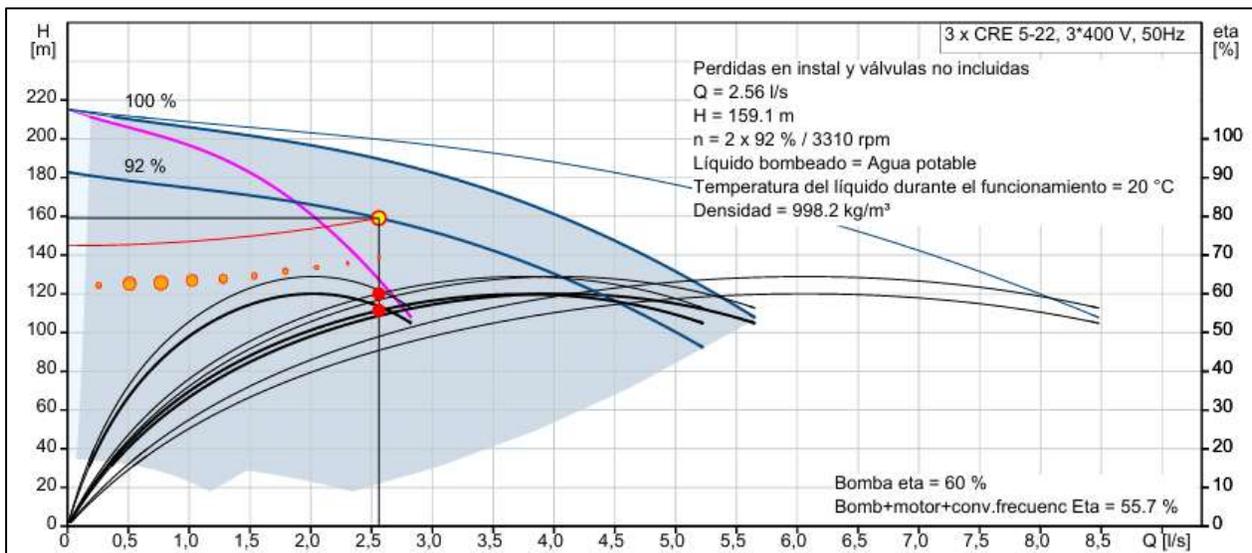
Se realizó la selección de dos bombas con la página del fabricante de bombas Grundfos (<https://product-selection.grundfos.com>), la cual mediante los datos que se ingresan permite la selección de las bombas a conveniencia, ya que nos brinda resultados de bombas que coincidan con los datos que se indicaron previamente. Así mismo dentro de los resultados obtenidos se seleccionó para los primeros 10 años una bomba modelo CRE 3-21 A-FGJ-A-E-HQQE, con potencia de 5.66 hp, con capacidad para una altura total de 154.77 m y caudal 2.13 l/s, de igual manera para los siguientes 10 años del periodo de diseño se eligió una bomba modelo CRE 5-22 K-FGJ-A-E-HQQE, con potencia de 7.22 hp, con capacidad de altura total de 159.02 m y caudal 2.56 l/s, cómo se observa en la ilustración 2 y 3.

Ilustración 2: Curva de rendimiento de la bomba para los primeros 10 años.



Fuente: Fabricante de bombas hidráulicas Grundfos.

Ilustración 3: Curva de rendimiento de la bomba para los siguientes 10 años.

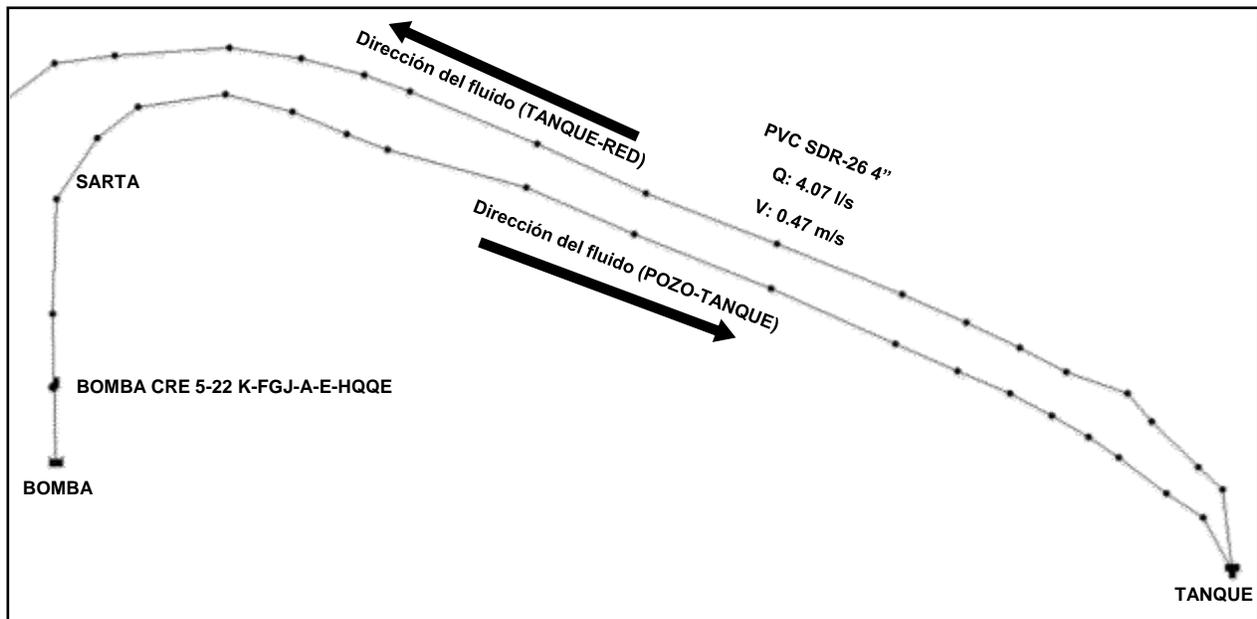


4.4.12 Análisis hidráulico con Epanet.

El análisis hidráulico del acueducto se hizo con el software EPANET, en cual se configuró con la ecuación de Hazen-Williams, para el cálculo de pérdida de cargas por fricción, se usaron unidades métricas, para caudales las unidades fueron (l/s), los coeficientes de rugosidades de Hazen-Williams, fueron $C = 150$ para PVC y $C = 130$ para H°G°.

Como resultado de la simulación, se presenta el análisis hidráulico de línea de conducción por bombeo, línea de conducción por gravedad tanque – Red (véase ilustración 4) y la red de distribución dividida en 10 sectores (véase ilustración 5). A continuación, se describen todos los componentes de la red.

Ilustración 4: Red de distribución por gravedad.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 5: División de sectores (Red de distribución).



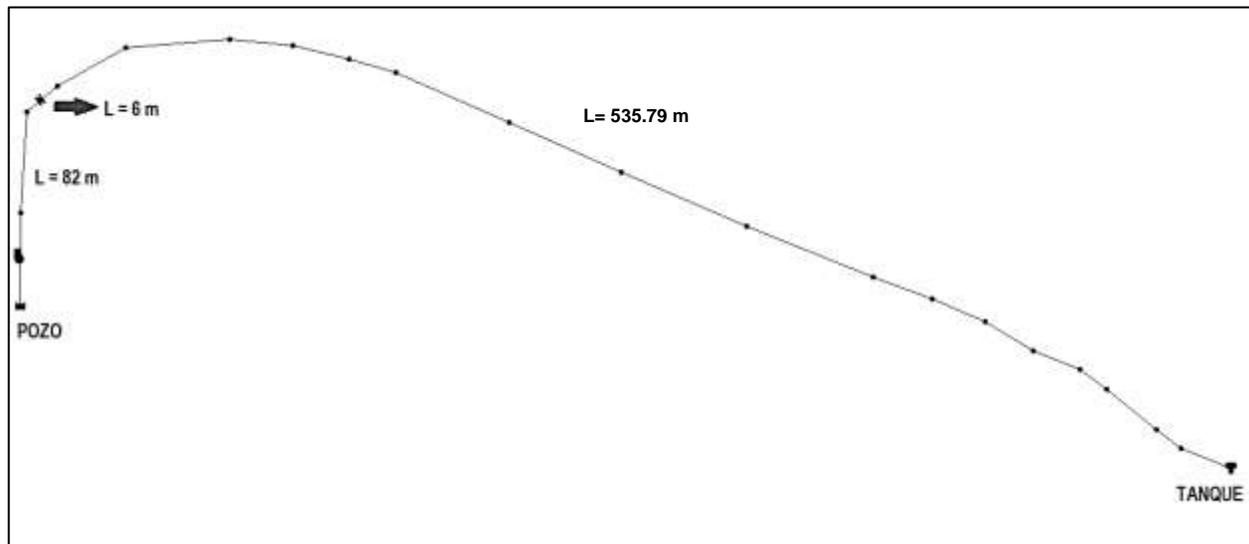
Fuente: Elaboración propia.

4.3.11.1 Línea de conducción Bomba-Sarta-tanque.

La línea de conducción se simuló con un caudal de 2.56 L/s, que corresponde al consumo promedio diario (CPD), con carga dinámica de 159.02 m, para la cual se utilizó una curva de bomba, CRE 5-22 K-FGJ-A-E-HQQE con potencia de 7.22 Kw, que se muestra en la ilustración 4.

La vista en planta de la línea de conducción que se presenta en la ilustración 6, tiene una longitud de 535.79 m, desde la sarta al tanque, la cual fue diseñada con una tubería PVC SDR 26 de 2 pulgadas, con una sarta de tubería de H°G° 40 con diámetro de 2 pulgadas y 6 m de longitud, así como una columna de bombeo de 82 m tubería de H°G° diámetro de 2 pulgadas.

Ilustración 6: Vista en planta línea de conducción.



Fuente: Elaboración propia.

➤ **Velocidades y pérdidas de carga en la línea de impulsión.**

La velocidad de flujo en la línea de impulsión calculada en el capítulo 4.6.7, fue de 1.05 m/s la cual, comparada con los resultados obtenidos en la simulación de EPANET que dio como resultado un valor 0.92 m/s, puede afirmarse ambos valores cumplen con la norma (INAA, 1999, p. 53), la cual recomienda velocidad mínima en línea de impulsión de 0.6 m/s y velocidad máxima de 1.5 m/s.

Tabla 17: Diámetros, velocidades y perdidas en de la línea de conducción por bombeo.

Línea de Conducción						
ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km

Línea de Conducción						
ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe Lc-001	23.01	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-002	13.48	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-003	25.98	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-004	15.43	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-005	25.99	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-006	21.49	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-007	24.26	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-008	27.92	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-009	54.39	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-010	56.37	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-011	47.87	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-012	54.57	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-013	19.7	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-014	26.18	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-015	28.93	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-016	45.47	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-017	24.75	55.7	150	-2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-018	6	52.5	130	2.25	1.04	0.181
Pipe Lc-019	82	52.5	130	2.25	1.04	0.026
Pump Bomba	-	-	-	2.25	-	-

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Presiones.**

A continuación, se presentan en la tabla 18, los resultados de las presiones en la línea de conducción, donde se observa que la presión máxima es la que corresponde a la generada por la bomba y que se muestra en nodo Ln20 y fue de 155.69 m. Las presiones se redujeron gradualmente hasta alcanzar 2.5 m en el tanque de almacenamiento.

Tabla 18: Presiones línea de conducción.

Línea de Conducción				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc Ln-001	708.07	0	730.07	22
Junc Ln-002	705.27	0	730.28	25.01
Junc Ln-003	704.57	0	730.7	26.13

Junc Ln-004	699.97	0	730.94	30.97
Junc Ln-005	695.37	0	731.36	35.99
Junc Ln-006	691.37	0	731.7	40.33
Junc Ln-007	685.47	0	732.09	46.62
Junc Ln-008	682.77	0	732.53	49.76
Junc Ln-010	674.17	0	733.4	59.23
Junc Ln-011	666.27	0	734.3	68.03
Junc Ln-012	663.47	0	735.06	71.59
Junc Ln-013	660.87	0	735.93	75.06
Junc Ln-014	657.57	0	736.25	78.68
Junc Ln-015	656.97	0	736.66	79.69
Junc Ln-016	656.356	0	737.13	80.77
Junc Ln-017	656.27	0	737.85	81.58
Junc Ln-018	655.97	0	738.25	82.28
Junc Ln-019	655.97	0	739.38	83.41
Junc Ln-020	585.97	0	741.66	155.69
Resvr POZO	585.97	-	585.97	0
Tank TQ	727.2	-	729.7	2.5

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Perfil de terreno natural en línea de conducción.**

El terreno natural es bastante regular como se ve en la ilustración 7, a pesar de contar con terrenos montañosos, ya que gran parte de esta zona del municipio está conformada por cordillera Dipilto.

Ilustración 7: Perfil de elevación en línea de conducción.



Fuente: Elaboración propia.

➤ **Perfil de línea piezométrica en línea de conducción.**

La línea piezométrica mantiene una gradiente continua de 0.02 m/km, debido a que fue diseñada con tubería de un mismo diámetro en toda su longitud, como se muestra en ilustración 8.

Ilustración 8: Perfil altura de energía en línea de conducción



Fuente: Elaboración propia.

➤ **Perfil de presiones en línea de conducción.**

En el perfil de presiones se observa la máxima presión (CDT) en la columna de bombeo y luego se nota como bajan las presiones gradualmente hasta llegar al tanque de almacenamiento, como se observa en ilustración 9.

Ilustración 9: Perfil de presiones en línea de conducción.



Fuente: Elaboración propia.

4.4.13 Red de distribución por gravedad.

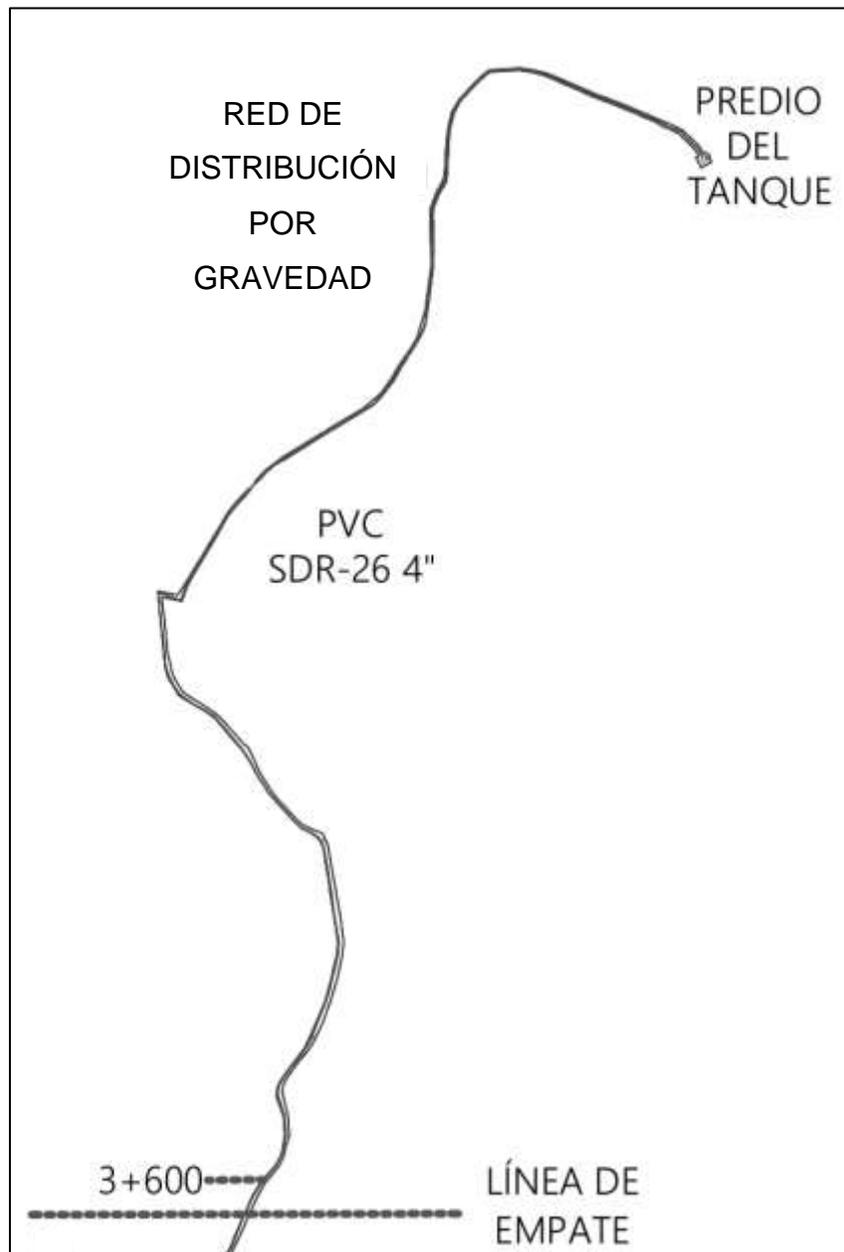
Debido a las características de relieve, se diseñó una red de distribución por gravedad desde el tanque de almacenamiento hasta el nodo S1(Ln-143), donde se conecta con la red de distribución de la comunidad en el sector 1, con una presión de 46.57 m.

La red de distribución por gravedad se compone de tuberías PVC SDR 26 con diámetro de 4 pulgadas (véase tabla 19), cabe señalar que este tramo se encuentra antes de llegar a la red de distribución donde comienzan los sectores, es decir, el fluido es transportado a lo largo del tramo que tiene una longitud de 3606.13 m, así como se ve en la ilustración 10.

Tabla 19: Red de distribución por gravedad.

Red de distribución por gravedad.				
Sector	Diámetros de tuberías		Longitud de tuberías	Longitud total por sector
Red de distribución por Gravedad.	105.51 mm	4"	3606.13 m	3606.13 m

Ilustración 10: Red de distribución por gravedad.



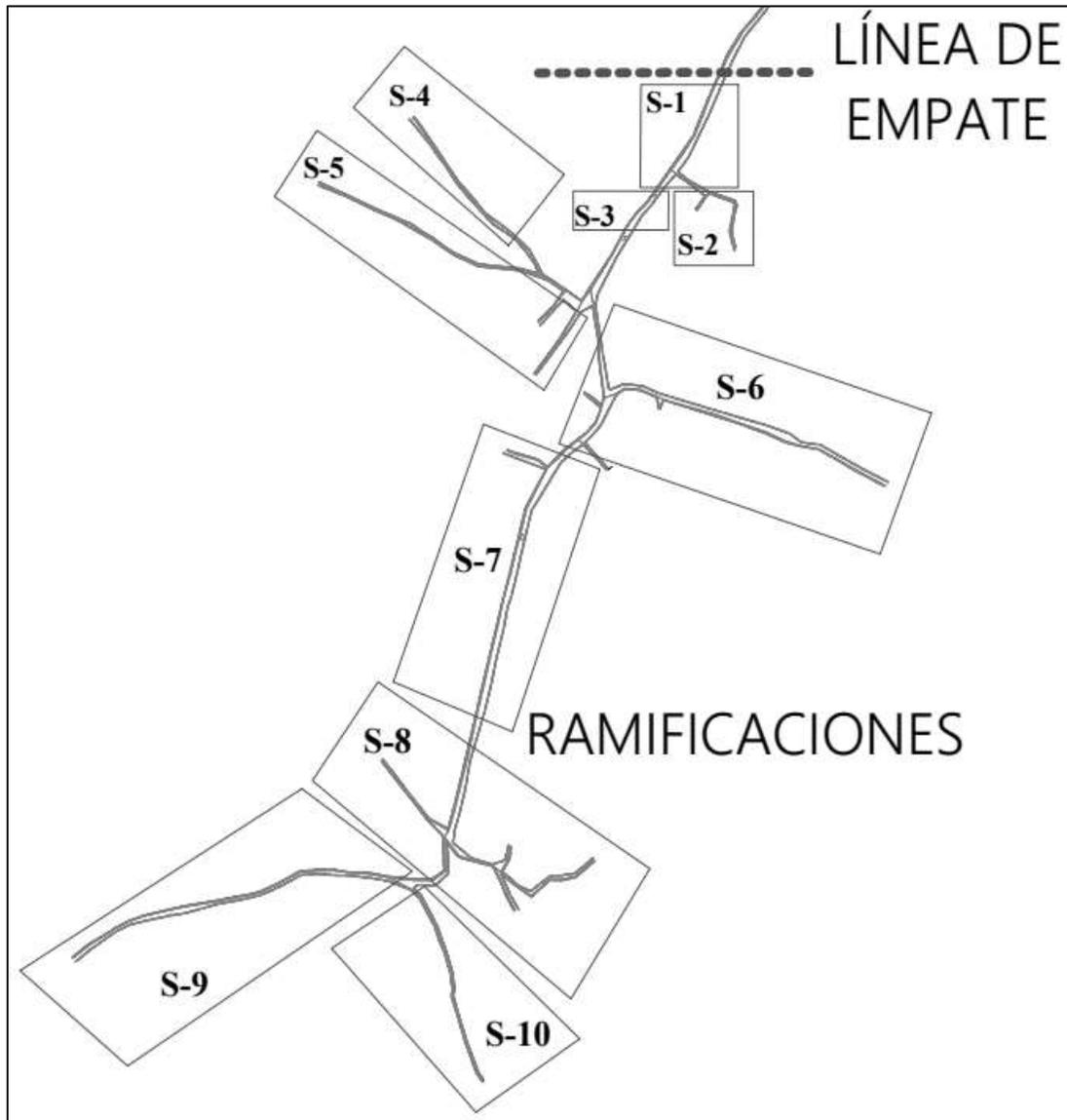
Fuente: Elaboración propia.

4.3.12.1 Red de distribución por gravedad.

La red de distribución se proyectó en un periodo de 20 años y su análisis se realizó de acuerdo a la configuración del diseño, la red de distribución estará abastecida directamente del tanque de almacenamiento, mediante la fuerza de gravedad debido a las condiciones que presenta el terreno, es importante mencionar que esta es una red

abierta donde los tubos que la conforman se ramifican a través de 10 sectores, sin volver a unirse entre sí, así como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 11: Ramificaciones de la red de distribución.



Fuente: Elaboración propia.

➤ **Caudales de la demanda base.**

Para la simulación red de distribución se utilizó el caudal del consumo máximo horario (CMH) cuyo valor fue de 4.07l/s, el cual se distribuyó en nodos concentrados según la demanda de los 10 sectores en las que se dividió la red, como se muestra en la tabla 20.

Tabla 20: Distribución nodal.

Sector	hogares	Nodos por Tramo	Distribución de Nodos				
			Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Suma Nodo
1	8	1	0.210L/s	-	-	-	0.210L/s
2	10	2	0.098L/s	0.164L/s	-	-	0.263L/s
3	8	1	0.210L/s	-	-	-	0.210L/s
4	10	1	0.210L/s	-	-	-	0.210L/s
5	12	3	0.086L/s	0.086L/s	0.172L/s	-	0.344L/s
6	21	4	0.210L/s	0.105L/s	0.105L/s	0.131L/s	0.551L/s
7	12	3	0.079L/s	0.158L/s	0.079L/s	-	0.315L/s
8	38	4	0.475L/s	0.182L/s	0.182L/s	0.182L/s	1.019L/s
9	21	2	0.276L/s	0.276L/s	-	-	0.552L/s
10	15	2	0.197L/s	0.197L/s	-	-	0.394L/s
Total	155	23					4.07L/s

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Ramales de la red de distribución.**

En la tabla 21 se presenta toda la red con una longitud de 8009.96 m, la cual toda fue diseñada con PVC SDR 26 con diámetros de 1 ½, 2, 3 y 4 pulgadas. A esta red principal se conectan 10 sectores secundarios, cuyas longitudes y diámetros se presentan a continuación.

Tabla 21: Red de Distribución (Ramales).

Sectores de la red de distribución				
Sectores	Diámetros de tuberías		Longitud de Tuberías	Longitud total por sector
Sector 1	44.55 mm	1 1/2"	62.84 m	62.84 m
Sector 2	82.04 mm	3"	55.74 m	289.07 m

	105.51 mm	4"	89.98 m	
	44.55 mm	1 1/2"	143.35 m	
Sector 3	82.04 mm	3"	178.14 m	178.14 m
Sector 4	44.55 mm	1 1/2"	160.10 m	394.78 m
	44.55 mm	1 1/2"	234.68 m	
Sector 5	44.55 mm	1 1/2"	549.57 m	549.57 m
Sector 6	44.55 mm	1 1/2"	541.42 m	541.42 m
Sector 7	82.04 mm	3"	257.05 m	323.46 m
	44.55 mm	1 1/2"	66.41 m	
Sector 8	82.04 mm	3"	479.79 m	1130.80 m
	55.70 mm	2"	651.01 m	
Sector 9	82.04 mm	3"	28.63 m	629.49 m
	55.70 mm	2"	600.86 m	
Sector 10	55.70 mm	2"	304.26 m	304.26 m

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Velocidades y pérdidas de carga en la red de distribución por gravedad.**

En la tabla 22 se presentan las velocidades de la red de distribución por gravedad igualadas a 0.5 m/s, dado que la norma (ANA, 2023, p. 29) recomienda velocidad mínima de 0.6 m/s y velocidad máxima de 1.5 m/s se concluye que las velocidades se encuentran por debajo del mínimo.

Tabla 22: Velocidades en la red de distribución por gravedad.

Red de distribución por gravedad						
ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe Lp-001	23.01	105.51	150	4.07	0.47	0.02

Red de distribución por gravedad						
ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe Lp-002	13.48	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-003	25.98	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-004	15.43	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-005	25.99	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-006	21.49	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-007	24.26	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-008	27.92	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-009	54.39	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-010	56.37	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-011	47.87	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-012	54.57	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-013	19.7	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-014	26.18	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-015	28.93	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-016	45.47	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-017	23.19	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-018	28.27	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-019	32.06	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-020	33.14	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-021	30.33	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-022	31.99	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-023	30.7	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-024	29.71	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-025	31.28	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-026	33.31	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-027	26.15	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-028	39.01	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-029	32.75	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-030	35.15	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-031	30.35	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-032	30.12	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-033	33.6	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-034	32.87	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-035	31.96	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-036	32.92	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-037	36.53	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-038	32.94	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-039	38.3	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-040	33.46	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-041	42.21	105.51	150	4.07	0.47	0.02

Red de distribución por gravedad						
ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe Lp-042	29.08	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-043	24.8	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-044	24.5	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-045	26.01	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-046	24.82	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-047	53.59	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-048	25.35	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-049	26	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-050	26.67	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-051	25.56	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-052	26.48	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-053	26.3	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-054	24.82	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-055	25.11	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-056	25.48	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-057	27.04	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-058	22.99	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-059	26.11	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-060	26.08	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-061	27.03	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-062	26.86	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-063	29.21	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-064	26.59	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-065	32.06	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-066	15.84	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-067	25.79	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-068	10.17	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-069	33.67	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-070	38.52	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-071	33.13	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-072	37.99	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-073	11.29	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-074	15.02	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-075	21.37	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-076	21.1	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-077	24.15	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-078	39.56	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-079	26.69	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-080	28.32	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-081	38.04	105.51	150	4.07	0.47	0.02

Red de distribución por gravedad						
ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe Lp-082	25.87	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-083	23.01	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-084	39	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-085	28.93	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-086	50.88	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-087	26.9	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-088	25.43	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-089	24.81	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-090	26.94	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-091	28.14	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-092	18.61	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-093	21.86	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-094	50.21	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-095	26.18	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-096	27.31	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-097	41.15	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-098	26.75	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-099	44.67	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-100	26.78	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-101	32.77	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-102	27	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-103	24.24	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-104	23.78	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-105	26.47	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-106	23.02	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-107	46.2	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-108	25.07	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-109	25.98	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-110	25.38	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-111	27.87	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-112	21.85	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-113	17.55	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-114	51.45	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-115	43.04	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-116	25.53	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-117	19.85	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-118	23.77	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-119	24.47	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-120	21.07	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-121	43.12	105.51	150	4.07	0.47	0.02

Red de distribución por gravedad						
ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe Lp-122	29.65	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-123	27.05	105.51	150	4.07	0.47	0.02

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Presiones.**

Las presiones en la red fueron de 2.5 m a 81.42 m las cuales se registraron en la red de distribución por gravedad. En la Tabla 23 se presentan un resumen de las presiones de la red observándose que las presiones cumplen con las normas (ANA, 2023, p. 29).

Tabla 23: Presiones en los nodos de línea de conducción por gravedad

Red de distribución por gravedad				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc Ln-021	708.07	0	729.65	21.58
Junc Ln-022	705.27	0	729.62	24.35
Junc Ln-023	704.57	0	729.57	25
Junc Ln-024	699.97	0	729.53	29.56
Junc Ln-025	695.37	0	729.48	34.11
Junc Ln-026	691.37	0	729.43	38.06
Junc Ln-027	685.47	0	729.38	43.91
Junc Ln-028	682.77	0	729.32	46.55
Junc Ln-029	674.17	0	729.21	55.04
Junc Ln-030	666.27	0	729.09	62.82
Junc Ln-031	663.47	0	728.98	65.51
Junc Ln-032	660.87	0	728.87	68
Junc Ln-033	657.57	0	728.83	71.26
Junc Ln-034	656.97	0	728.77	71.8
Junc Ln-035	656.356	0	728.71	72.35
Junc Ln-036	656.27	0	728.61	72.34
Junc Ln-037	653.188	0	728.56	75.37
Junc Ln-038	652.45	0	728.5	76.05
Junc Ln-039	651.634	0	728.43	76.8
Junc Ln-040	650.953	0	728.36	77.41
Junc Ln-041	650.767	0	728.3	77.53

Red de distribución por gravedad				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc Ln-042	650.876	0	728.23	77.35
Junc Ln-043	651.151	0	728.17	77.01
Junc Ln-044	651.312	0	728.1	76.79
Junc Ln-045	650.997	0	728.04	77.04
Junc Ln-046	650.704	0	727.96	77.26
Junc Ln-047	650.184	0	727.91	77.72
Junc Ln-048	650.079	0	727.83	77.75
Junc Ln-049	650.182	0	727.76	77.57
Junc Ln-050	650.619	0	727.68	77.06
Junc Ln-051	650.242	0	727.62	77.37
Junc Ln-052	649.901	0	727.55	77.65
Junc Ln-053	649.42	0	727.48	78.06
Junc Ln-054	649.065	0	727.41	78.35
Junc Ln-055	648.647	0	727.34	78.7
Junc Ln-056	647.196	0	727.27	80.08
Junc Ln-057	646.258	0	727.19	80.94
Junc Ln-058	645.701	0	727.12	81.42
Junc Ln-059	645.934	0	727.04	81.11
Junc Ln-060	646.214	0	726.97	80.76
Junc Ln-061	646.735	0	726.88	80.15
Junc Ln-062	647.334	0	726.82	79.49
Junc Ln-063	648.641	0	726.77	78.13
Junc Ln-064	649.388	0	726.71	77.33
Junc Ln-065	650.216	0	726.66	76.44
Junc Ln-066	650.413	0	726.61	76.19
Junc Ln-067	650.371	0	726.49	76.12
Junc Ln-068	650.931	0	726.44	75.51
Junc Ln-069	651.454	0	726.38	74.93
Junc Ln-070	651.03	0	726.33	75.3
Junc Ln-071	649.761	0	726.27	76.51
Junc Ln-072	648.404	0	726.22	77.81
Junc Ln-073	647.293	0	726.16	78.87
Junc Ln-074	647.27	0	726.11	78.84
Junc Ln-075	648.454	0	726.05	77.6
Junc Ln-076	650.47	0	726	75.53
Junc Ln-077	653.293	0	725.94	72.65
Junc Ln-078	654.7	0	725.89	71.19
Junc Ln-079	655.117	0	725.84	70.72
Junc Ln-080	655.408	0	725.78	70.37
Junc Ln-081	655.584	0	725.72	70.14

Red de distribución por gravedad				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc Ln-082	655.488	0	725.67	70.18
Junc Ln-083	655.211	0	725.6	70.39
Junc Ln-084	654.622	0	725.55	70.93
Junc Ln-085	654.024	0	725.48	71.46
Junc Ln-086	653.358	0	725.45	72.09
Junc Ln-087	652.101	0	725.39	73.29
Junc Ln-088	651.857	0	725.37	73.51
Junc Ln-089	652.052	0	725.3	73.25
Junc Ln-090	652.296	0	725.22	72.92
Junc Ln-091	652.462	0	725.14	72.68
Junc Ln-092	652.705	0	725.06	72.36
Junc Ln-093	653.024	0	725.04	72.02
Junc Ln-094	653.034	0	725.01	71.97
Junc Ln-095	653.17	0	724.96	71.79
Junc Ln-096	653.517	0	724.92	71.4
Junc Ln-097	653.818	0	724.87	71.05
Junc Ln-098	654.43	0	724.78	70.35
Junc Ln-099	655.479	0	724.72	69.25
Junc Ln-100	656.216	0	724.66	68.45
Junc Ln-101	657.671	0	724.58	66.91
Junc Ln-102	658.849	0	724.53	65.68
Junc Ln-103	660.066	0	724.48	64.41
Junc Ln-104	662.095	0	724.4	62.3
Junc Ln-105	664.349	0	724.33	59.99
Junc Ln-106	668.262	0	724.23	55.96
Junc Ln-107	669.639	0	724.17	54.53
Junc Ln-108	670.557	0	724.11	53.56
Junc Ln-109	671.714	0	724.06	52.35
Junc Ln-110	671.927	0	724	52.08
Junc Ln-111	670.804	0	723.94	53.14
Junc Ln-112	670.276	0	723.9	53.63
Junc Ln-113	670.787	0	723.86	53.07
Junc Ln-114	674.422	0	723.75	49.33
Junc Ln-115	676.301	0	723.7	47.39
Junc Ln-116	677.997	0	723.64	45.64
Junc Ln-117	680.702	0	723.55	42.85
Junc Ln-118	682.651	0	723.49	40.84
Junc Ln-119	686.815	0	723.4	36.58
Junc Ln-120	687.76	0	723.34	35.58
Junc Ln-121	688.644	0	723.27	34.63

Red de distribución por gravedad				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc Ln-122	689.362	0	723.21	33.85
Junc Ln-123	688.57	0	723.16	34.59
Junc Ln-124	686.897	0	723.11	36.21
Junc Ln-125	684.931	0	723.05	38.12
Junc Ln-126	682.932	0	723.01	40.07
Junc Ln-127	680.559	0	722.91	42.35
Junc Ln-128	679.338	0	722.85	43.52
Junc Ln-129	677.507	0	722.8	45.29
Junc Ln-130	675.238	0	722.74	47.51
Junc Ln-131	672.917	0	722.69	49.77
Junc Ln-132	671.239	0	722.64	51.4
Junc Ln-133	670.011	0	722.6	52.59
Junc Ln-134	670.841	0	722.49	51.65
Junc Ln-135	674.317	0	722.4	48.08
Junc Ln-136	675.141	0	722.35	47.2
Junc Ln-137	676.408	0	722.3	45.9
Junc Ln-138	676.204	0	722.25	46.05
Junc Ln-139	675.836	0	722.2	46.36
Junc Ln-140	675.187	0	722.16	46.97
Junc Ln-141	674.489	0	722.06	47.58
Junc Ln-142	674.96	0	722	47.04

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Perfiles longitudinales por ramal.**

A continuación, se presentan los perfiles longitudinales de cada uno de los diez sectores, que incluyen perfil del terreno natural, línea piezométrica, y perfil de presiones.

Sector 1- Red de distribución

En la tabla 24 se muestran los datos de las tuberías que componen el sector 1, comenzando por sus códigos, seguido de sus distintas características hidráulicas, se encontró una velocidad máxima de 0.73 m/s, y una velocidad mínima de 0.17 m/s, las cuales solo cumple una con la norma NTON 09 007-19 p. 29 la cual recomienda velocidades entre 0.6 m/s y 1.5 m/s, y transporta un caudal que varía en un rango de 0.26 lps a 4.07 lps.

Tabla 24: Diámetros, velocidades y pérdidas de carga en el sector 1 de la red de distribución.

ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe S1(Lp-124)	15.08	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe S1(Lp-125)	21.47	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe S1(Lp-126)	34.24	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe S1(Lp-127)	31.29	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe S1(Lp-128)	28.49	82.04	150	3.86	0.73	0.038
Pipe S1(Lp-129)	27.28	44.55	150	0.26	0.17	0.027
Pipe S1(Lp-130)	25.01	82.04	150	3.6	0.68	0.02
Pipe S1(Lp-131)	36.56	44.55	150	0.26	0.17	0.027
Pipe S1(Lp-132)	33.93	82.04	150	3.6	0.68	0.02

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la tabla 25 donde se aprecia la distribución de la demanda base al sector 1, también se aprecia que tanto la presión más alta (S1-Ln143) y la más bajas (S1-Ln149) cumplen con el criterio de diseño de la norma (ANA, 2023, p. 29).

Tabla 25: Nodos del sector 1 de la red de distribución.

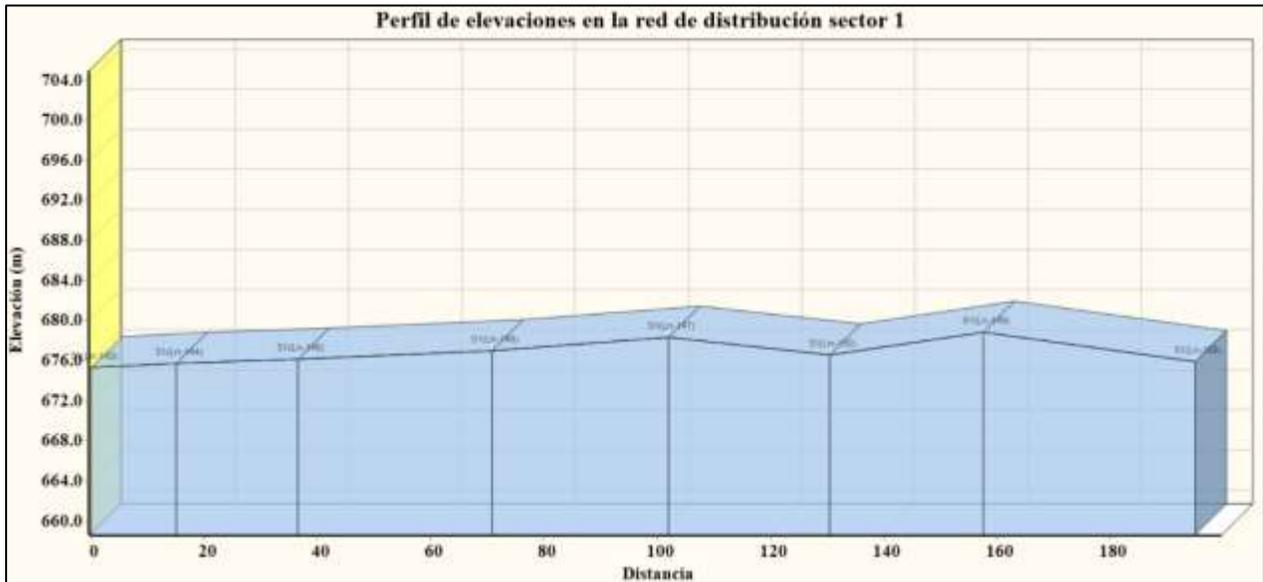
Red de distribución - Sector 1				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc S1(Ln-143)	675.37	0	721.94	46.57
Junc S1(Ln-144)	675.786	0	721.91	46.13
Junc S1(Ln-145)	676.164	0	721.87	45.7
Junc S1(Ln-146)	676.999	0	721.79	44.79
Junc S1(Ln-147)	678.372	0.21	721.73	43.35
Junc S1(Ln-149)	678.878	0	721.34	42.46
Junc S1(Ln-150)	676.594	0	721.37	44.77
Junc S1(Ln-158)	675.88	0	721.22	45.34

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Perfiles red de distribución - sector 1.**

El terreno natural del sector 1 de la red de distribución se compone por una diferencia de nivel correspondiente a 3.50 metros entre la cota mayor y menor, por lo que se deduce que el terreno presenta comportamiento un tanto irregular, en la ilustración 12 se muestran las elevaciones de todos los puntos dentro de este sector.

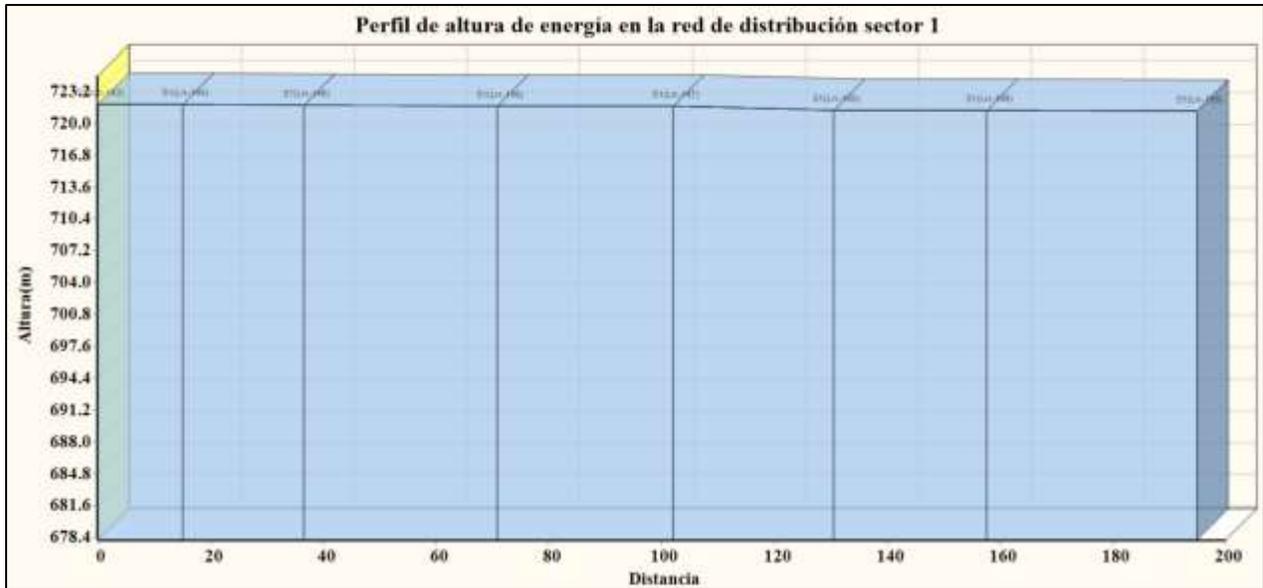
Ilustración 12: Perfil de elevación en red de distribución (sector 1).



Fuente: Elaboración propia.

La línea de gradiente piezométrica muestra un comportamiento casi lineal, teniendo un rango que corresponde entre 0.02 y 0.03 m/km, en la ilustración 13 se observa cómo se mantiene a través de todos los puntos de este sector.

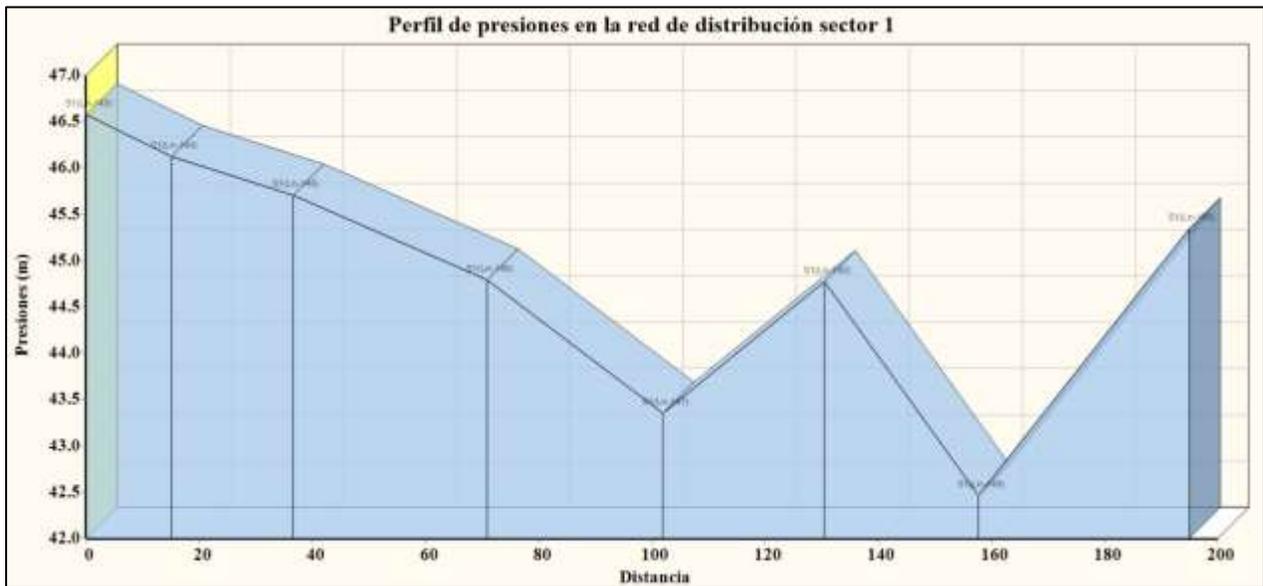
Ilustración 13: Perfil altura de energía en la red de distribución (sector 1).



Fuente: Elaboración propia.

La presión máxima del sector 1 es 46.57 m, mientras que la presión mínima es 42.46 m, las cuales cumplen con la norma NTON 09 007-19 p. 29, en la ilustración 14 se observa el comportamiento de la presión en cada nodo del sector.

Ilustración 14: Perfil de presiones en la red de distribución (sector 1).



Fuente: Elaboración propia.

Sector 2 - Red de distribución.

En la tabla 26, se observan las tuberías con los códigos del sector 2 respectivamente, también así las distintas características hidráulicas de la tubería que la componen, siendo estas; longitud, caudal, velocidades, pérdidas y diámetros. También se hallaron velocidades, siendo la máxima de 0.11 m/s y la mínima de 0.06 m/s, ambas no cumplen con la norma NTON 09 007-19 p. 29, en la cual el rango recomendado es de 0.6 a 1.5 m/s, además conduce un caudal entre 0.11 a 0.16 lps.

Tabla 26: Diámetros, velocidades y pérdidas de carga en el sector 2 de la red de distribución.

Red de distribución - Sector 2						
ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe S2(Lp-133)	24.78	44.55	150	0.11	0.06	0.032
Pipe S2(Lp-134)	5.704	44.55	150	0.16	0.11	0.03
Pipe S2(Lp-135)	40.45	44.55	150	0.16	0.11	0.029
Pipe S2(Lp-136)	4.697	44.55	150	0.16	0.11	0.03
Pipe S2(Lp-137)	12.48	44.55	150	0.16	0.11	0.029
Pipe S2(Lp-138)	26.4	44.55	150	0.16	0.11	0.029
Pipe S2(Lp-139)	29.01	44.55	150	0.16	0.11	0.029

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27: Nodos del sector 2 de la red de distribución.

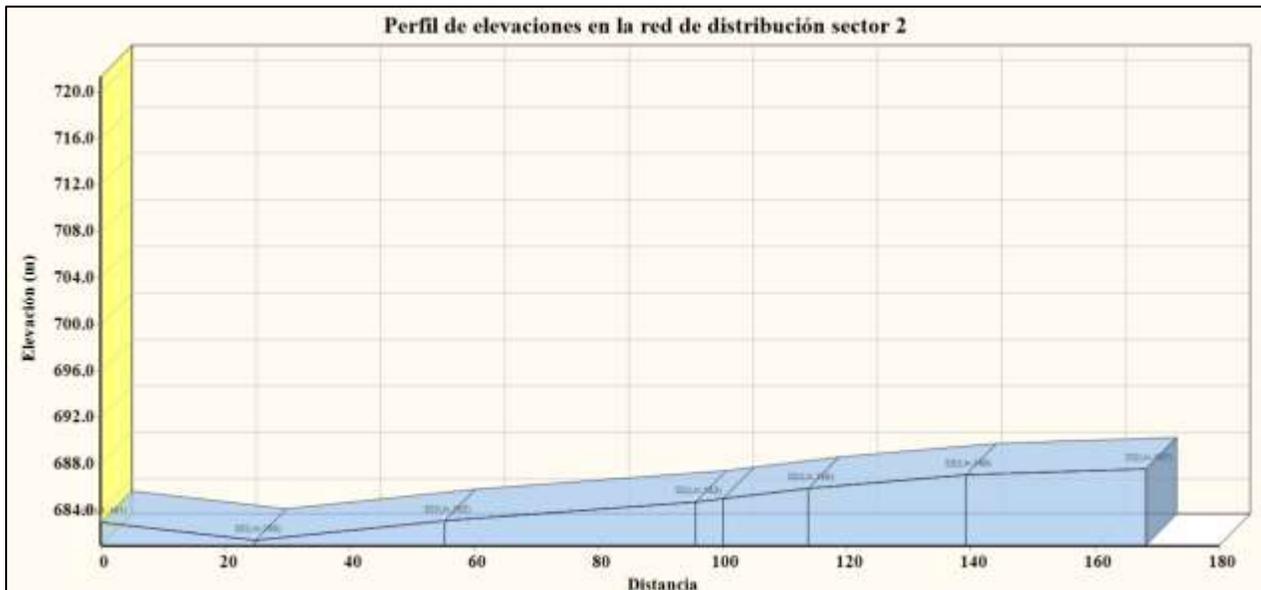
Red de distribución - Sector 2				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc S2(Ln-151)	682.958	0	721.31	38.35
Junc S2(Ln-150)	681.415	0.098	721.31	39.89
Junc S2(Ln-152)	683.116	0	721.31	38.19
Junc S2(Ln-153)	684.712	0	721.29	36.58
Junc S2(Ln-154)	685.014	0	721.29	36.28
Junc S2(Ln-155)	685.886	0	721.29	35.4
Junc S2(Ln-156)	687.063	0	721.28	34.21
Junc S2(Ln-157)	687.574	0.164	721.27	33.69

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Perfiles red de distribución - sector 2.**

Las elevaciones en el terreno natural del sector 2 indican que el desnivel presente es de 6.15 metros, comportándose como un terreno irregular, en la ilustración 15 se representa gráficamente la forma del terreno en ese sector de la red de distribución.

Ilustración 15: Perfil de elevación en red de distribución (Sector 2).



Fuente: Elaboración propia.

En el sector 2 de la red la línea de gradiente piezométrica se comporta con un gradiente muy suave que oscila entre 0.02 a 0.03 m/km, por lo que se deduce que las pérdidas de energía se comportan de una forma similar dentro de todos los puntos de este sector, así como se muestra en la ilustración 16.

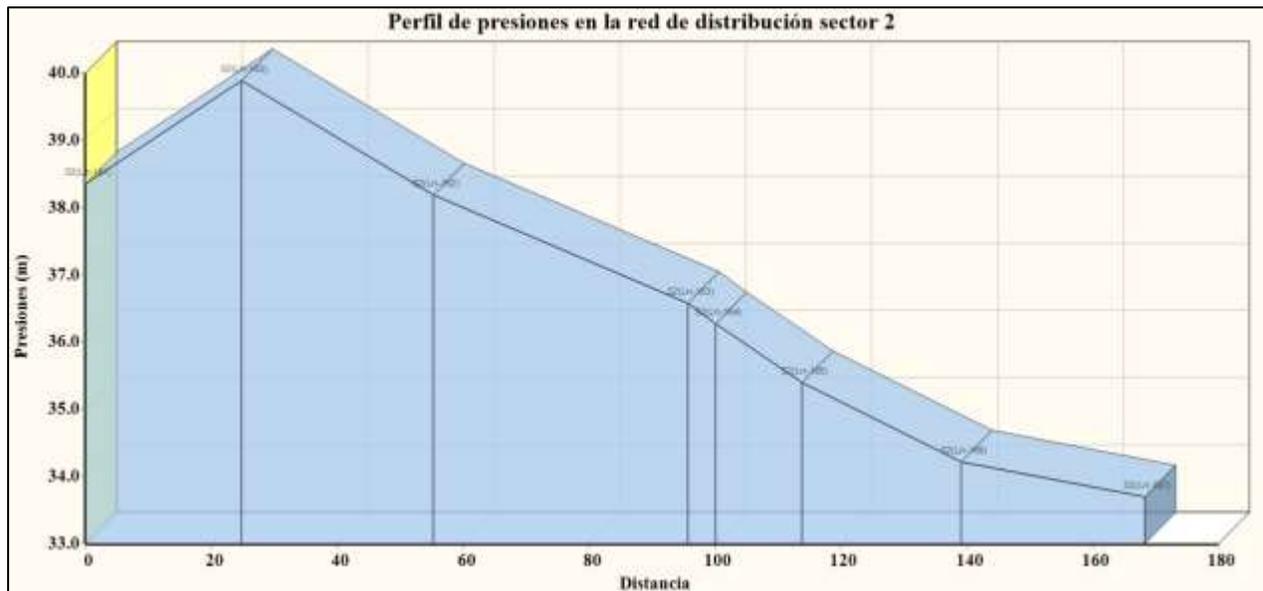
Ilustración 16: Perfil altura de energía en la red de distribución (sector 2)



Fuente: Elaboración propia.

La presión máxima del sector 2 es 39.89 m, mientras que la presión mínima es 33.69 m, en la ilustración 17 se muestra gráficamente las pequeñas variaciones existentes en los nodos de ese sector.

Ilustración 17: Perfil de presiones en la red de distribución (sector 2)



Fuente: Elaboración propia.

Sector 3 - Red de distribución.

En la tabla 28 se observan las características hidráulicas del tramo (longitud, diámetros, caudal, velocidades y pérdidas) y sus códigos según cada tubería, con un caudal transportado desde 0.21 lps a 3.61 lps y unas velocidades máxima y mínima, de 0.13 a 0.68 m/s, en la que solo esta última cumple con la norma NTON 09 007-19 p. 29, que dicha recomendación es de 0.6 m/s a 1.5 m/s, además se colocó una válvula rompe presión para contrarrestar las presiones que exceden lo recomendado en la tabla 15 inciso b de la norma NTON 09 007-19 p. 29.

Tabla 28: Diámetros, velocidades y pérdidas de carga en el sector 3 de la red de distribución.

Red de distribución - Sector 3						
ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe S3(Lp-140)	21.75	82.04	150	3.61	0.68	0.02
Pipe S3(Lp-141)	20.83	82.04	150	3.39	0.64	0.02
Pipe S3(Lp-142)	50.62	82.04	150	3.39	0.64	0.02
Pipe S3(Lp-143)	60.67	82.04	150	3.39	0.64	0.02
Pipe S3(Lp-144)	21.55	44.55	150	0.55	0.36	0.024
Pipe S3(Lp-145)	29.04	44.55	150	0.47	0.3	0.025
Pipe S3(Lp-146)	29.59	44.55	150	0.38	0.25	0.026
Pipe S3(Lp-147)	13.17	44.55	150	0.38	0.25	0.026
Valve 2	-	55.7	-	0.38	0.16	-
Pipe S3(Lp-148)	17.1	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S3(Lp-149)	21.88	44.55	150	0.21	0.13	0.028

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Nodos del sector 3 de la red de distribución

Red de distribución - Sector 3				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc S3(Ln-159)	675.683	0	721.03	45.34
Junc S3(Ln-160)	676.13	0.21	720.9	44.77
Junc S3(Ln-161)	675.582	0	720.79	45.21
Junc S3(Ln-162)	675.853	0	720.53	44.68
Junc S3(Ln-163)	676.63	0	720.22	43.59

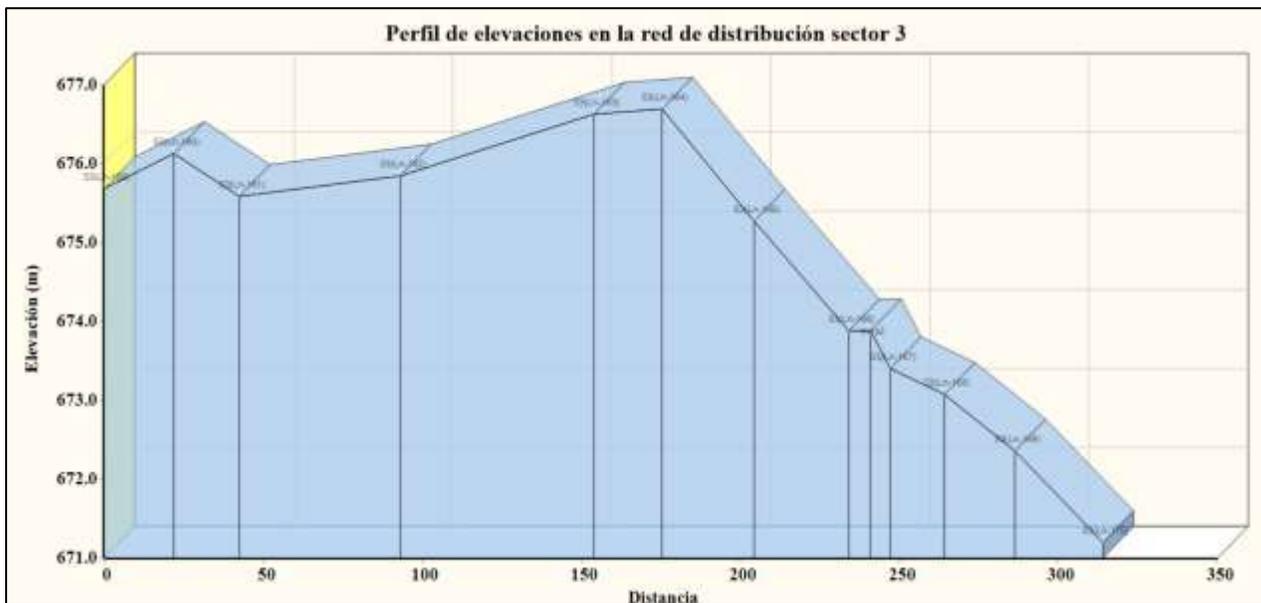
Red de distribución - Sector 3				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc S3(Ln-164)	676.699	0	720.14	43.44
Junc S3(Ln-165)	675.274	0	720.07	44.79
Junc nvrp2	673.884	0	693.88	20
Junc S3(Ln-166)	673.884	0	720.01	46.13
Junc S3(Ln-167)	673.406	0	693.86	20.45
Junc S3(Ln-168)	673.081	0	693.85	20.77
Junc S3(Ln-169)	672.354	0	693.84	21.48
Junc S3(Ln-170)	671.191	0	693.82	22.63

Fuente: Elaboración propia.

➤ Perfiles red de distribución - sector 3

En este sector el desnivel presente entre la cota mayor y menor es de 5.48 metros, por lo que se podría afirmar que existe una irregularidad considerable, en la ilustración 18 se muestra la forma de la línea de terreno natural presente en este sector.

Ilustración 18: Perfil de elevación en red de distribución (sector 3)

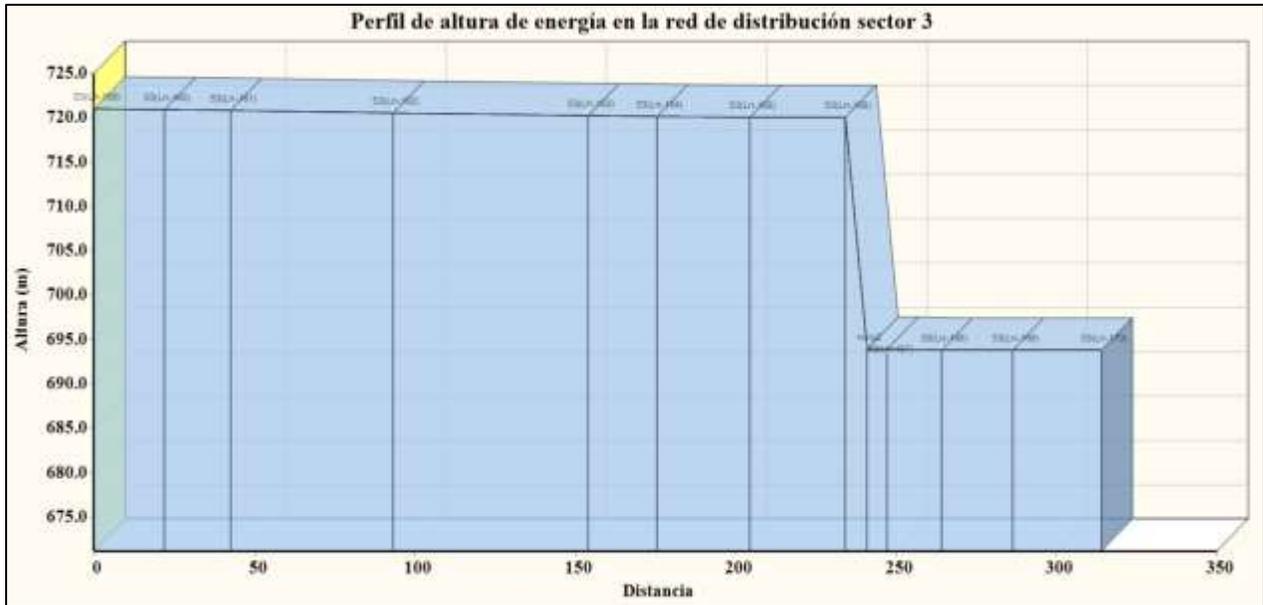


Fuente: Elaboración propia

La línea piezométrica en este sector se comporta con un gradiente con un poco de irregularidad, en la cual su valor es parejo de 0.02 m/km, por lo que se deduce que las

pérdidas de energía se comportan de una forma no tan similar dentro de todos los puntos de este sector, en la ilustración 18 se observa dicho comportamiento.

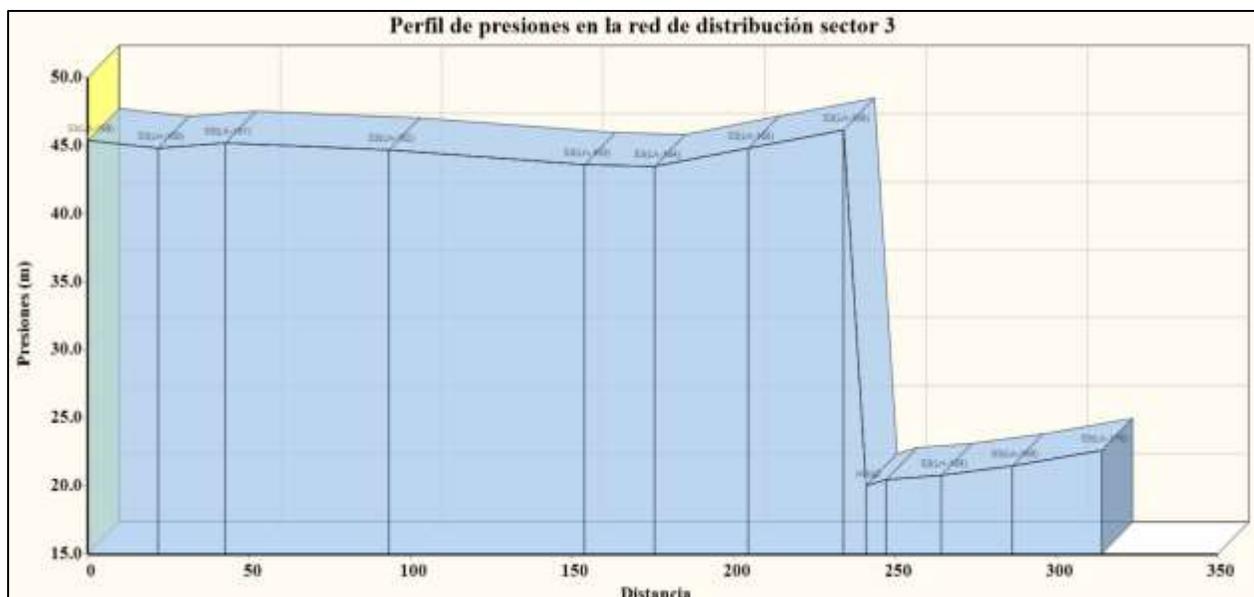
Ilustración 19: Perfil altura de energía en la red de distribución (sector 3)



Fuente: Elaboración propia

Las presiones existentes en el sector 3, están en un rango de presión máxima de 47.34 m y una presión mínima de 42.04 m, por lo que se cumple lo establecido en la norma (ANA, 2023, pág. 20), mediante Epanet se obtuvo el gráfico que representa la forma en que actúan las presiones en este sector, a cómo podemos observar en la ilustración 20.

Ilustración 20: Perfil de presiones en la red de distribución (sector 3)



Fuente: Elaboración propia

Sector 4 - Red de distribución

En la tabla 30 se muestran las características y códigos por tuberías, siendo estas; longitud, diámetros, caudal, velocidades y pérdidas. Se encontró que las velocidades máxima y mínima, ambas son de 0.13 m/s y un caudal transportado de 0.21 lps.

Tabla 30: Diámetros, velocidades y pérdidas de carga en el sector 4 de la red de distribución

Red de distribución - Sector 4						
ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe S4(Lp-150)	27.89	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S4(Lp-151)	18.8	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S4(Lp-152)	17.24	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S4(Lp-153)	22.39	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S4(Lp-154)	34.42	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S4(Lp-155)	26.77	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S4(Lp-156)	27.43	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S4(Lp-157)	23.92	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S4(Lp-158)	15.39	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S4(Lp-159)	32.82	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S4(Lp-160)	15.7	44.55	150	0.21	0.13	0.028

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Nodos del sector 4 de la red de distribución

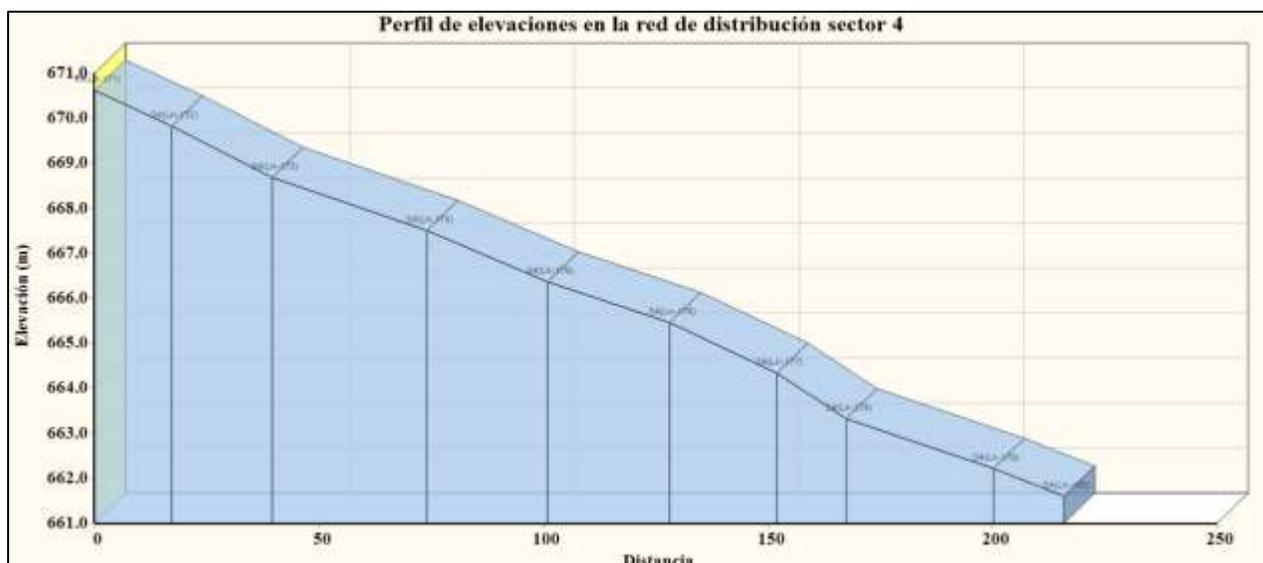
Red de distribución - Sector 4				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc S4(Ln-171)	670.614	0	693.81	23.2
Junc S4(Ln-172)	669.814	0	693.8	23.99
Junc S4(Ln-173)	668.687	0	693.79	25.1
Junc S4(Ln-174)	667.51	0	693.77	26.26
Junc S4(Ln-175)	666.354	0	693.75	27.4
Junc S4(Ln-176)	665.459	0	693.74	28.28
Junc S4(Ln-177)	664.335	0	693.72	29.39
Junc S4(Ln-178)	663.323	0	693.71	30.39
Junc S4(Ln-179)	662.21	0	693.69	31.48
Junc S4(Ln-180)	661.603	0.21	693.68	32.08

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Perfiles red de distribución - sector 4.**

En el sector 4 se presenta un desnivel de 9.07 m lo que indica ligeras variaciones en el terreno, en la ilustración 21 se puede observar la forma natural del terreno en este sector.

Ilustración 21: Perfil de elevación en red de distribución (sector 4).



Fuente: Elaboración propia.

Este sector la línea piezométrica presenta una variación de energía mínima, con un valor de pérdida de 0.02 m/km, aunque no es excesiva, en la ilustración 22 se puede observar gráficamente su comportamiento.

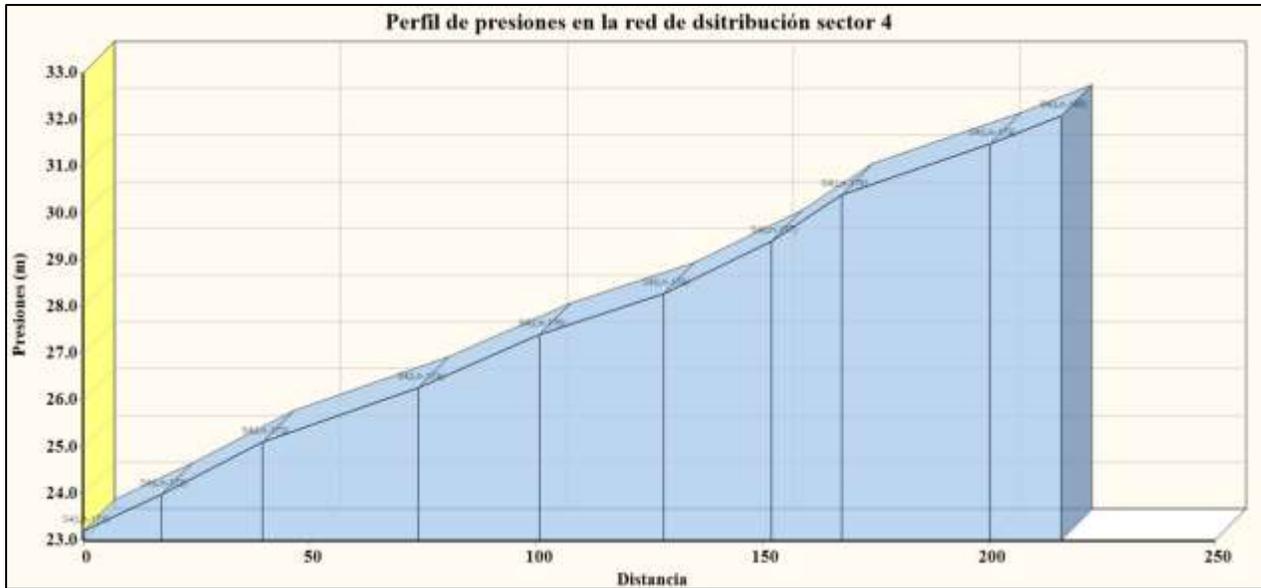
Ilustración 22: Perfil altura de energía en la red de distribución (sector 4).



Fuente: Elaboración propia.

En el sector 4 las presiones actuantes se establecen dentro de un rango de 23.2 m y 32.08 m, cumpliendo los parámetros de la norma (ANA, 2023, p. 20), en la ilustración 22 se muestra cómo actúan las presiones dentro de este sector.

Ilustración 23: Perfil de presiones en la red de distribución (sector 4).



Fuente: Elaboración propia.

Sector 5 - Red de distribución.

Se muestran en la tabla 32 las diferentes características de las tuberías del sector 5, las cuales son longitud, diámetros, caudal, velocidades y pérdidas. Un punto distinguido es observar las velocidades de flujo, estas van desde 0.06 m/s a 0.11 m/s y un caudal conducido de 0.09 lps a 0.17 lps.

Tabla 32: Diámetros, velocidades y pérdidas de carga en el sector 5 de la red de distribución.

Red de distribución - Sector 5						
ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe S5(Lp-161)	19.9	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-162)	11.13	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-163)	63.65	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-164)	40.8	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-165)	12.26	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-166)	25.03	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-167)	17.07	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-168)	21.65	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-169)	15.35	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-170)	17.25	44.55	150	0.17	0.11	0.029

Pipe S5(Lp-171)	20.37	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-172)	50.03	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-173)	47.2	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-174)	28.62	44.55	150	-0.09	0.06	0.032
Pipe S5(Lp-175)	33.32	44.55	150	-0.09	0.06	0.032
Pipe S5(Lp-176)	15.89	44.55	150	0.09	0.06	0.032
Pipe S5(Lp-177)	16.24	44.55	150	0.09	0.06	0.032
Pipe S5(Lp-178)	29.01	44.55	150	0.09	0.06	0.032
Pipe S5(Lp-179)	17.7	44.55	150	0.09	0.06	0.031
Pipe S5(Lp-180)	26.47	44.55	150	0.09	0.06	0.032
Pipe S5(Lp-181)	21.06	44.55	150	0.09	0.06	0.032

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33: Nodos del sector 5 de la red de distribución.

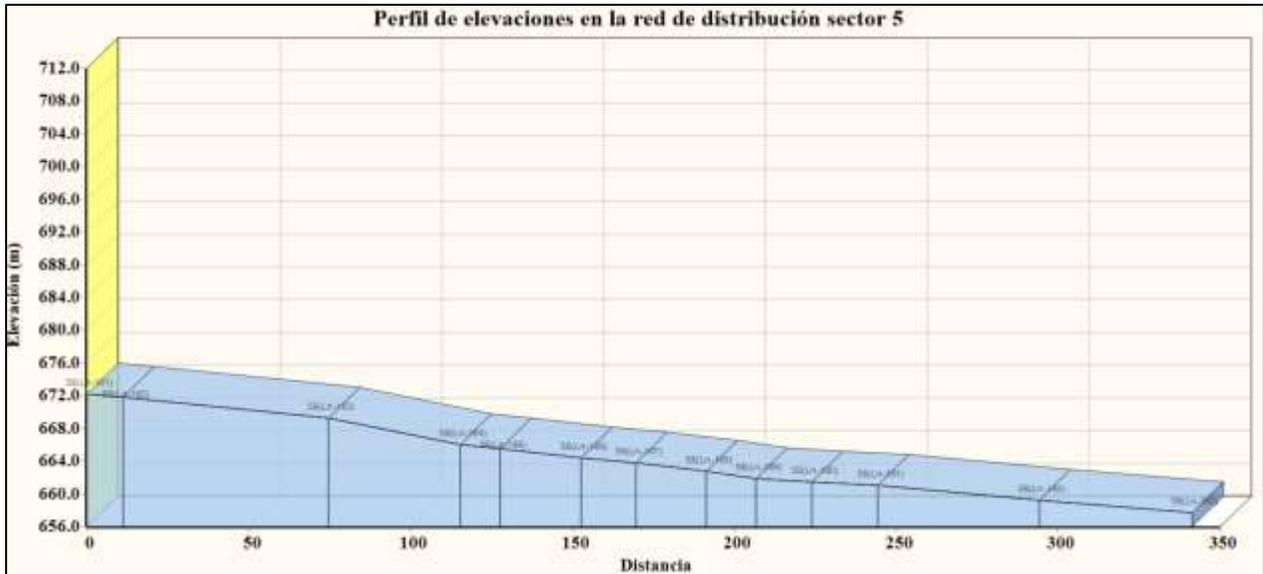
Red de distribución - Sector 5				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc S5(Ln-181)	672.214	0	693.85	21.64
Junc S5(Ln-182)	671.789	0	693.85	22.06
Junc S5(Ln-183)	669.263	0	693.82	24.56
Junc S5(Ln-184)	666.034	0	693.81	27.77
Junc S5(Ln-185)	665.551	0	693.8	28.25
Junc S5(Ln-186)	664.374	0	693.79	29.42
Junc S5(Ln-187)	663.818	0	693.78	29.97
Junc S5(Ln-188)	662.834	0	693.77	30.94
Junc S5(Ln-189)	661.922	0	693.77	31.85
Junc S5(Ln-190)	661.492	0	693.76	32.27
Junc S5(Ln-191)	661.055	0	693.75	32.7
Junc S5(Ln-192)	659.28	0	693.73	34.45
Junc S5(Ln-193)	657.723	0.172	693.71	35.99
Junc S5(Ln-194)	675.1	0	720.06	44.96
Junc S5(Ln-195)	675.264	0.086	720.06	44.8
Junc S5(Ln-196)	677.165	0	720.14	42.98
Junc S5(Ln-197)	677.658	0	720.14	42.48
Junc S5(Ln-198)	677.539	0	720.14	42.6
Junc S5(Ln-199)	676.722	0	720.13	43.41
Junc S5(Ln-200)	676.127	0	720.13	44
Junc S5(Ln-201)	676.592	0.086	720.13	43.54

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Perfiles red de distribución - sector 5.**

El desnivel actuante en este sector es de 17.88 m, por lo que se puede observar un terreno irregular a continuación, en la ilustración 24.

Ilustración 24: Perfil de elevación en red de distribución (sector 5).



Fuente: Elaboración propia.

En este sector la línea piezométrica mantiene un gradiente suave que presenta pocas pérdidas, con una pérdida de carga de 0.02 a 0.03 m/km. A continuación, se observa en la ilustración 25.

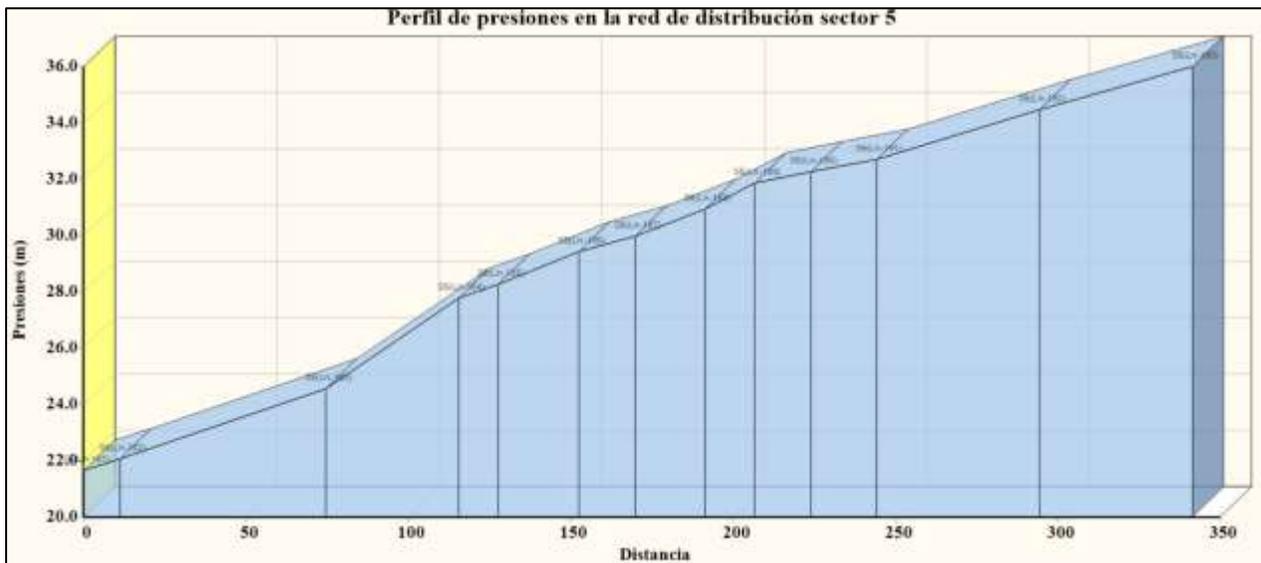
Ilustración 25: Perfil altura de energía en la red de distribución (sector 5).



Fuente: Elaboración propia.

Las presiones actuantes varían entre 21.64 m y 44.96 m, por lo que se deduce que están en el rango permitido por la norma, en la ilustración 26 se observa el comportamiento de estas presiones en este sector.

Ilustración 26: Perfil de presiones en la red de distribución (sector 5).



Fuente: Elaboración propia.

Sector 6 - Red de distribución.

En la tabla 34 se observan las características hidráulicas del sector 6, las cuales son longitud, diámetros en los que hay dos tamaños (3 pulgadas y 1 ½ pulgadas), también se aprecia el caudal en distribución, velocidades y pérdidas. Con valores en las velocidades de 0.07 m/s a 0.54 m/s y un caudal entre 0.10 a 2.83 Lps.

Tabla 34: Diámetros, velocidades y pérdidas de carga en el sector 6 de la red de distribución.

Red de distribución - Sector 6						
ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe S6(Lp-182)	21.47	82.04	150	2.83	0.54	0.021
Pipe S6(Lp-183)	24.41	82.04	150	2.83	0.54	0.021
Pipe S6(Lp-184)	24.68	82.04	150	2.83	0.54	0.021

Red de distribución - Sector 6						
ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe S6(Lp-185)	24.98	82.04	150	2.83	0.54	0.021
Pipe S6(Lp-186)	24.18	82.04	150	2.83	0.54	0.021
Pipe S6(Lp-187)	27.93	82.04	150	2.83	0.54	0.021
Pipe S6(Lp-188)	10.68	82.04	150	2.83	0.54	0.021
Pipe S6(Lp-189)	38.44	82.04	150	2.41	0.46	0.021
Pipe S6(Lp-190)	18.24	44.55	150	0.31	0.2	0.027
Pipe S6(Lp-191)	15.15	44.55	150	0.31	0.2	0.027
Pipe S6(Lp-192)	23.78	44.55	150	0.31	0.2	0.027
Pipe S6(Lp-193)	26.66	44.55	150	0.31	0.2	0.027
Pipe S6(Lp-194)	11.2	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S6(Lp-195)	78.58	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S6(Lp-196)	32.14	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S6(Lp-197)	47.8	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S6(Lp-198)	31.36	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S6(Lp-199)	22.87	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S6(Lp-200)	28.72	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S6(Lp-201)	24.59	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S6(Lp-202)	44.89	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S6(Lp-203)	43.2	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S6(Lp-204)	17.53	44.55	150	0.1	0.07	0.031
Pipe S6(Lp-205)	20.55	82.04	150	2.41	0.46	0.021
Pipe S6(Lp-281)	16.11	44.55	150	0.1	0.07	0.031
Pipe S6(Lp-282)	15.84	44.55	150	0.1	0.07	0.032
Pipe S6(Lp-283)	16.1	44.55	150	0.13	0.08	0.03
Pipe S6(Lp-284)	15.99	44.55	150	0.13	0.08	0.031
Pipe S6(Lp-285)	20.13	44.55	150	0.13	0.08	0.03
Pipe S6(Lp-286)	8.763	44.55	150	0.13	0.08	0.03

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35: Nodos del sector 6 de la red de distribución.

Red de distribución - Sector 6				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc S6(Ln-202)	677.259	0	720.14	42.88
Junc S6(Ln-203)	677.704	0	720.05	42.34
Junc S6(Ln-204)	678.387	0	719.96	41.57

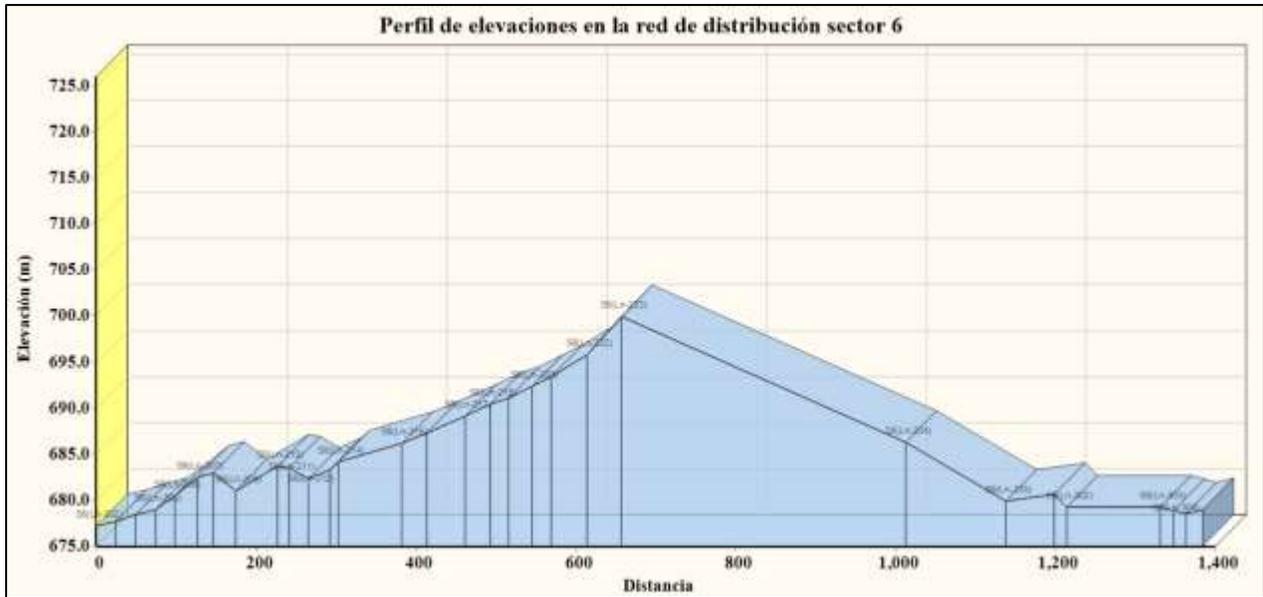
Red de distribución - Sector 6				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc S6(Ln-205)	678.947	0	719.86	40.92
Junc S6(Ln-206)	680.413	0	719.77	39.36
Junc S6(Ln-207)	682.485	0	719.67	37.19
Junc S6(Ln-208)	682.986	0	719.63	36.64
Junc S6(Ln-209)	680.963	0	719.52	38.56
Junc S6(Ln-210)	683.646	0	719.61	35.96
Junc S6(Ln-211)	683.508	0	719.59	36.08
Junc S6(Ln-212)	682.285	0	719.56	37.27
Junc S6(Ln-213)	683.353	0	719.53	36.17
Junc S6(Ln-214)	684.122	0	719.52	35.4
Junc S6(Ln-215)	686.206	0	719.47	33.27
Junc S6(Ln-216)	687.299	0	719.46	32.16
Junc S6(Ln-217)	689.139	0	719.43	30.29
Junc S6(Ln-218)	690.459	0	719.41	28.95
Junc S6(Ln-219)	691.07	0	719.4	28.33
Junc S6(Ln-220)	692.341	0	719.38	27.04
Junc S6(Ln-221)	693.367	0	719.36	26
Junc S6(Ln-222)	695.824	0	719.34	23.51
Junc S6(Ln-223)	699.985	0.21	719.31	19.33
Junc S6(Ln-224)	686.236	0.105	719.52	33.29
Junc S6(Ln-225)	679.888	0	719.47	39.58
Junc S6(Ln-301)	680.641	0	719.63	38.99
Junc S6(Ln-302)	679.216	0.105	719.63	40.41
Junc S6(Ln-303)	679.26	0.131	719.45	40.19
Junc S6(Ln-304)	678.888	0	719.46	40.57
Junc S6(Ln-305)	678.529	0	719.46	40.93
Junc S6(Ln-306)	678.982	0	719.47	40.48

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Perfiles red de distribución - sector 6.**

En este sector el desnivel que actúa presenta un valor de 22.73 m, con irregularidades considerables en el terreno, se observa mediante la ilustración 27.

Ilustración 27: Perfil de elevación en red de distribución (sector 6).



Fuente: Elaboración propia.

La línea piezométrica mantiene un comportamiento con una gradiente suave similar a los anteriores sectores con una pérdida de carga de 0.02 a 0.03 m/km, se observa mediante la ilustración 28.

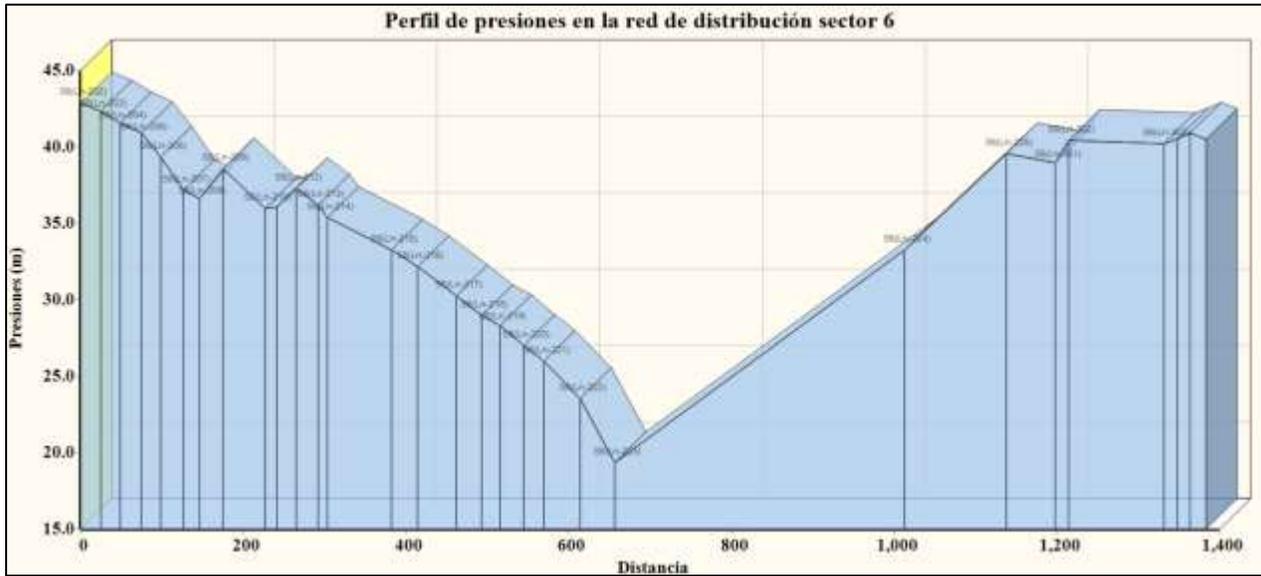
Ilustración 28: Perfil altura de energía en la red de distribución (sector 6).



Fuente: Elaboración propia.

Las presiones se mantienen en un rango aceptable de 19.33 m y 42.88 m, cumpliendo los parámetros de la norma (ANA, 2023, p. 20), así como se muestra en la ilustración 28.

Ilustración 29: Perfil de presiones en la red de distribución (sector 6).



Fuente: Elaboración propia.

Sector 7 - Red de distribución.

Se muestra la tabla 36, en la que se notan las características hidráulicas por tramo de todo el sector 7, siendo estas; las longitudes, diámetros, caudales, velocidades y pérdidas. Teniendo un caudal entre 0.08 a 2.28 Lps, y velocidades desde 0.06 m/s la mínima y 0.87 m/s.

Tabla 36: Diámetros, velocidades y pérdidas de carga en el sector 7 de la red de distribución.

Red de distribución - Sector 7						
ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe S7(Lp-206)	40.04	82.04	150	2.28	0.43	0.021
Pipe S7(Lp-207)	18.05	82.04	150	2.28	0.43	0.021
Pipe S7(Lp-208)	19.53	82.04	150	2.28	0.43	0.021
Pipe S7(Lp-209)	67.58	82.04	150	2.2	0.42	0.022
Pipe S7(Lp-210)	27.16	82.04	150	2.2	0.42	0.022
Pipe S7(Lp-211)	37.22	82.04	150	2.2	0.42	0.022
Pipe S7(Lp-212)	32.65	82.04	150	2.05	0.39	0.022
Pipe S7(Lp-213)	33.84	82.04	150	2.05	0.39	0.022
Pipe S7(Lp-214)	45.79	82.04	150	2.05	0.39	0.022

Red de distribución - Sector 7						
ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe S7(Lp-215)	41.53	82.04	150	2.05	0.39	0.022
Pipe S7(Lp-216)	48.65	82.04	150	2.05	0.39	0.022
Pipe S7(Lp-217)	36.32	82.04	150	1.97	0.37	0.022
Pipe S7(Lp-218)	71.96	82.04	150	1.97	0.37	0.022
Pipe S7(Lp-219)	28.68	82.04	150	1.97	0.37	0.022
Pipe S7(Lp-220)	50.23	55.7	150	1.97	0.81	0.021
Pipe S7(Lp-287)	18.34	44.55	150	0.08	0.05	0.033
Pipe S7(Lp-288)	19.39	44.55	150	0.08	0.05	0.033
Pipe S7(Lp-289)	15.63	44.55	150	0.08	0.05	0.032
Pipe S7(Lp-290)	13.09	44.55	150	0.08	0.05	0.033

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37: Nodos del sector 7 de la red de distribución.

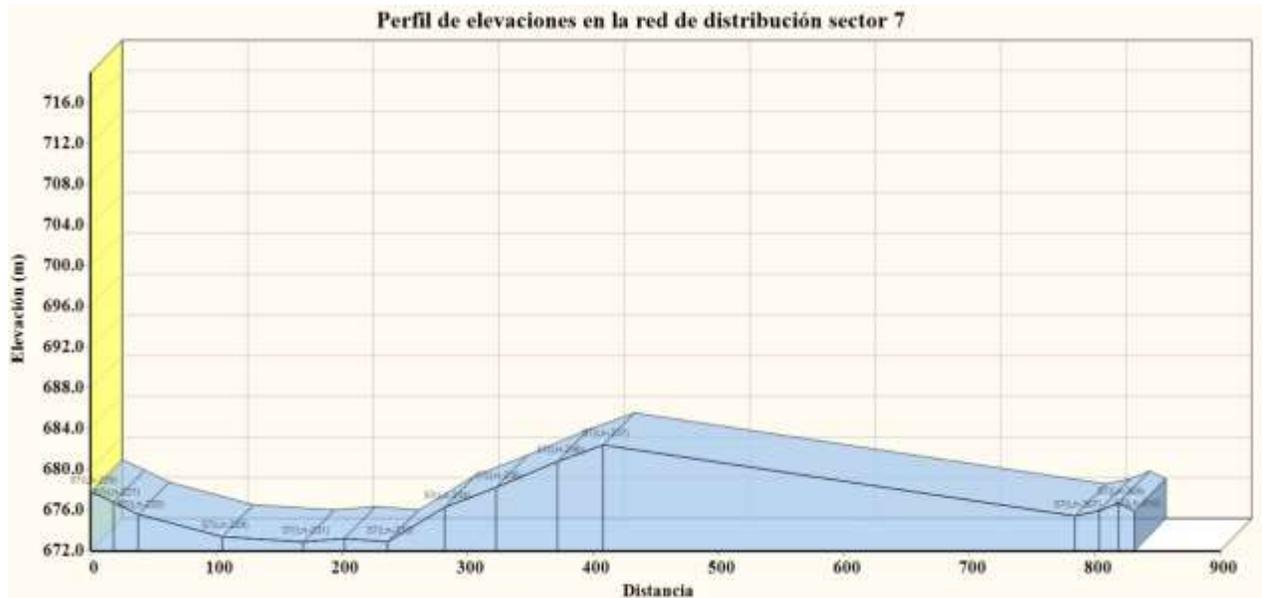
Red de distribución - Sector 7				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc S7(Ln-226)	677.809	0	719.37	41.56
Junc S7(Ln-227)	676.733	0	719.32	42.59
Junc S7(Ln-228)	675.556	0	719.28	43.72
Junc S7(Ln-229)	673.375	0	719.12	45.74
Junc S7(Ln-230)]	672.851	0	719.05	46.2
Junc S7(Ln-231)	672.825	0.158	718.97	46.14
Junc S7(Ln-232)	673.185	0	718.9	45.72
Junc S7(Ln-233)	672.84	0	718.83	45.99
Junc S7(Ln-234)	676.287	0	718.74	42.45
Junc S7(Ln-235)	678.255	0	718.66	40.4
Junc S7(Ln-236)	680.793	0.079	718.56	37.76
Junc S7(Ln-237)	682.41	0	718.49	36.08
Junc S7(Ln-307)	675.447	0	719.27	43.83
Junc S7(Ln-308)	675.887	0	719.27	43.38
Junc S7(Ln-309)	676.697	0	719.27	42.57
Junc S7(Ln-310)	675.926	0.079	719.27	43.34

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Perfiles red de distribución - sector 7.**

El desnivel presente en este sector es 9.58 m, por lo que se considera un terreno irregular, se observa en la ilustración 30.

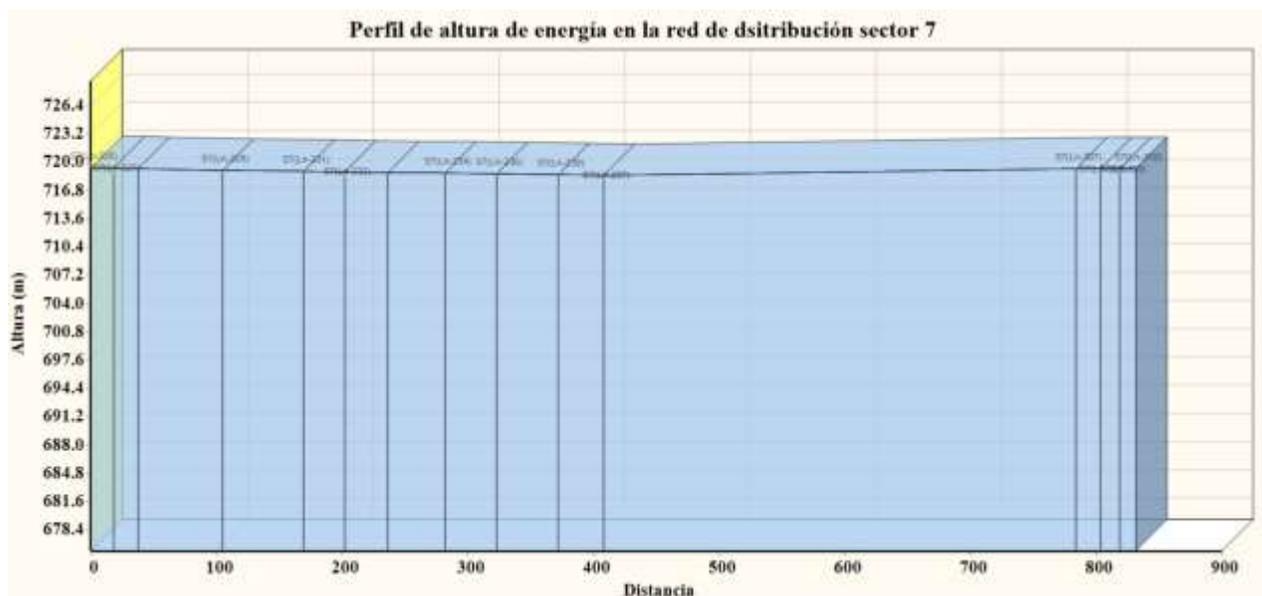
Ilustración 30: Perfil de elevación en red de distribución (sector 7).



Fuente: Elaboración propia.

La línea piezométrica mantiene un comportamiento con una gradiente suave de 0.02 a 0.03 m/km, como se puede observar mediante la ilustración 31.

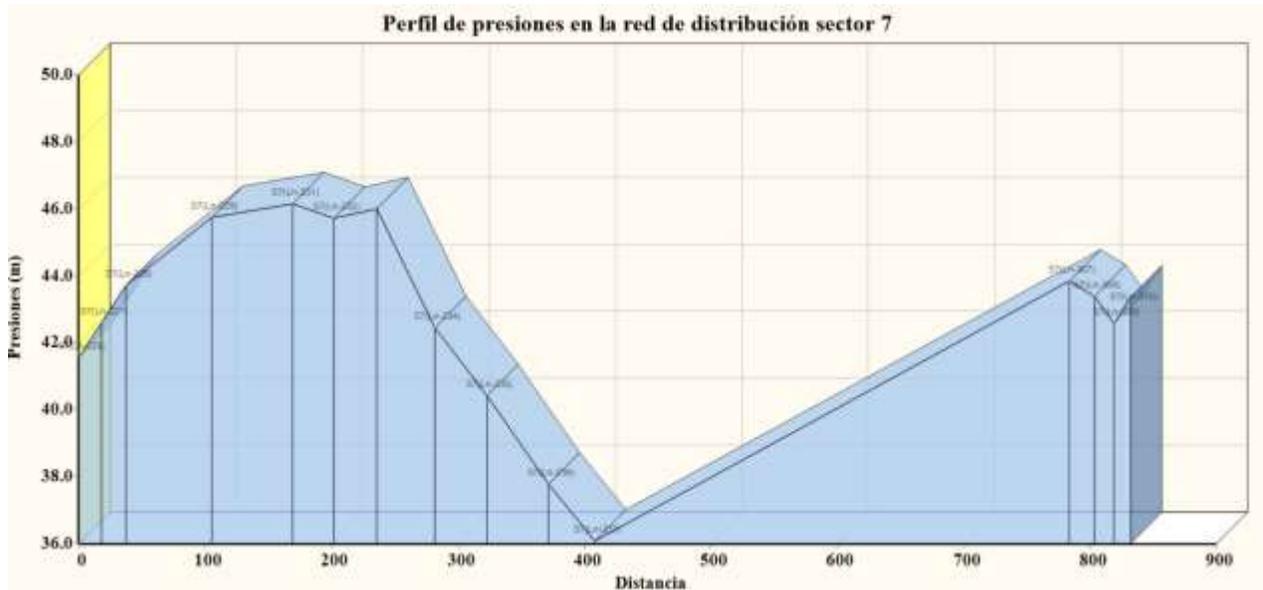
Ilustración 31: Perfil altura de energía en la red de distribución (sector 7).



Fuente: Elaboración propia.

En este sector hay una presión máxima actuante de 46.20 m, y una presión mínima de 36.08 m, cumpliendo los parámetros de la norma (ANA, 2023, p. 20), así como se muestra en la ilustración 32.

Ilustración 32: Perfil de presiones en la red de distribución (sector 7).



Fuente: Elaboración propia.

Sector 8 - Red de distribución.

En la tabla 38 se distinguen las propiedades que conforman las características hidráulicas del sector 8, en las cuales se ven longitudes, diámetros, caudales, velocidades y pérdidas. También velocidades desde 0.07 a 0.81 m/s y un caudal a partir de 0.18 lps a 1.97 lps.

Tabla 38: Diámetros, velocidades y pérdidas de carga en el sector 8 de la red de distribución.

Red de distribución - Sector 8						
ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe S8(Lp-221)	28.55	55.7	150	1.97	0.81	0.021
Pipe S8(Lp-222)	34.3	55.7	150	0.47	0.19	0.026

Red de distribución - Sector 8						
ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe S8(Lp-223)	27.82	55.7	150	0.47	0.19	0.026
Pipe S8(Lp-224)	25.17	55.7	150	0.47	0.19	0.026
Pipe S8(Lp-225)	25.27	55.7	150	0.47	0.19	0.026
Pipe S8(Lp-226)	32.28	55.7	150	0.47	0.19	0.026
Pipe S8(Lp-227)	11.16	55.7	150	1.49	0.61	0.022
Pipe S8(Lp-228)	49.79	55.7	150	0.95	0.39	0.023
Pipe S8(Lp-229)	23.36	55.7	150	0.95	0.39	0.023
Pipe S8(Lp-262)	34.78	55.7	150	0.55	0.22	0.025
Pipe S8(Lp-263)	18.65	55.7	150	0.55	0.22	0.025
Pipe S8(Lp-264)	33.92	55.7	150	0.55	0.22	0.025
Pipe S8(Lp-265)	27.83	55.7	150	0.18	0.07	0.029
Pipe S8(Lp-266)	20.85	55.7	150	0.18	0.07	0.03
Pipe S8(Lp-267)	25.13	55.7	150	0.18	0.07	0.03
Pipe S8(Lp-268)	15.05	55.7	150	0.36	0.15	0.027
Pipe S8(Lp-269)	22.62	55.7	150	0.18	0.07	0.03
Pipe S8(Lp-270)	9.899	55.7	150	0.18	0.07	0.029
Pipe S8(Lp-271)	24.72	55.7	150	0.18	0.07	0.03
Pipe S9(Lp-272)	14.06	55.7	150	0.18	0.07	0.029
Pipe S8(Lp-273)	22.51	55.7	150	0.18	0.07	0.03
Pipe S8(Lp-274)	17.07	55.7	150	0.18	0.07	0.03
Pipe S8(Lp-275)	21.57	55.7	150	0.18	0.07	0.03
Pipe S8(Lp-276)	36.61	55.7	150	0.18	0.07	0.029
Pipe S8(Lp-277)	19.54	55.7	150	0.18	0.07	0.03
Pipe S8(Lp-278)	6.06	55.7	150	0.18	0.07	0.029
Pipe S8(Lp-279)	14.48	55.7	150	0.18	0.07	0.03
Pipe S8(Lp-280)	8.022	55.7	150	0.18	0.07	0.029

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39: Nodos del sector 8 de la red de distribución.

Red de distribución - Sector 8				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc S8(Ln-238)	686.316	0	718.35	32.04
Junc S8(Ln-239)	687.871	0	718.3	30.43
Junc S8(Ln-240)	690.521	0	717.67	27.15
Junc S8(Ln-241)	692.191	0	717.32	25.13

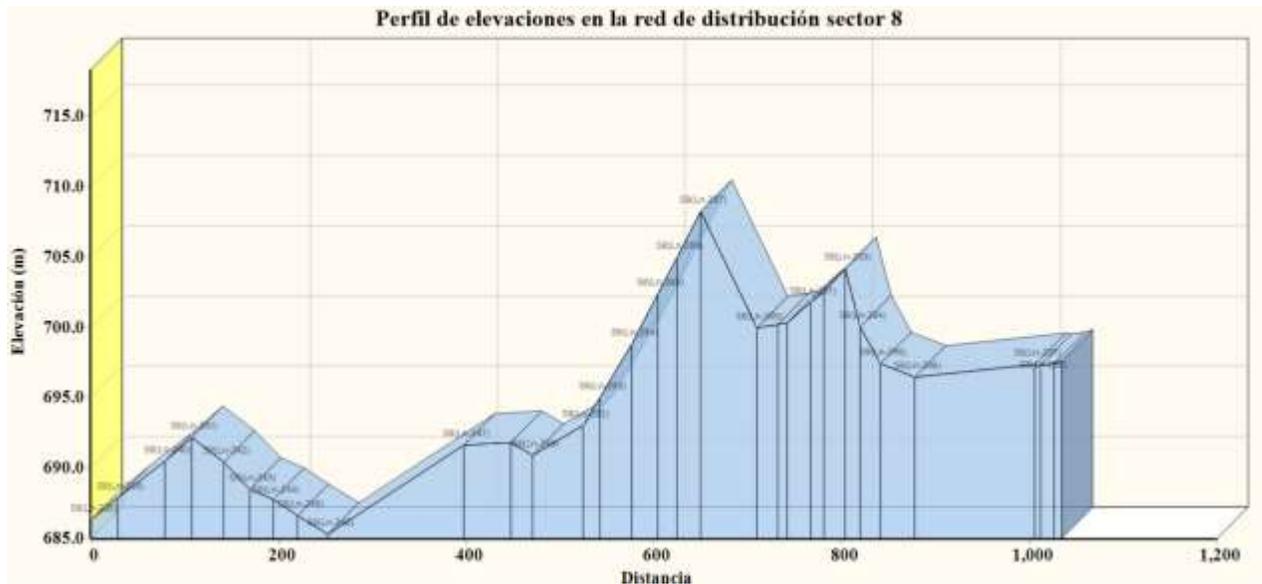
Red de distribución - Sector 8				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc S8(Ln-242)	690.408	0	717.29	26.88
Junc S8(Ln-243)	688.5	0	717.26	28.76
Junc S8(Ln-244)	687.759	0	717.24	29.48
Junc S8(Ln-245)	686.61	0	717.22	30.61
Junc S8(Ln-246)	685.323	0.4745	717.19	31.87
Junc S8(Ln-247)	691.636	0	717.24	25.6
Junc S8(Ln-248)	691.828	0	717.08	25.25
Junc S8(Ln-249)	690.916	0	717	26.09
Junc S8(Ln-282)	693.041	0	717.2	24.15
Junc S8(Ln-283)	695.046	0	717.17	22.13
Junc S8(Ln-284)	698.841	0	717.13	18.29
Junc S8(Ln-285)	702.394	0	717.13	14.74
Junc S8(Ln-286)	704.984	0	717.13	12.14
Junc S8(Ln-287)	708.237	0.182	717.12	8.89
Junc S8(Ln-288)	699.979	0	717.13	17.15
Junc S8(Ln-289)	700.244	0	717.12	16.88
Junc S8(Ln-290)	700.375	0	717.12	16.75
Junc S8(Ln-291)	701.791	0	717.12	15.33
Junc S8(Ln-292)	702.581	0	717.12	14.53
Junc S8(Ln-293)	704.203	0	717.11	12.91
Junc S8(Ln-294)	700.037	0	717.11	17.07
Junc S8(Ln-295)	697.427	0	717.11	19.68
Junc S8(Ln-296)	696.477	0.182	717.1	20.62
Junc S8(Ln-297)	697.362	0	717.12	19.76
Junc S8(Ln-298)	697.351	0	717.12	19.77
Junc S8(Ln-299)	697.449	0	717.12	19.67
Junc S8(Ln-300)	697.623	0.182	717.12	19.5

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Perfiles red de distribución - sector 8.**

El terreno natural del sector 8 presenta un desnivel entre cotas de 22.91 m, considerándose un terreno con irregularidades, la ilustración 33 muestra el comportamiento de dicho perfil.

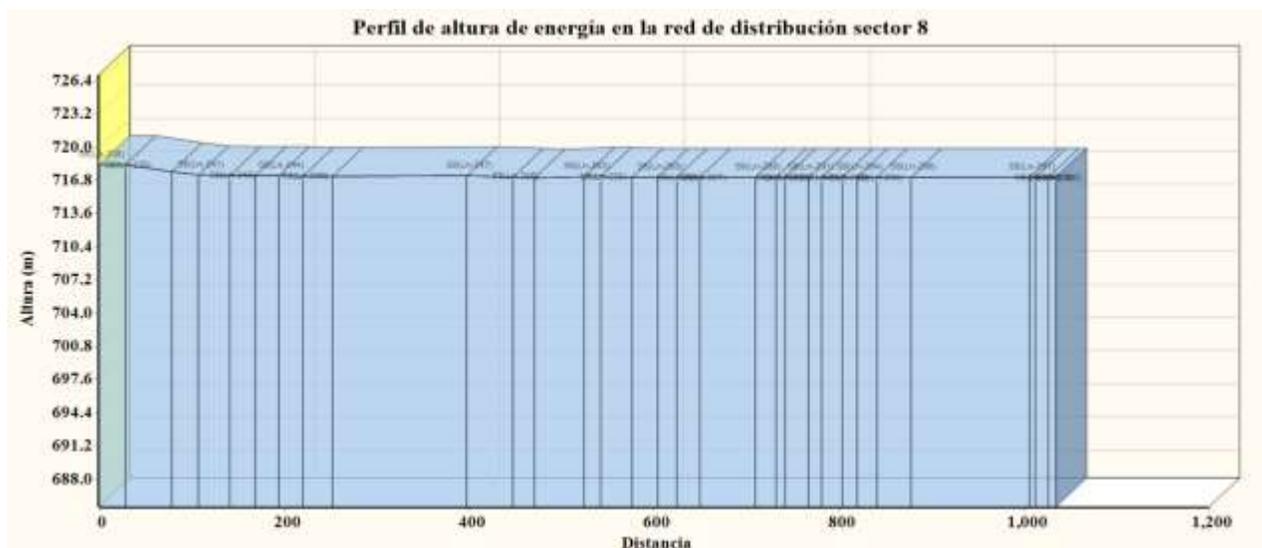
Ilustración 33: Perfil de elevación en red de distribución (sector 8).



Fuente: Elaboración propia.

La línea piezométrica mantiene una pérdida de carga de 0.02 a 0.03 m/km con un comportamiento suave, como se observa mediante la ilustración 34.

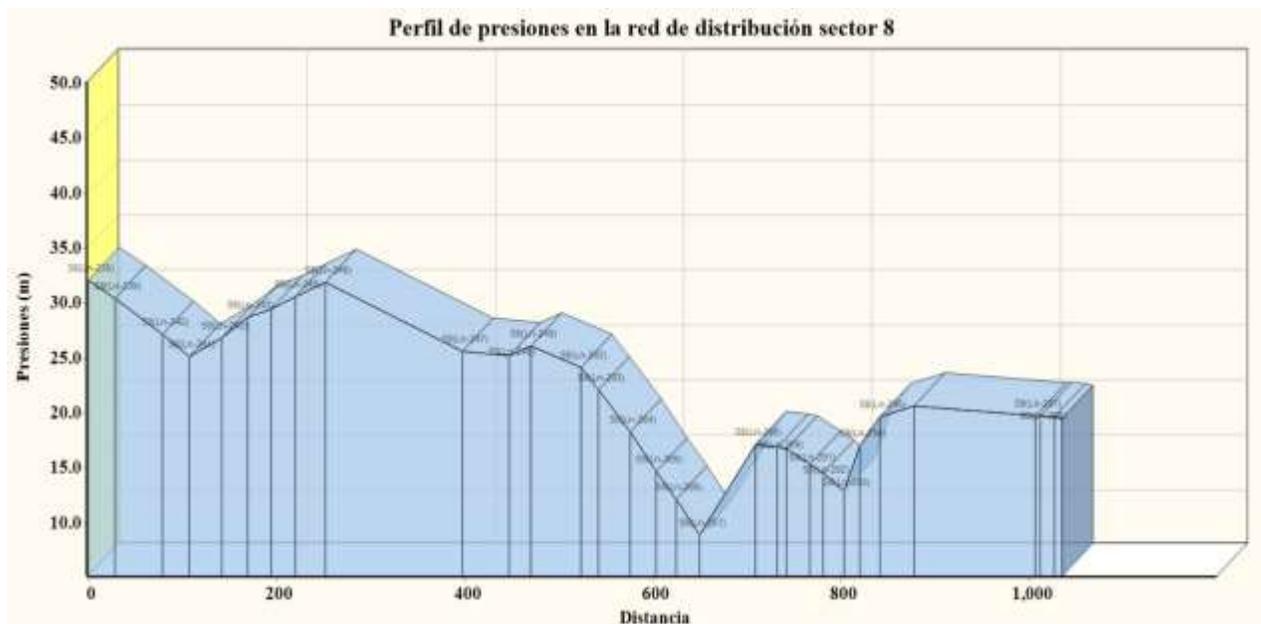
Ilustración 34: Perfil altura de energía en la red de distribución (sector 8).



Fuente: Elaboración propia.

Las presiones dentro de este sector se mantienen en un rango de 8.89 m y 32.04 m, así como se muestra en la ilustración 35.

Ilustración 35: Perfil de presiones en la red de distribución (sector 8).



Fuente: Elaboración propia.

Sector 9 - Red de distribución.

A continuación, en la tabla 40 se observan las características hidráulicas de las tuberías del sector 9, en la que se reflejan velocidades de 0.11 m/s la mínima hasta 0.39 m/s la máxima, caudales conducidos desde 0.28 lps a 0.95 lps. Al mismo tiempo también se observan longitudes, diámetros y pérdidas de cargas, también se instaló una válvula rompe presión para compensar las presiones que exceden el límite establecido según la norma NTON 09 007-19 en el inciso b, de la tabla 15 p. 29.

Tabla 40: Diámetros, velocidades y pérdidas de carga en el sector 9 de la red de distribución.

Red de distribución - Sector 9						
ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe S9(Lp-230)	24.84	55.7	150	0.95	0.39	0.023
Pipe S9(Lp-231)	40.18	55.7	150	0.95	0.39	0.023
Pipe S9(Lp-232)	30.15	55.7	150	0.55	0.23	0.025
Pipe S9(Lp-233)	30.82	55.7	150	0.55	0.23	0.025
Pipe S9(Lp-234)	23.19	55.7	150	0.55	0.23	0.025
Pipe S9(Lp-235)	24.13	55.7	150	0.55	0.23	0.025
Pipe S9(Lp-236)	23.75	55.7	150	0.55	0.23	0.025

Red de distribución - Sector 9						
ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe S9(Lp-237)	36.76	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-238)	28.59	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-239)	20.12	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-240)	22.11	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-241)	23.7	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-242)	49	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-243)	25.49	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-244)	39.45	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Valve 1	-	55.7	-	0.28	0.11	-
Pipe S9(Lp-245)	22.22	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-246)	24.45	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-247)	43.72	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-248)	31.59	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-249)	37.5	55.7	150	0.39	0.16	0.026

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41: Nodos del sector 9 de la red de distribución.

Red de distribución - Sector 9				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc S9(Ln-250)	692.332	0	716.92	24.59
Junc S9(Ln-251)	691.909	0	716.79	24.88
Junc S9(Ln-252)	690.482	0	716.76	26.27
Junc S9(Ln-253)	688.939	0	716.72	27.78
Junc S9(Ln-254)	687.81	0	716.69	28.88
Junc S9(Ln-255)	687.091	0	716.66	29.57
Junc S9(Ln-256)	686.583	0.276	716.64	30.05
Junc S9(Ln-257)	684.303	0	716.62	32.32
Junc S9(Ln-258)	680.772	0	716.61	35.84
Junc S9(Ln-259)	678.015	0	716.61	38.59
Junc S9(Ln-260)	675.283	0	716.6	41.32
Junc S9(Ln-261)	672.345	0	716.59	44.25
Junc S9(Ln-262)	668.158	0	716.58	48.42
Junc S9(Ln-263)	668.065	0	716.57	48.5
Junc nvrp1	668.065	0	688.07	20
Junc S9(Ln-264)	667.317	0	688.05	20.74
Junc S9(Ln-265)	667.448	0	688.04	20.6
Junc S9(Ln-266)	666.006	0	688.04	22.03

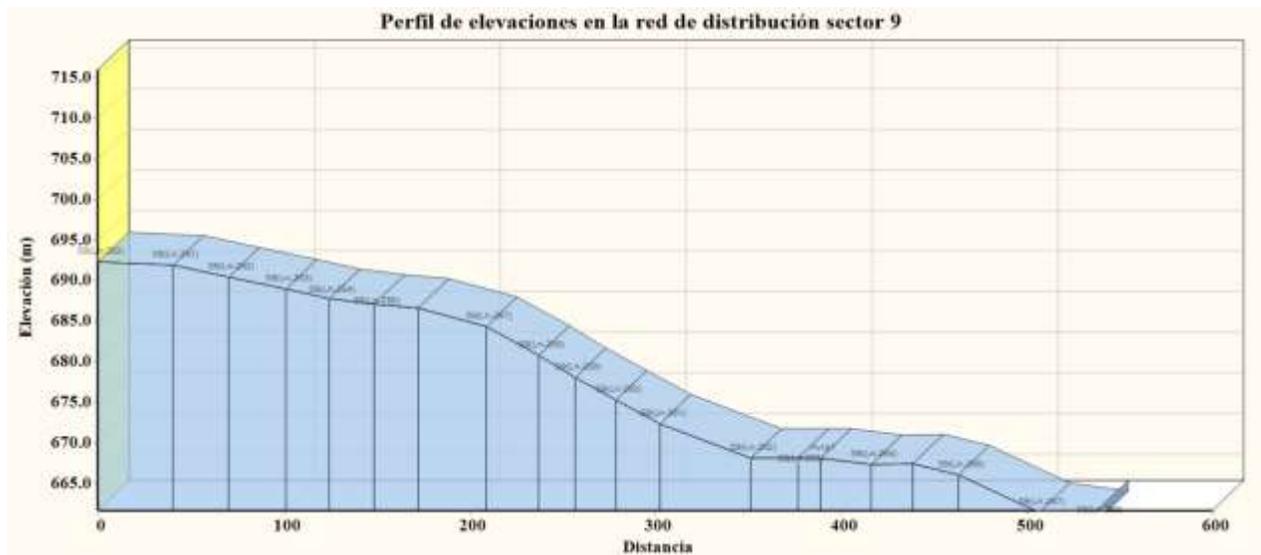
Red de distribución - Sector 9				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc S9(Ln-267)	661.437	0	688.02	26.59
Junc S9(Ln-268)	660.452	0.276	688.01	27.56
Junc S9(Ln-269)	693.827	0	716.77	22.94

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Perfiles red de distribución - sector 9.**

El desnivel en el terreno del sector 9 presenta un valor de 33.38 m, por lo que las irregularidades son bastantes resaltadas, en la ilustración 36 se observa la forma natural del terreno.

Ilustración 36: Perfil de elevación en red de distribución (sector 9)



Fuente: Elaboración propia

La gradiente en este sector se mantiene casi lineal, con un suave comportamiento, debido a la poca pérdida de energía presente en este sector con valores desde 0.02 a 0.03 m/km, a como se muestra en la ilustración 37.

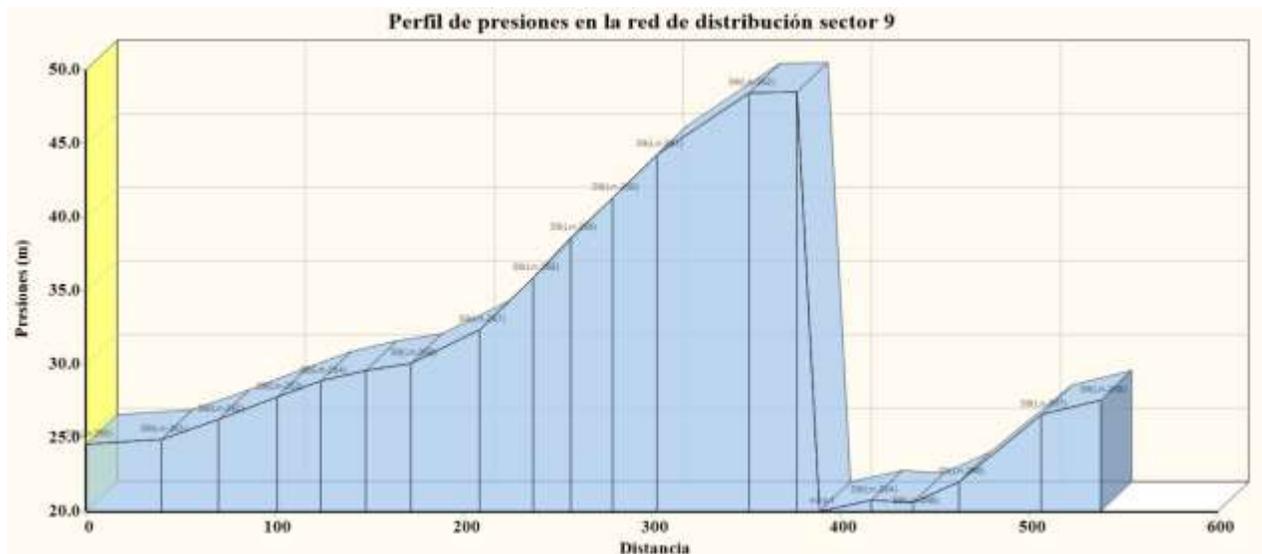
Ilustración 37: Perfil altura de energía en la red de distribución (sector 9)



Fuente: Elaboración propia

Las presiones se mantienen en un rango de 20 m y 48.42 m, cumpliendo los parámetros de la norma (ANA, 2023, p. 20), así como se muestra en la ilustración 38.

Ilustración 38: Perfil de presiones en la red de distribución (sector 9).



Fuente: Elaboración propia.

Sector 10 - Red de distribución.

Las características hidráulicas de las tuberías del sector 10, se aprecian en la tabla 42 en las que se tiene longitudes, diámetros, caudales, velocidades y pérdidas. Cabe recalcar

que en todo el sector 10 se usará un solo diámetro de 2 pulgadas. Y velocidades desde 0.08 m/s a 0.16 m/s y caudales trasladados entre 0.20 lps a 0.39 lps.

Tabla 42: Diámetros, velocidades y pérdidas de carga en el sector 10 de la red de distribución.

Red de distribución - Sector 10						
ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe S10(Lp-250)	16.76	55.7	150	0.39	0.16	0.027
Pipe S10(Lp-251)	48.74	55.7	150	0.39	0.16	0.026
Pipe S10(Lp-252)	19.28	55.7	150	0.2	0.08	0.029
Pipe S10(Lp-253)	22.07	55.7	150	0.2	0.08	0.029
Pipe S10(Lp-254)	32.38	55.7	150	0.2	0.08	0.03
Pipe S10(Lp-255)	21.15	55.7	150	0.2	0.08	0.029
Pipe S10(Lp-256)	11.87	55.7	150	0.2	0.08	0.029
Pipe S10(Lp-257)	21.46	55.7	150	0.2	0.08	0.029
Pipe S10(Lp-258)	48.09	55.7	150	0.2	0.08	0.03
Pipe S10(Lp-259)	34.02	55.7	150	0.2	0.08	0.029
Pipe S10(Lp-260)	12.29	55.7	150	0.2	0.08	0.029
Pipe S10(Lp-261)	16.75	55.7	150	0.2	0.08	0.029

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43: Nodos del sector 10 de la red de distribución.

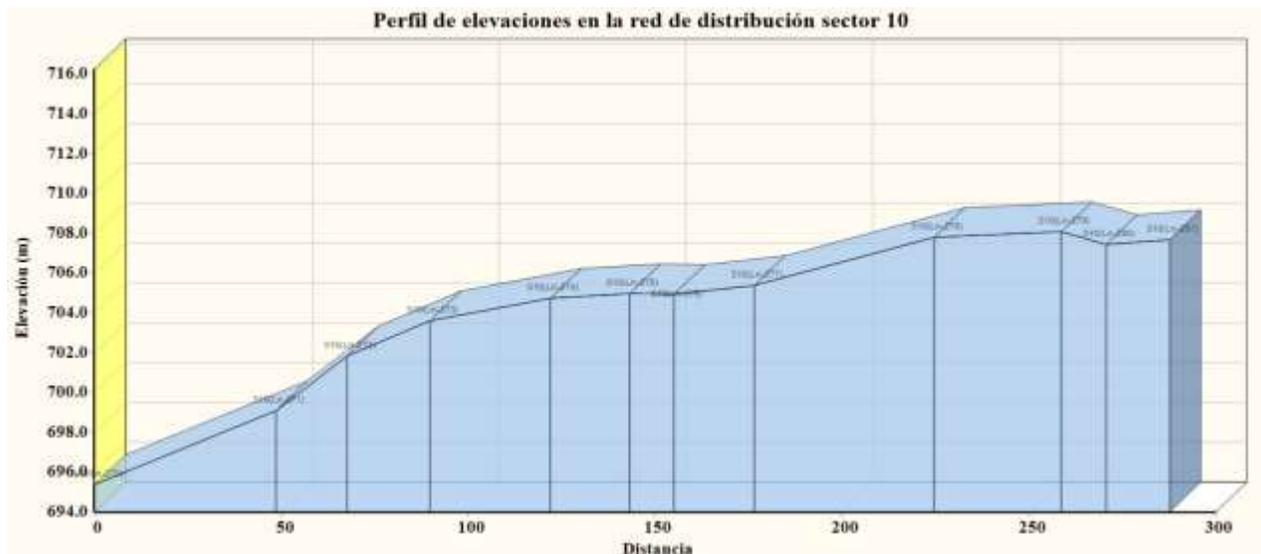
Red de distribución - Sector 10				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc S10(Ln-270)	695.389	0	716.76	21.37
Junc S10(Ln-271)	699.089	0.197	716.73	17.64
Junc S10(Ln-272)	701.842	0	716.72	14.88
Junc S10(Ln-273)	703.608	0	716.72	13.11
Junc S10(Ln-274)	704.724	0	716.71	11.99
Junc S10(Ln-275)	704.968	0	716.71	11.74
Junc S10(Ln-276)	704.924	0	716.71	11.78
Junc S10(Ln-277)	705.353	0	716.7	11.35
Junc S10(Ln-278)	707.803	0	716.7	8.89
Junc S10(Ln-279)	708.083	0	716.69	8.61
Junc S10(Ln-280)	707.427	0	716.69	9.26
Junc S10(Ln-281)	707.667	0.197	716.69	9.02

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Perfiles red de distribución - sector 10.**

En este sector, el desnivel existente corresponde a un valor de 12.69 m, por lo que tiene irregularidades aceptables, a como se muestra en la ilustración 39.

Ilustración 39: Perfil de elevación en red de distribución (sector 10).



Fuente: Elaboración propia.

La línea piezométrica mantiene un comportamiento con una gradiente suave como se observa mediante la ilustración 40, con una pérdida de carga 0.03 m/km.

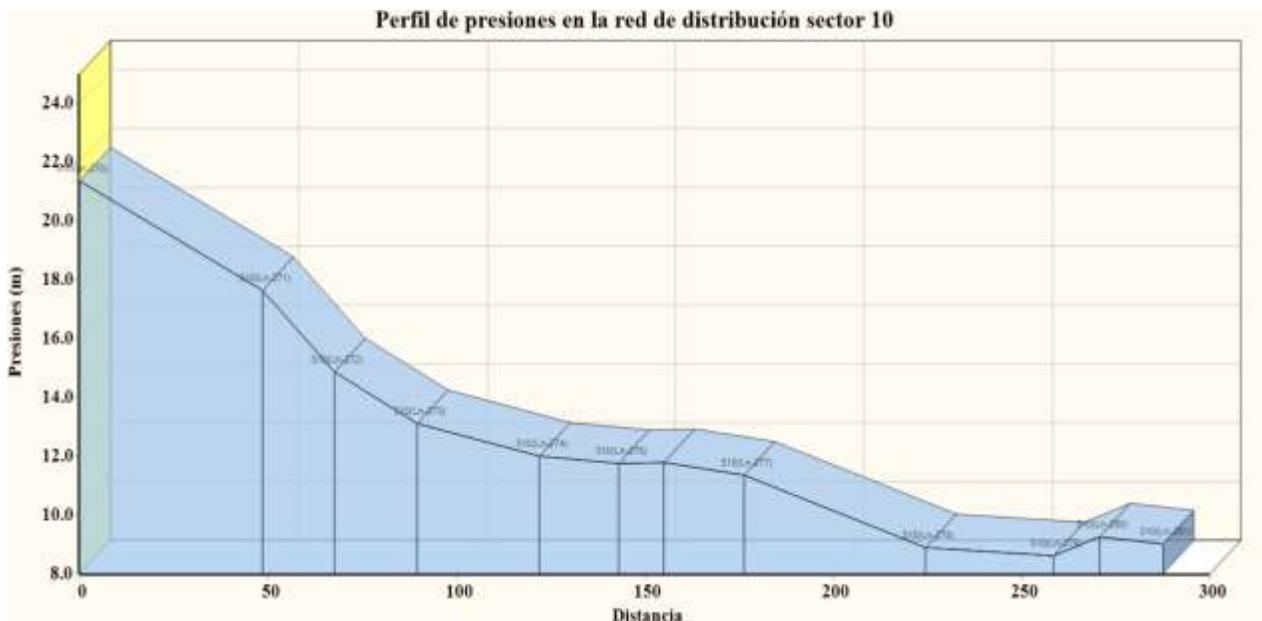
Ilustración 40: Perfil altura de energía en la red de distribución (sector 10).



Fuente: Elaboración propia.

Las presiones actúan en un rango permitido de 8.61 y 21.37 m, su comportamiento a lo largo del sector se observa en la ilustración 41.

Ilustración 41: Perfil de presiones en la Red de Distribución (Sector 10).



Fuente: Elaboración propia.

➤ **Conexiones domiciliarias.**

Según la norma (ANA, 2023, p. 32), el diámetro mínimo de cada conexión será de ½” (12.5 mm), en toda conexión domiciliar debe instalarse un medidor de flujo de agua, válvula, caja protectora y una llave de chorro en caso de considerar conexión de patio. Los gastos de dichas conexiones domiciliarias corresponden a cada vivienda, es decir, ellos contribuyen en la parte de realizar sus respectivas conexiones desde la tubería correspondiente.

4.4.14 Tanque de almacenamiento.

Para garantizar el servicio de agua potable es necesario que el tanque de almacenamiento cumpla con la cantidad requerida para compensar las máximas demandas en la comunidad y brindar presiones adecuadas a la red de distribución, así como disponer de reservas para emergencias en el suministro de agua potable (INAA, 1999b, p. 38). Para el diseño actual se propone un tanque rectangular con capacidad de 71.76 m³, compuesto por una altura de 2.9 m, ancho y largo de 4.974 m, cabe destacar que el diseño del tanque de almacenamiento es estimado para una vida de 20 años de operación.

4.4.15 Desinfección.

Aplicando la ecuación 25 ,se obtuvo una capacidad de diseño de cloración de 0.54 Kg cloro/día, el cual se aplicará en forma de hipoclorito de sodio comercial, con concentración de 120 gr cloro/L, el cual será diluido con agua limpia hasta alcanzar una concentración del 1.6%. Una vez diluido sera aplicado directamente al tanque de almacenamiento.

$$Ca = \frac{Q \times C}{1000}$$

$$Ca = \frac{(255.744 \text{ m}^3/\text{dia}) * (2.1 \text{ mg/L})}{1000}$$

$$Ca = 0.54 \text{ Kg clor/dia}$$

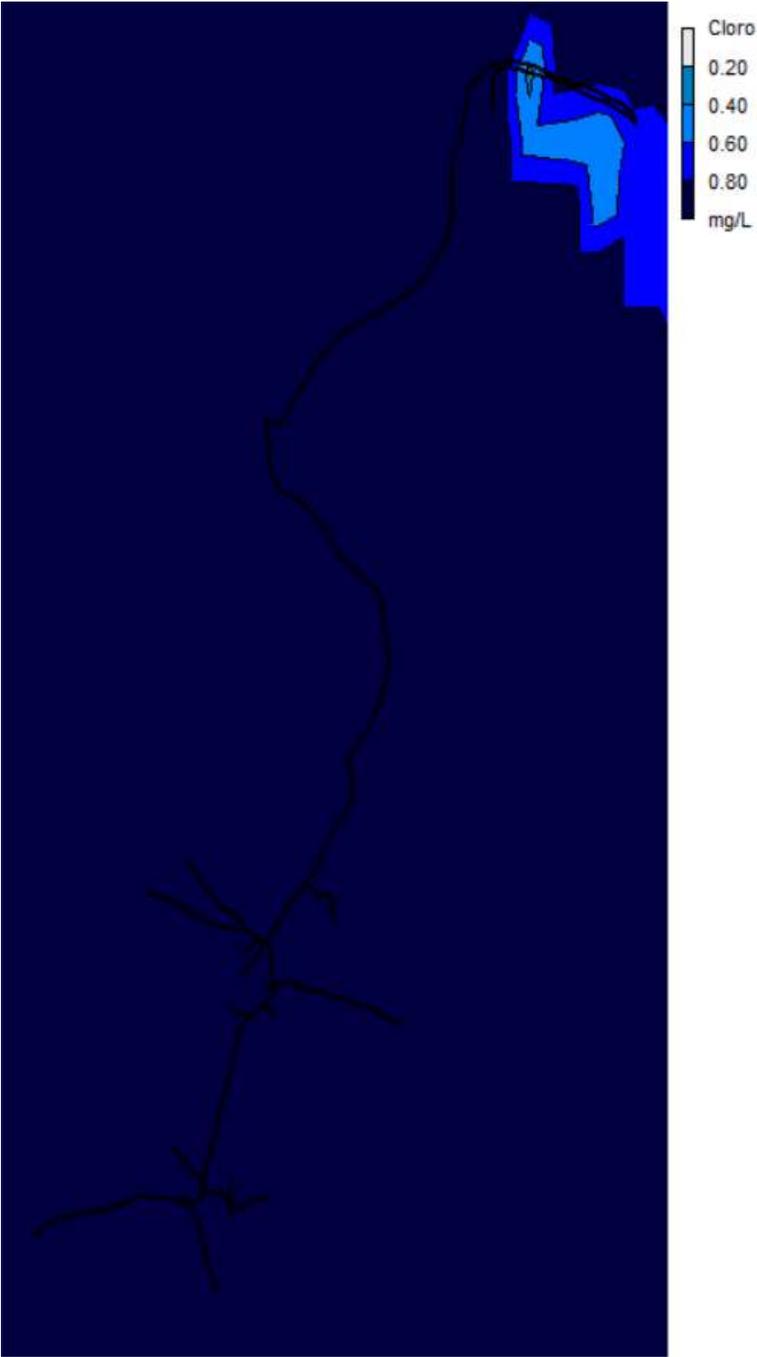
Tabla 44: Dosificación de cloro para la desinfección de agua.

ITEMS	CANTIDADES
Hipocloración de Sodio Comercial al 12%	120gr/litro

ITEMS	CANTIDADES
Caudal	4.07L/s
Para Q del Proyecto	234.43m3/dia
Litros de Cloro Comercial	4.10 Litros
Requerimiento	0.12Kg/dia
Cálculo de la Capacidad	
Horas de Bombeo	16.00Kg/dia
Volumen de hipoclorito al 2%	24.62 Litros
Carga Constante	1.54Kg/dia
Capacidad (Ca)	0.49Kg/dia

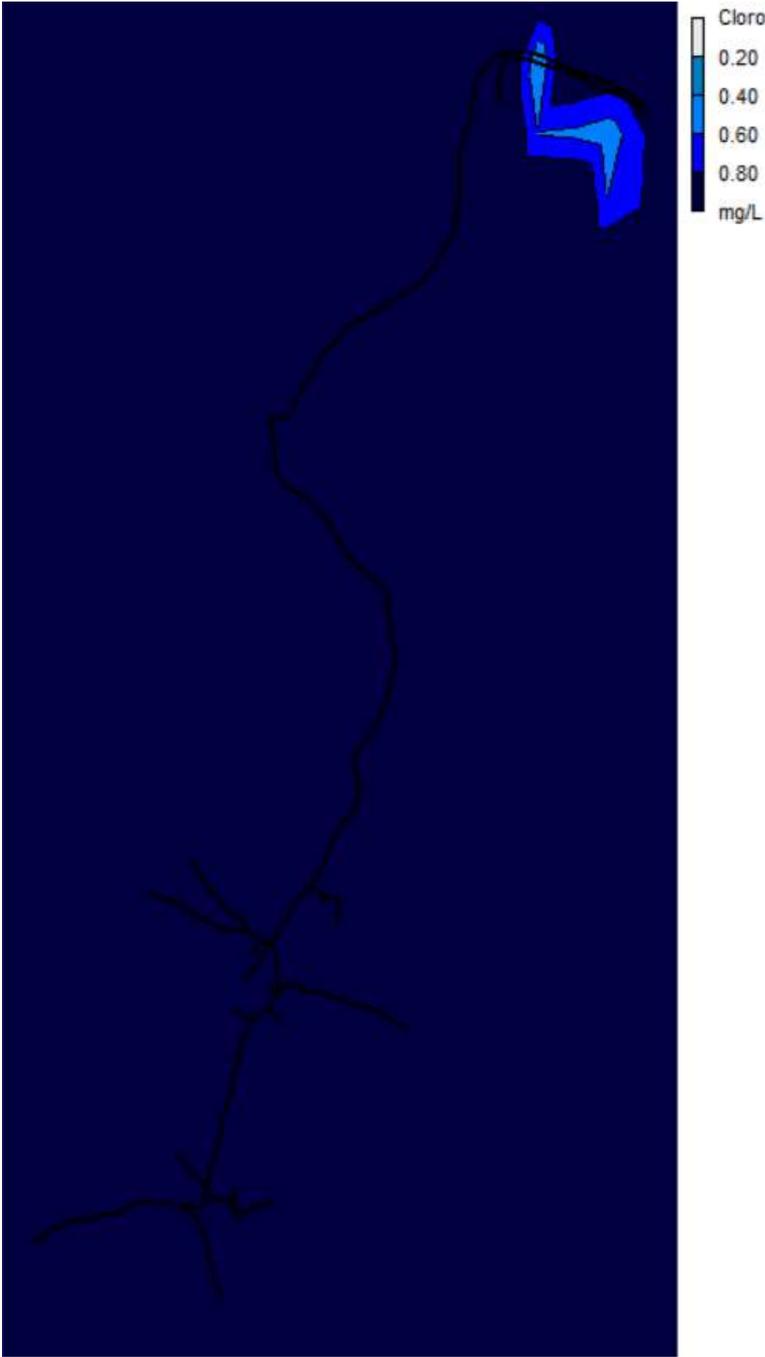
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 42: Cloro a las 6 horas.



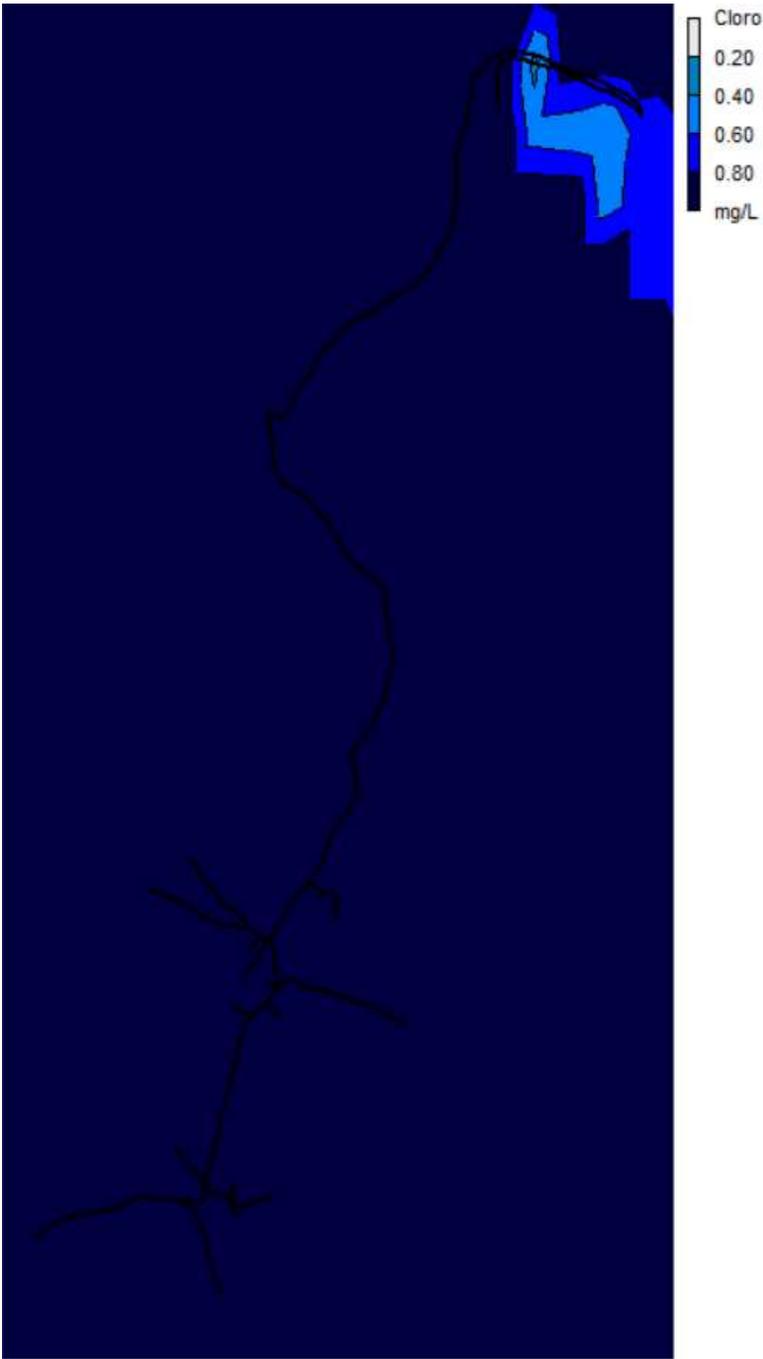
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 43: Cloro a las 12 horas.



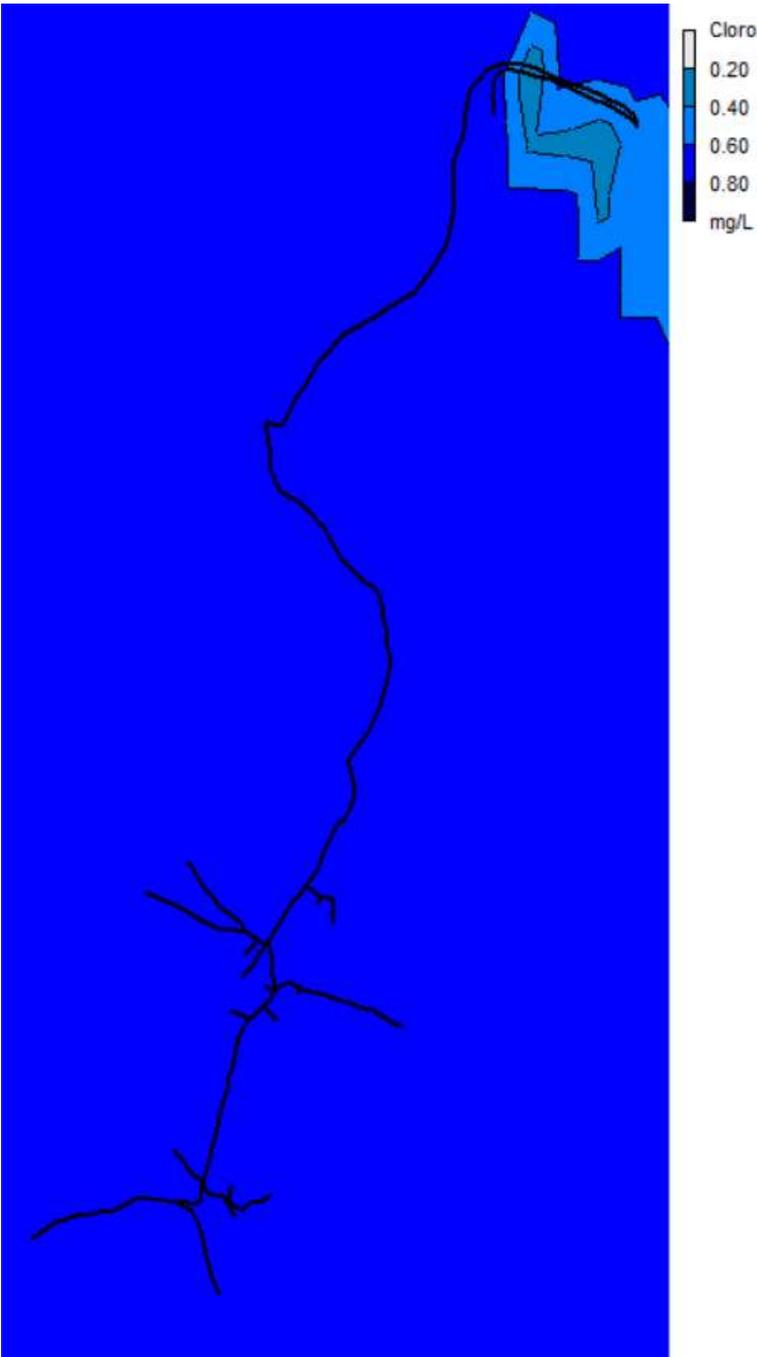
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 44: Cloro a las 16 horas.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 45: Cloro a las 24 horas.



Fuente: Elaboración propia.

4.5 Presupuesto.

El presupuesto se realizó en base al catálogo de etapas y subetapas del Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE), donde especifica detalladamente el orden de etapas que debe presentarse para un proyecto de abastecimiento de agua potable, dicho presupuesto se calcula en base a los planos constructivos, y se obtuvo como resultado total un monto de inversión de C\$5,817,302.85, en el anexo tabla 55, se muestra de forma detallada y desglosada los costos de la inversión requeridos para ejecutar satisfactoriamente el proyecto.



Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones.

- Se encontró que el 59% del total de familias cuentan con salario por debajo del mínimo siendo este de C\$3000 a C\$5000.
- El relieve en la comunidad de Las Uvas es regular dado que cuenta con cordilleras, valles y montañas con pendientes positivas, respecto al punto más bajo, con alturas favorables para el desplazamiento al tanque de almacenamiento.
- Como resultado el pozo a construir en la comunidad Las Uvas tendrá un caudal de 64.47 gpm (4.07 lps), que es suficiente para la demanda de 2.56 lps. Las pruebas físico-químico y metales pesados cumplieron con los parámetros, no obstante, la prueba bacteriológica no cumple.
- El MABE trabajará para un periodo de diseño de 20 años, donde los primeros 10 años tendrá una demanda de 2.13 lps, donde el tanque se abastecerá con una bomba sumergible CRE 3-21 A-FGJ-A-E-HQQE, con potencia de 5.66 hp, con altura manométrica de 154.77 m, y una bomba sumergible CRE 5-22 K-FGJ-A-E-HQQE para los próximos 10 años con potencia de 7.22 hp, con capacidad de altura total de 159.02 m y una demanda de 2.56 lps, mientras que la red de distribución se suministrará por medio del tanque de almacenamiento (727.24msnm), cabe mencionar que, fue necesario diseñar válvulas de limpieza debido a bajas velocidades, puesto que según la norma NTON 09 007-19, p. 24 – 25 no cumplen su criterio de diseño, de igual forma se diseñaron 2 válvulas rompe presión en los sectores 3 y 5 debido a las altas presiones en los mismos y no cumplían con lo que expresa la NTON 09 007-19, p. 29.
- La inversión que incluye todas las etapas, para la ejecución del nuevo sistema de agua potable asciende a C\$5,817,302.85 (cinco millones ochocientos diecisiete mil trecientos dos córdobas).

5.2 Recomendaciones.

Para la ejecución del proyecto, es importante mencionar algunas recomendaciones que deben considerarse para el sistema de agua potable:

- Realización de un estudio para fijar la tarifa, tomando en cuenta el ingreso de las familias.
- Realización de programas de sensibilización a la población, para el buen uso del agua. Se debe enseñar que la red es únicamente para consumo humano y no para riego, con el objetivo de tener una eficiencia hidráulica del sistema y que se pueda garantizar agua en los puntos críticos de la zona.
- La alcaldía de Jalapa en coordinación con los CAPS, deben diseñar y ejecutar un plan de mantenimiento adecuado al sistema de agua potable.
- Evitar la construcción de letrinas a la cercanía del pozo, en una distancia de 100 m a la redonda.

BIBLIOGRAFÍA.

ANA. (2019). Norma técnica obligatoria nicaragüense- NTON 09 007 19. MIFIC.

ANA. (2023). Norma Técnica obligatoria nicaragüense NTON 09 007 19. Managua: ANA-UNICEF.

Arturo Rocha Felices. (2007). Hidráulica de tuberías de canales. Perú: Universidad nacional de ingeniería.

BANCO MUNDIAL. (03 de Octubre de 2022). Banco mundial:
<https://www.bancomundial.org/es/topic/water/overview>

CAPRE. (1993). Norma regional CAPRE. San Jose Costa Rica: CAPRE.

CENEPRED. (2016). Guia para la elaboración del estudio socioeconómico, cultura y ambiental para el reacentamiento poblacional en zonas de no muy alto riesgo no mitigable. Perú: Cenepred.

CEPAL. (07 de 06 de 1988). Repositorio CEPAL. Mexico CDMX: Nu. Cepal. Técnicas de proyecciones de población de áreas menores: aplicación y evaluación.:
<https://repositorio.cepal.org/entities/publication/6d1790a3-946c>

ENACAL. (2008). Empresa nicaraguense de acueductos y alcantarillados. Managua: ENACAL.

FAO. (1997). Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación. FAO. www.rasnic.org

FES UNAM ACLATÁN. (2010). Apuntes de topografía. Juárez, México.

INAA. (1999). Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de agua potable. Managua: ANAA.

INAA. (1999a). Diseño de abastecimiento de aguas en el medio rural y saneamiento basico rural.

INAA. (1999b). Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilizacion de agua potable. Managua: INAA.

INAA. (2006). Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de agua residuales. Managua: ANA.

INEGI. (2017). Metodología de indicadores de la serie histórica censal. Mexico CDMX: Instituto nacional de estadística y geografía.

INIDE. (2008). INIDE. Managua.

MTI. (2008). Manual para la revisión de costos y presupuestos. Managua, Nicaragua: MTI.

MTI. (2008). Manual para la revisión de estudios topográficos. Managua: MTI.

SIASAR. (2022). Nicaragua - SIASAR. SIASAR: <https://globalsiasar.org/>

Universidad de castilla de la mancha. (16 de Agosto de 2011). Universidad de castilla de la mancha cátedra de ingeniería rural. https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Trans_hidr/Tema10.PDF



Anexos.

ANEXOS

Formato de Encuesta (FISE)

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA Y DE HIGIENE A NIVEL COMUNITARIO

ENCUESTA DE VIVIENDA

No _____

Fecha de aplicación: _____

Nombre completo del encuestador: _____

Código del encuestador: _____

I. DATOS DE LA COMUNIDAD

Departamento: _____ Municipio: _____

Nombre del Barrio o Comunidad: _____

Coordenadas UTM (WGS84): X: _____ Y: _____ Z: _____

II. DATOS DE COMPOSICIÓN DE LA FAMILIA

Nombres, Apellidos Jefe/a de familia: _____

Cédula del

jefe/a de familia: _____

Miembro de la Familia (Iniciar con responsable o jefe/a del hogar), Número de teléfono:

Conformación del Hogar (**Iniciar con persona jefe/a de familias**)

No.	Nombre y Apellidos	Hombre (x)	Mujer (x)	Edad	Trabaja Sí-No	Ocupación Actual	Escolaridad
1							
2							

3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

(N; Ninguno, P; Primaria; S; Secundaria, T; Técnico, U; Universitario)

Síntesis composición familiar:

Número de familias que viven en la vivienda:		Número de integrantes de las familias:	
Número de hombres:		Número de mujeres:	
Número de niños y niñas de 0 a 18 años:			

1. ¿Existen en el hogar personas con capacidades diferentes? Sí _____ No _____

Hombres: _____ Edad: _____ Niños: _____ Edad: _____

Mujeres: _____ Edad: _____ Niñas: _____ Edad: _____

III. SITUACIÓN ECONÓMICA DE LA FAMILIA

2. ¿Cuántos de los miembros de la familia realizan trabajo remunerado?

Hombres: _____ Mujeres: _____

3. ¿Cuál es el ingreso económico total de todos los miembros de la familia que trabajan y aportan a gastos del hogar al mes? C\$ _____

4. ¿Cuánto es el gasto promedio mensual en pago por energía eléctrica del hogar?
C\$ _____

5. ¿Cuánto es el gasto promedio mensual en pago por telefonía celular del hogar?
C\$ _____

6. ¿Cuánto es el gasto mensual estimado al mes en el hogar? C\$ _____

IV. CONDICIONES DE LA VIVIENDA

7. Ubicación de la vivienda. Dispersa _____ Concentrada _____

Coordenadas del hogar UTM (WGS84): X: _____ Y: _____ Z: _____

8. Características o materiales de construcción predomina en la vivienda

Paredes: a) Bloque ___ b) Ladrillo ___ c) Madera ___ d) Otros ___

El piso: a) Madera ___ b) Tierra ___ c) Ladrillo ___ d) Otros ___

El techo: a) Zinc ___ b) Teja ___ c) Palma ___ d) Otros ___

9. ¿La vivienda cuenta con servicio de energía eléctrica? Sí ___ No ___

10. ¿Tiene otra fuente de energía eléctrica? Sí ___ No ___

11. ¿La vivienda cuenta con servicio de agua potable? Sí ___ No ___

12. ¿La vivienda cuenta con aguas negras? Sí ___ No ___

13. ¿La vivienda cuenta con aguas grises? Sí _____ No _____

14. ¿La vivienda cuenta con Televisión (Cable o Satelital)? Sí _____ No _____

15. ¿Conexión a internet? Sí _____ No _____

16. Dominio o tendencia de la vivienda

Propia _____ Alquilada _____ Comunal _____ Prestada _____ En cuido _____

17. Legalidad del dominio

Sí _____ No _____ En trámite _____ No informa _____

18. ¿Cuál es el uso de la vivienda? (**Marcar con una x una o más opciones**)

Domicilio ()

Bar ()

Comedor ()

Comercio ()

Pulpería ()

Iglesia ()

Bodega ()

Farmacia ()

Otros ()

Otro, Mencione: _____

19. Condiciones de la Vivienda

Hay lavaderos con grifos con agua

Hay baldes con grifos con agua

Hay lavaderos caseros

Hay baldes portátiles con agua

Otros elementos

V. ABASTECIMIENTO DE AGUA CONSUMO

20. ¿Cómo se abastece de agua para su consumo del hogar?

a) Red pública dentro de la vivienda _____

- b) Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la propiedad _____
- c) Pozo público _____
- d) Pozo privado _____
- e) Fuente natural _____
- f) Cosecha de agua _____
- g) Otro ¿Cuál? _____

21. Si la vivienda se abastece con red pública. ¿Tiene medidor de agua?

- Sí
- No

22. ¿Quién administra la red de agua potable de la vivienda?

- ENACAL/CAPS/Empresa Agua
- Red Privada

Sí es la primera opción nombrar al proveedor: _____

23. Días de la semana que tiene el servicio

Diario _____ 2 días _____ tres _____ cuatro _____ cinco _____ seis _____ siete _____ Otros _____

24. Sí el agua no es por red. ¿Cuántos días acarrea?

Diario _____ 2 días _____ tres _____ cuatro _____ cinco _____ seis _____ siete _____

25. Distancia que recorre para traer el agua (Ida y vuelta)

- Menor a 0.1 km
- Entre 0.1 y 0.5 km
- Entre 0.5 y 1 km
- Entre 1 y 3 km

Mayor a 3 km

26. Tiempo utilizado para acarrear el agua desde la fuente de agua (Ida y vuelta):

_____Minutos.

27. Cantidad de viajes realizados por día de acarreo

Uno

Entre 2 y 3

Entre 4 y 5

Más de 5

28. Cantidad de agua acarreada por viaje

Barril de 55 galones

Baldes de 20 litros

Pichingas de 5 litros

Pichingas de 1 litro

29. ¿Quién acarrea el agua?

Alguien externo al que se le paga acarreo

Niña, menor de 12 años

Niño, menor de 12 años

Varón, menor de 18 años

Mujer, menor de 18 años

Hombre, menor de 60 años

Mujer, menor de 60 años

Hombre, mayor de 60 años

Mujer, mayor de 60 años

COMENTARIO

30. Medios para acarrear el agua

- Vehículo
- Bicicleta
- Carreta
- Bestia
- Carretillas/carretón
- Motocicleta
- A pie

31. ¿Dispone de suficiente agua para atender las necesidades del hogar? Sí ____ No ____

32. ¿Tiene menos disponibilidad en el verano? Sí ____ No ____

33. Actualmente, ¿Cuánto es el gasto mensual aproximado por el pago del agua para uso y consumo del hogar? C\$ _____

34. ¿Qué condiciones tiene el agua que consumen? (¿Se puede marcar varias situaciones?)

- a) Es de calidad ____ b) Tiene mal sabor ____ c) Tiene mal olor ____ d) Tiene mal color ____ e) Ninguno ____

VI. SANEAMIENTO E HIGIENE AMBIENTAL DE LA VIVIENDA (Observar, Verificar)

35. ¿Tiene instalación de saneamiento? Sí ____ No ____

36. ¿Cuál es la opción de saneamiento que posee en su vivienda?
 a) Letrina____ b) Inodoro _____ c) Ninguna____ d) Otros (Mencionar)_____
37. ¿Usa letrina? Sí _____ No_____
38. ¿En qué estado se encuentra su opción de saneamiento? a) Buena____ b)
 Regular_____ c) Mala_____
39. Calidad de mantenimiento de la instalación del saneamiento (Estabilidad, limpieza, cuidado, preservación de la intimidad, higiene)
 Muy buena____ Buena_____ Regular _____ Malo_____ Muy malo_____
40. ¿Dónde está instalada su opción de saneamiento?
 a) Dentro de la vivienda____ b) Fuera de la vivienda_____ (Sí es la segunda opción indique a que distancia de la vivienda) _____ Metros
41. ¿Su opción de saneamiento es exclusivo?
 a) Sí, exclusivo_____ b) No, compartido con otras familias_____
42. ¿Cuántas familias comparte la opción de saneamiento? _____
43. ¿Están satisfechos con su opción de saneamiento que utilizan actualmente? Sí_____ No_____
- ¿Por qué? _____
44. De no tener opción de saneamiento, ¿Estaría dispuesto/a apoyar con la construcción de estas? Sí_____ No_____
45. ¿Cuánto estaría dispuesto(a) pagar para mejorar su opción de saneamiento? C\$_____
46. Tiene lavadero. Sí_____ No_____
47. ¿Qué hacen con las aguas de la cocina y/o lavadero de la casa?

a) La riegan____ b) La dejan correr_____ c) La infiltran_____

48. ¿Qué hacen con los desechos sólidos (Basura del hogar)?

a) La queman___ b) La botan___ c) Recolección domiciliar___ d) La entierran___

Explique: _____

Firma del Encuestador: _____

Número de Cédula: _____

Tabla 45: Período de diseño de los diferentes componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.

Tipos de componentes	Periodo de diseño años
Presas, Diques	50
Pozos perforados	20
Plantas de potabilización	20
Pozos excavados	10
Equipos de bombeo	10
Captaciones superficiales y manantiales	20
Captación de agua de lluvia	10
Desarenador	20
Filtro grueso ascendente con capas (FGAC)	20
Filtro grueso dinámico (FGD)	20
Líneas de Conducción	20
Filtro lento de arena (FLA)	20
Tanque de almacenamiento	20
Red de distribución	20
Galería de infiltración	20

Tabla 46: Diámetro de columna de bombeo en relación al caudal.

Diámetros de columna de bombeo mm	Caudal de Bombeo L/s
75	3,15
100	6,3
150	37,8
200	75,7

Tabla 47: Diámetro de sartas de conexión de bombas.

Diámetro de sarta mm	Rango de caudales L/s	
50	5,05	-
75	5,05	12,6
100	12,06	25,2
150	25,2	56,8
200	56,8	75,7
250	75,7	101

Tabla 48: Velocidades máximas de diseño.

Tipo de tubería	Velocidad máxima [m/s]
De concreto simple hasta 457.2 mm de diámetro	3
De concreto reforzado	3
De acero con y sin revestimiento	5
De polietileno de alta densidad	5
De P.V.C	5
Túneles sin revestimiento	2

Tabla 49: Costo anual equivalente de la línea de conducción.

Costo anual equivalente de la línea de impulsión								
Año	Población	CMD (l/s)	Carga dinámica	Vp	FRC	CAT	CAE	CAEq
2022	748	1.71	151.29 m	C\$275,128.49	0.134	C\$36,867.22	C\$172,323.70	C\$209,190.91
2023	767	1.75	151.58 m	C\$245,650.44	0.134	C\$32,917.16	C\$172,660.86	C\$205,578.02
2024	785	1.79	151.88 m	C\$219,330.75	0.134	C\$29,390.32	C\$173,002.58	C\$202,392.90
2025	804	1.84	152.27 m	C\$195,831.03	0.134	C\$26,241.36	C\$173,441.11	C\$199,682.47
2026	823	1.88	152.64 m	C\$174,849.13	0.134	C\$23,429.78	C\$173,861.43	C\$197,291.21
2027	842	1.92	152.96 m	C\$156,115.29	0.134	C\$20,919.45	C\$174,225.92	C\$195,145.37
2028	860	1.96	153.28 m	C\$139,388.66	0.134	C\$18,678.08	C\$174,596.12	C\$193,274.20
2029	879	2.01	153.70 m	C\$124,454.16	0.134	C\$16,676.86	C\$175,067.69	C\$191,744.55
2030	898	2.05	154.03 m	C\$111,119.78	0.134	C\$14,890.05	C\$175,452.69	C\$190,342.74
2031	916	2.09	154.42 m	C\$ 99,214.09	0.134	C\$13,294.69	C\$175,896.92	C\$189,191.61
2032	935	2.13	154.77 m	C\$ 88,584.01	0.134	C\$11,870.26	C\$176,295.60	C\$188,165.85
2033	954	2.18	155.22 m	C\$ 79,092.87	0.134	C\$10,598.44	C\$176,801.34	C\$187,399.78
2034	972	2.22	155.58 m	C\$ 70,618.63	0.134	C\$ 9,462.90	C\$177,213.68	C\$186,676.57
2035	991	2.26	155.95 m	C\$ 63,052.35	0.134	C\$ 8,449.01	C\$177,631.71	C\$186,080.73
2036	1010	2.30	156.36 m	C\$ 56,296.74	0.134	C\$ 7,543.76	C\$178,099.86	C\$185,643.63
2037	1029	2.35	156.83 m	C\$ 50,264.95	0.134	C\$ 6,735.50	C\$178,639.78	C\$185,375.28
2038	1047	2.39	157.22 m	C\$ 44,879.42	0.134	C\$ 6,013.84	C\$179,079.46	C\$185,093.30
2039	1066	2.43	157.61 m	C\$ 40,070.91	0.134	C\$ 5,369.50	C\$179,524.83	C\$184,894.33
2040	1085	2.48	158.10 m	C\$ 35,777.60	0.134	C\$ 4,794.20	C\$180,088.66	C\$184,882.86
2041	1103	2.52	158.60 m	C\$ 31,944.28	0.134	C\$ 4,280.53	C\$180,658.19	C\$184,938.73
2042	1122	2.56	159.02 m	C\$ 18,126.04	0.134	C\$ 2,428.89	C\$181,134.32	C\$183,563.21

Galería de Fotos.

Ilustración 46: Fuente actual de abastecimiento en la comunidad Las Uvas – Jalapa.



Ilustración 47: Vista interior de la obra de captación.



Levantamiento topográfico comunidad Las Uvas – Jalapa.

Tabla 50: Coordenadas y elevaciones del levantamiento topográfico comunidad Las Uvas – Jalapa.

Punto	Norte	Este	Elevación
1	1528977.1	593372.02	665.921
2	1528976.7	593376.52	669.485
3	1528976	593380.14	669.192
4	1528975.5	593380.95	668.312
5	1527538.4	592517.02	667.191
6	1527537.4	592517.07	668.751
7	1527530.5	592517.92	669.024
8	1527529.8	592516.93	668.094
9	1531045.8	593739.32	649.386
10	1531047	593739.44	649.401
11	1531046.4	593732.37	649.34
12	1531047.6	593732.35	649.2
13	1531046.7	593735.74	650.788
14	1529968.2	593119.07	653.048
15	1529938.5	593118.89	653.123
16	1529879	593166.99	654.235
17	1529835.3	593238.34	656.815
18	1529776.4	593292.27	660.621
19	1529741.4	593303.67	662.287
20	1529659.6	593355.95	669.452
21	1529595.1	593418.62	671.758
22	1529579.7	593462.19	670.716
23	1529453.8	593487.64	678.093
24	1529306.4	593502.94	688.244
25	1529223.8	593479.63	688.193
26	1529096.5	593424.32	679.269
27	1529015.7	593362.28	671.191
28	1528911.8	593386.4	674.39
29	1528849.4	593366.93	676.728
30	1528775.7	593309.39	674.564
31	1528766.6	593311.61	674.488
32	1528710	593285.81	675.601
33	1528624.4	593243.51	677.699
34	1528609.6	593223.67	676.773
35	1528526.7	593159.96	675.795
36	1528571.2	593274.88	683.104

Punto	Norte	Este	Elevación
37	1528568.4	593300.54	684.176
38	1528559.1	593319.48	685.104
39	1528512.3	593312.33	687.206
40	1528488.5	593320.37	688.151
41	1528423.6	593105.84	677.162
42	1528257.6	593125.87	680.918
43	1528413.2	593089.45	676.907
44	1528368.6	593063.01	677.72
45	1528427.9	593062.43	675.613
46	1528456.4	593030.08	673.451
47	1528321.2	593029.44	675.985
48	1528307.5	593020.11	674.69
49	1528384.8	593028.95	675.528
50	1528514	592984.93	671.13
51	1528564.6	592928.06	667.874
52	1528677.4	592843.12	661.958
53	1528476.5	592921.49	668.38
54	1528521.1	592846.01	663.941
55	1528592.9	592691.7	657.229
56	1528423.6	593105.84	676.91
57	1528216.6	593088.74	679.138
58	1528293.9	593148.3	684.414
59	1528282.2	593218.02	684.157
60	1528282.2	593218.02	684.23
61	1528236.7	593188.55	688.136
62	1528217.1	593385.86	690.172
63	1528198.6	593457.78	692.942
64	1528155.7	593518.28	698.562
65	1528173.6	593041.19	675.589
66	1528101.6	593010.86	673.017
67	1527838.7	592942.32	681.922
68	1527629.5	592891.16	692.284
69	1527600.7	592942.83	696.69
70	1527586.8	592891.83	691.931
71	1527646.1	592882.76	691.498
72	1527728.6	592811.91	686.704
73	1527593.4	592959.52	699.059
74	1527602.4	592976.81	697.603
75	1527519.9	592999.69	709.335
76	1527580.6	592980.02	700.166
77	1527557.5	593008.88	703.295

Punto	Norte	Este	Elevación
78	1527570.8	593030.18	703.736
79	1527575.5	593051.25	702.972
80	1527594.7	593094.35	695.84
81	1527496.9	593017.66	713.372
82	1527461.1	593033.92	716.138
83	1527568.9	592852.06	692.046
84	1527573.3	592829.67	692.977
85	1527587.6	592719.32	687.754
86	1527536.1	592859.93	696.626
87	1527440.9	592897.4	704.954
88	1527412.2	592895.37	704.784
89	1527356.3	592914.09	706.814
90	1527316.4	592927.44	709.49
91	1527299	592931.96	707.446
92	1527305.2	592958.31	712.253
93	1527242.6	592982.41	713.729
94	1527297.6	592984.41	713.829
95	1527317.3	593038.28	717.414
96	1527581.4	592664.4	686.203
97	1527556.6	592621.44	681.476
98	1527530.9	592482.94	668.289
99	1530988.6	593705.21	650.079
100	1531048.2	593734.04	650.723
101	1530707	593683.46	646.766
102	1530111.6	593140.24	653.809
103	1530278.7	593239.91	654.504
104	1530374.7	593317.05	647.335
105	1530424.9	593375.84	650.861
106	1530537.5	593562.66	648.239
107	1530544.2	593571.57	647.506
108	1530138.7	593159.03	654.651
126	1530136.9	593153.39	654.765
127	1530132.9	593159.7	654.805
128	1530161.5	593168.25	655.079
129	1530157.3	593171.72	655.113
130	1530182.6	593187.13	655.448
131	1530184.8	593182.51	655.332
132	1530207.9	593197.02	655.451
133	1530205.3	593200.81	655.537
134	1530231.1	593210.21	655.31
135	1530250.9	593228	655.041

Punto	Norte	Este	Elevación
136	1530253.6	593224	655.01
137	1530276	593237.48	654.576
138	1530274	593240.23	654.633
139	1530296.3	593248.69	653.111
140	1530293.7	593251.95	653.276
141	1530317.6	593264.99	650.402
142	1530314.6	593268.62	650.489
143	1530333.5	593285.82	648.568
144	1530336.5	593281.5	648.369
145	1530373.2	593315.53	647.231
146	1530371	593318.69	647.175
147	1530393.3	593333.55	648.324
148	1530390	593336.22	648.333
149	1530407.6	593356.11	649.692
150	1530424.9	593375.34	650.79
151	1530419.1	593378.38	651.335
152	1530433.5	593400.91	651.543
153	1530439	593398.16	651.31
154	1530452	593420.06	650.765
155	1530447.2	593423.08	651.151
156	1530465.6	593441.17	650.299
157	1530488.9	593490.63	650.366
158	1530493.7	593487.08	650.292
159	1530506.5	593508.95	650.205
160	1530501.6	593511.4	650.127
161	1530514.5	593533.45	649.196
162	1530519	593530.42	649.356
163	1530527.9	593554.48	648.54
164	1530531.6	593551.74	648.624
165	1530540.4	593575.92	647.355
166	1530562.6	593596.04	646.788
167	1530566.1	593592.44	646.571
168	1530599.6	593615.88	646.198
169	1530625.4	593638.04	645.908
170	1530628.7	593632.48	646.06
171	1530660.4	593655.04	645.791
172	1530657.8	593658.65	645.641
173	1530688.5	593672.18	646.155
174	1530686	593675.87	646.189
175	1530719.5	593690.79	647.212
176	1530751.8	593695.89	648.558

Punto	Norte	Este	Elevación
177	1530752.4	593691.29	648.593
178	1530784.7	593695.36	649.046
179	1530783.6	593700.42	648.966
180	1530817.3	593699.85	649.427
181	1530816.3	593704.39	649.404
182	1530850.2	593704.29	649.767
183	1530849.4	593708.91	649.849
184	1531069.8	593740.39	650.886
185	1531070.6	593735.18	650.824
186	1531101.5	593736.29	651.174
187	1531101	593741.99	651.281
188	1531131.2	593738.49	650.995
189	1531130.7	593743.59	651.08
190	1531161.6	593742.63	650.792
191	1531160.9	593746.9	650.874
192	1531191.8	593754.75	650.666
193	1531193.3	593750.19	650.659
194	1530706.2	593686.6	646.766
195	1528703.1	593270.8	676.964
196	1528674	593261.34	676.682
197	1528649.1	593239.34	679.497
198	1528651.3	593206.65	681.176
199	1528625.9	593230.09	678.747
200	1528606.9	593241.38	678.51
201	1528600.4	593228.85	677.802
202	1528573.6	593264.85	682.257
203	1528586	593275.74	682.241
204	1528569.2	593288.7	683.847
205	1528537	593252.32	681.672
206	1528532	593247.15	681.177
207	1528532.8	593233.77	681.353
208	1528549.9	593305.89	686.234
209	1528532.9	593315.2	685.942
210	1528506.8	593316.29	686.892
211	1528477.1	593319.07	687.843
212	1528480.8	593332.8	689.037
213	1528574.2	593207.04	675.903
214	1528540.1	593179.12	675.756
215	1528536	593180.29	677.174
216	1528524.6	593173.87	676.087
217	1528558.8	593139.56	674.741

Punto	Norte	Este	Elevación
218	1528557.1	593115.74	673.866
219	1528561.1	593094.17	673.097
220	1528322.3	593005.57	676.862
221	1528308	593027.95	676.506
222	1528337.8	592963.51	673.515
223	1528362.7	592981.19	673.737
224	1528374.8	592952.21	671.888
225	1528547	592972.22	669.12
226	1528570.6	592990.39	668.652
227	1528569.9	592918.58	667.574
228	1528553.5	592931.16	668.451
229	1528622.1	592881.26	664.643
230	1528673.8	592863.8	661.765
231	1528668.9	592838.69	662.799
232	1528707.2	592807.79	659.321
233	1528700.8	592799.12	661.476
234	1528725.1	592900.66	659.628
235	1528434.6	592876.68	669.611
236	1528571	592823.52	670.913
237	1528506.9	592831.03	666.98
238	1528484.8	592862.69	667.532
239	1528559.1	592712.2	660.964
240	1528526.5	592734.74	671.842
241	1528581.2	592683.02	659.314
242	1528261.4	593118.5	683.901
243	1528268.6	593089.84	680.988
244	1528254.5	593131.22	686.233
245	1528223.6	593121.07	685.202
246	1528249.5	593170.06	687.935
247	1528224.4	593191.96	686.129
248	1528194.9	593203.64	686.562
249	1528225.6	593212.53	685.989
250	1528248	593416.84	696.851
251	1528274.5	593390.69	698.414
252	1528162.1	593420.52	701.555
253	1528234.4	593469.46	711.075
254	1528201.3	593534.06	704.946
255	1528142.4	593596.71	706.138
256	1528066.5	593674.97	714.486
257	1528064.8	593645.98	709.321
258	1528211	593096.58	679.413

Punto	Norte	Este	Elevación
259	1528220.8	593066.76	679.886
260	1528185.2	593044.61	676.984
261	1528223.5	593086.99	680.058
262	1528222.3	593076.77	680.096
263	1528191.4	593053.77	677.286
264	1528159	593052	675.968
265	1528134.4	593041.18	676.234
266	1528194.7	592999.17	675.257
267	1528203.4	592959.5	675.219
268	1528188.3	592958.17	674.58
269	1528068.8	593007.05	672.541
270	1528046.7	592989	672.183
271	1527860.4	592960.28	682.264
272	1527825.9	592912.17	683.776
273	1527741.9	592935.68	688.408
274	1527708.3	592918.31	689.084
275	1527661.3	592906.55	691.613
276	1527651	592909.42	693.3
277	1527634.1	592902.65	692.745
278	1527614.2	592886.66	691.138
279	1527637.5	592869.66	691.116
280	1527650.6	592860.21	690.939
281	1527669.3	592838.84	690.658
282	1527699.3	592823.56	689.415
283	1527710.7	592816.51	688.721
284	1527707.6	592822.3	687.802
285	1527713.9	592785.59	687.495
286	1527727.8	592802.16	686.389
287	1527760.9	592782.79	685.189
288	1527609.4	592930.39	696.049
289	1527603	592941.15	697.072
290	1527639.3	592948.9	692.734
291	1527643.4	592942.45	693.969
292	1527542.2	592982.88	707.81
293	1527519.9	592997.2	709.037
294	1527548.9	592995.11	705.496
295	1527528.3	592999.63	708.684
296	1527565.1	592969.66	704.22
297	1527553.1	592975.04	705.756
298	1527623.1	592985.47	698.25
299	1527642.8	592988.61	698.395

Punto	Norte	Este	Elevación
300	1527666.7	592994.39	695.463
301	1527595.3	592999.78	694.861
302	1527546.2	593034.97	704.592
303	1527548	593045.24	706.157
304	1527575.9	593028.93	703.808
305	1527625.2	593054.81	691.405
306	1527622.4	593060.34	691.405
307	1527599.3	593068.89	695.633
308	1527585.7	593100.5	697.199
309	1527622.3	593136.92	700.469
310	1527498	593000.92	711.284
311	1527512.9	593012.26	712.11
312	1527485	593038.04	717.291
313	1527494.6	593015.72	713.586
314	1527495.6	593011.6	713.287
315	1527472.3	593035.89	716.832
316	1527468.9	593011.71	713.874
317	1527469.3	593041.3	717.567
318	1527461.3	593064.65	720.03
319	1527471.6	593085.63	725.115
320	1527462.3	593080.35	725.882
321	1527433.8	593045.27	717.71
322	1527588	592825.39	692.913
323	1527586.5	592807.16	692.087
324	1527574.1	592795.75	690.385
325	1527585.3	592784.81	691.289
326	1527549.6	592866.06	696.866
327	1527549.8	592836.95	695.19
328	1527527.9	592874.82	698.616
329	1527497.2	592856.55	701.079
330	1527480.2	592873.26	702.28
331	1527485.4	592863.66	702.304
332	1527455.7	592887.25	704.077
333	1527458.2	592896.89	706.474
334	1527440.6	592891.56	704.13
335	1527406.5	592889.62	703.919
336	1527379.7	592884.8	704.855
337	1527361.4	592902.24	706.408
338	1527355.8	592919.93	707.755
339	1527295.9	592909.02	709.781
340	1527283	592923.73	710.907

Punto	Norte	Este	Elevación
341	1527273	592930.82	710.775
342	1527252.2	592947.84	713.409
343	1527193	592989.66	719.797
344	1527207.5	592976.35	718.468
345	1527239.4	592986.01	714.651
346	1527238.4	592973.45	714.856
347	1527226.6	592959.37	717.101
348	1527310.1	592969.19	712.44
349	1527293.6	592995.47	715.39
350	1527334.6	593004	716.31
351	1527316.9	593015.49	716.485
352	1527319.2	593032.51	717.353
353	1527307.1	593024.14	717.394
354	1527298	593039.53	717.388
355	1527292.4	593046.99	717.197
356	1527262.5	593112.11	728.641
357	1527263.6	593100.19	725.54
358	1527573.8	592745.09	690.136
359	1527576.9	592730.46	689.656
360	1527612.8	592758.75	692.051
361	1527601.2	592701.11	687.712
362	1527566.6	592662	688.159
363	1527573.6	592632.02	687.561
364	1527547.5	592613.17	681.027
365	1527559.4	592599.82	680.401
366	1527538.7	592583.08	676.34
367	1527531.5	592561.85	676.387
368	1527493.8	592525.83	671.602
369	1527485.8	592506.37	671.817
370	1527510.5	592396.43	667.907
371	1527465.4	592396.58	668.752
372	1527472.9	592378.79	666.245
373	1527433.2	592302.77	660.877
374	1529978.1	593109.29	653.101
375	1529952.6	593124.72	653.194
376	1529930.2	593119.13	653.181
377	1529935.2	593129.6	653.519
378	1529912.2	593130.63	653.545
379	1529918.1	593139.21	653.55
380	1529891.7	593142.7	653.612
381	1529898.5	593152.44	653.841

Punto	Norte	Este	Elevación
382	1529870.1	593178.16	654.521
383	1529878.7	593182.7	654.824
384	1529857	593201.78	656.058
385	1529864.6	593206.05	655.508
386	1529841.1	593223.42	656.344
387	1529846.3	593230.78	656.658
388	1529811.6	593248.08	657.85
389	1529818.9	593255.62	657.899
390	1529791.7	593264.43	659.062
391	1529799.6	593272.86	659.071
392	1529772.2	593282.63	660.22
393	1529782.7	593287.66	659.99
394	1529747.8	593310.29	662.576
395	1529717.1	593314.98	664.54
396	1529721	593321.77	665.093
397	1529739.4	593303.5	662.075
398	1529674.3	593342.37	668.089
399	1529678.8	593348.12	668.422
400	1529657.4	593364.89	669.805
401	1529654	593359.87	669.79
402	1529635.3	593377.24	670.65
403	1529639.9	593382.1	670.78
404	1529617	593393.97	671.685
405	1529621.2	593398.73	671.505
406	1529777.4	593296.12	661.06
407	1529597.8	593412.85	671.975
408	1529603.7	593417.44	672.141
409	1529584.5	593438.38	670.716
410	1529592.5	593440.55	670.955
411	1529573.9	593452.32	669.729
412	1529585.3	593461.62	671.413
413	1529555.7	593463.37	670.467
414	1529558.1	593473.99	670.961
415	1529506.5	593470.91	674.979
416	1529509.4	593482.14	674.519
417	1529481.2	593475.75	676.502
418	1529481.5	593487.28	676.777
419	1529454	593478.63	677.933
420	1529456.4	593491.56	678.516
421	1529413.2	593485.63	680.619
422	1529416.1	593498.81	681.12

Punto	Norte	Este	Elevación
423	1529390	593503.13	683.216
424	1529387.1	593489.74	682.565
425	1529342.1	593496.33	687.657
426	1529343.9	593508.99	687.5
427	1529317.2	593495.06	688.131
428	1529315.5	593506.56	688.342
429	1529285	593486.97	688.145
430	1529283.1	593499.81	688.792
431	1529259	593481.36	689.341
432	1529256.9	593494.13	689.989
433	1529235.8	593475.11	689.337
434	1529231.5	593486.35	689.754
435	1529212.8	593468.85	687.923
436	1529209.9	593479.51	688.517
437	1529188.5	593459.01	686.262
438	1529186	593470.9	686.294
439	1529167.5	593450.07	683.407
440	1529163.5	593463.26	684.252
441	1529125.3	593431.67	680.789
442	1529120.5	593442.7	680.922
443	1529103.4	593420.75	680.768
444	1529098.5	593429	680.578
445	1529082.7	593405.05	677.956
446	1529078.8	593411.05	677.449
447	1529062.8	593389.76	675.362
448	1529058.3	593396.23	675.256
449	1529040	593373.44	673.502
450	1529036.4	593380.8	672.885
451	1529020.6	593362.17	672.044
452	1529018.1	593373.11	671.056
453	1528999.4	593359.02	670.12
454	1529005.7	593372.53	669.991
455	1528952.7	593375.51	671.222
456	1528955	593385.09	670.715
457	1528910.9	593378.16	675.021
458	1528909.6	593387.87	674.895
459	1528886.1	593374.1	675.546
460	1528885.5	593379.9	675.113
461	1528867.1	593370.28	676.838
462	1528864.8	593375.98	676.564
463	1528846	593358.86	676.546

Punto	Norte	Este	Elevación
464	1528842.2	593364.82	676.477
465	1528827.1	593343.07	676.047
466	1528823.7	593349.93	675.92
467	1528811.3	593329.23	675.374
468	1528807	593335.88	675.219
469	1528807.3	593325.74	675.086
470	1528801.2	593331.4	674.949
471	1528775.3	593305.69	674.388
472	1528771.4	593315.89	674.304
473	1528747.8	593294.02	675.04
474	1528743.5	593302.62	674.729
475	1528723.2	593282.73	675.343
476	1528719.7	593292.44	675.242
477	1528709.4	593276.85	675.829
478	1528689.5	593268.34	676.297
479	1528686.2	593277.78	674.772
480	1528657.6	593255.86	677.328
481	1528655.4	593262.5	677.288
482	1528627.2	593248.89	678.835
483	1528632.8	593238.05	678.504
484	1528609.3	593221.27	676.341
485	1528601.5	593229.71	677.333
486	1528588.9	593206.67	676.077
487	1528584.8	593214.35	676.276
488	1528561.6	593186.98	675.607
489	1528557.1	593193.41	676.27
490	1528591.9	593244.81	679.129
491	1528594.6	593246.44	679.238
492	1528569.3	593274.65	683.194
493	1528570.4	593273.27	683.141
494	1528549.4	593260.8	681.455
495	1528550.8	593259.07	681.278
496	1528574.2	593278.05	683.477
497	1528577.3	593276.68	683.021
498	1528563.6	593317.78	684.716
499	1528561.3	593315.69	684.803
500	1528557.2	593316.72	685.209
501	1528556.5	593320.07	685.534
502	1528545	593314.76	686.518
503	1528544.8	593316.97	686.241
504	1528519.4	593309.31	687.163

Punto	Norte	Este	Elevación
505	1528518.8	593312.19	687.078
506	1528490.5	593316.65	687.768
507	1528494.7	593318.22	687.706
508	1528542.3	593179.74	676.408
509	1528546.3	593171.96	676.034
510	1528530.2	593159.79	675.51
511	1528524.5	593155.88	675.635
512	1528542.9	593139.2	674.74
513	1528485.1	593134.72	675.96
514	1528481.1	593141.73	676.161
515	1528434.5	593100.6	676.749
516	1528428.3	593114.08	677.352
517	1528411	593106.22	677.131
518	1528411.9	593110.55	677.311
519	1528387.8	593109.8	677.641
520	1528389	593113.63	677.767
521	1528363.5	593114.18	678.176
522	1528364.9	593118.02	678.67
523	1528338.6	593114.92	679.027
524	1528339.7	593121.52	678.983
525	1528314.3	593117.93	680.511
526	1528316.2	593125.72	680.429
527	1528287	593121.8	682.468
528	1528289.3	593130.11	680.919
529	1528417.5	593089.82	676.693
530	1528402.5	593082.15	677.087
531	1528401.4	593088.68	677.435
532	1528388.6	593073.39	677.6
533	1528378.4	593073.69	678.167
534	1528364.1	593058.32	677.534
535	1528361.9	593061.51	677.631
536	1528349.9	593048.13	676.859
537	1528348.6	593051.15	676.996
538	1528329.1	593032.54	676.082
539	1528326.4	593034.66	676.096
540	1528311.4	593019.38	676.655
541	1528310.3	593022.23	676.756
542	1528434.1	593065.82	675.286
543	1528431.6	593063.94	675.303
544	1528425.9	593058.93	675.414
545	1528419.5	593063.08	675.502

Punto	Norte	Este	Elevación
546	1528410.4	593048.26	675.101
547	1528408.2	593052.2	675.398
548	1528387.7	593025.15	675.126
549	1528381.6	593027.9	675.76
550	1528450	593042.3	673.894
551	1528447.6	593040.7	673.969
552	1528456.2	593031.95	673.668
553	1528451.6	593029.13	673.209
554	1528457.4	593025.44	673.422
555	1528469.9	593021.36	673.015
556	1528488.2	593008.26	672.37
557	1528491.5	593012.75	672.414
558	1528510.3	592993.32	671.499
559	1528508.3	592990.57	671.053
560	1528518.5	592974.96	670.638
561	1528523.1	592978.09	670.683
562	1528528	592960.06	669.848
563	1528545.5	592946.51	668.729
564	1528544.2	592944.42	668.924
565	1528569.3	592921.23	667.601
566	1528571.8	592924.86	667.731
567	1528589.8	592903.92	666.356
568	1528591.6	592906.88	666.396
569	1528612.8	592888.95	665.629
570	1528614.5	592890.87	665.336
571	1528631.2	592874.87	664.053
572	1528634.1	592877.87	664.502
573	1528646.8	592869.13	663.606
574	1528644.4	592865.83	663.458
575	1528669.7	592844.83	662.207
576	1528673.9	592850.38	662.167
577	1528685.8	592840.78	661.61
578	1528682	592833.97	661.765
579	1528461.5	593011.02	672.277
580	1528458.1	593010.3	672.173
581	1528461.7	592999.9	671.656
582	1528464.6	593000.47	671.894
583	1528471.1	592937.18	669.323
584	1528468.1	592936.67	669.132
585	1528487.7	592900.29	666.445
586	1528485.2	592899.01	666.382

Punto	Norte	Este	Elevación
587	1528494.2	592889.69	665.993
588	1528492.2	592888.92	665.408
589	1528509	592869.98	664.491
590	1528506.7	592868.1	664.491
591	1528517.4	592854.84	664.047
592	1528514.5	592853.25	663.894
593	1528525.5	592834.1	663.825
594	1528529.6	592837.01	663.009
595	1528535.4	592822.66	662.547
596	1528532.5	592821.72	662.466
597	1528540	592805.96	661.868
598	1528542.4	592807.04	661.538
599	1528547.6	592787.38	660.905
600	1528550	592788.17	661.279
601	1528571.2	592742.84	659.462
602	1528569.3	592741.73	659.059
603	1528590.9	592699.65	658.413
604	1528586.4	592698.52	658.317
605	1528276.7	593121.96	682.96
606	1528271.2	593136.27	684.567
607	1528265.6	593120.12	683.719
608	1528261.8	593118.95	683.903
609	1528275.6	593107.92	680.615
610	1528273	593105.97	680.797
611	1528284.4	593094.78	679.122
612	1528282.9	593093.84	677.855
613	1528289.7	593134.51	682.497
614	1528282	593142.09	684.082
615	1528296.6	593152.54	684.322
616	1528289.9	593154.44	683.585
617	1528287.4	593177.65	682.349
618	1528294	593180.15	683.198
619	1528277.3	593201.83	683.683
620	1528283.6	593203.59	683.412
621	1528273.9	593211.01	684.203
622	1528260.1	593205.84	686.296
623	1528261.4	593203.54	686.144
624	1528262.2	593275.36	685.838
625	1528250.9	593285.72	686.26
626	1528241	593318.03	687.547
627	1528225.1	593362.73	689.151

Punto	Norte	Este	Elevación
628	1528236.1	593365.9	689.757
629	1528212.2	593391.47	690.759
630	1528224.5	593398.54	692.078
631	1528206.6	593413.88	691.67
632	1528211.9	593416.07	691.605
633	1528201.4	593442.15	692.704
634	1528208.1	593444.37	692.157
635	1528189.6	593463.53	693.822
636	1528195.1	593467.12	693.275
637	1528168.3	593500.48	696.445
638	1528174.1	593505.13	695.132
639	1528147.8	593540.84	700.277
640	1528154.2	593544.31	700.436
641	1528236.1	593117.79	681.638
642	1528241.2	593110.82	681.085
643	1528220.1	593103.61	680.391
644	1528226.1	593097.52	680.082
645	1528211.9	593094.7	679.314
646	1528209.1	593091.56	678.974
647	1528197	593107.96	678.436
648	1528195	593105.92	678.485
649	1528185.1	593118.9	678.956
650	1528183.5	593116.87	678.888
651	1528171.2	593127.3	679.271
652	1528172.8	593129.28	679.455
653	1528201.4	593064.2	678.163
654	1528194.8	593072.59	677.765
655	1528188.8	593051.52	677.053
656	1528181.8	593058.69	676.499
657	1528175.5	593039.53	675.573
658	1528172.5	593037.25	675.361
659	1528178.7	593021.18	674.799
660	1528187	593025.19	675.616
661	1528192.4	593006.1	676.118
662	1528185	593003.76	675.1
663	1528196.5	592991.35	676.779
664	1528190.3	592989.36	676.275
665	1528196.2	592973.81	676.083
666	1528201	592978.84	675.91
667	1528115.4	593006.35	673.634
668	1528112.4	593015.46	673.62

Punto	Norte	Este	Elevación
669	1528088.2	592999.87	673.016
670	1528086.3	593009.21	672.766
671	1528052.3	592990.96	672.714
672	1528050.3	593000.5	672.795
673	1528020.8	592983.1	673.186
674	1528017.7	592993.16	673.58
675	1527988.3	592974.7	672.802
676	1527986.5	592985.3	674.423
677	1527977	592971.75	674.753
678	1527972.8	592980.19	674.838
679	1527944.2	592963.85	676.582
680	1527940.2	592974.06	676.724
681	1527903.9	592954.06	679.031
682	1527899.7	592963.9	679.289
683	1527856.5	592954.92	681.374
684	1527856.4	592942.48	681.018
685	1527821.1	592934.36	682.486
686	1527818.6	592945.48	683.381
687	1527751.5	592917.68	686.663
688	1527748	592924.16	686.364
689	1527723.4	592911.15	688.043
690	1527708	592917.45	689.003
691	1527675	592899.01	690.751
692	1527672.3	592908.73	689.558
693	1527649.8	592891.61	692.122
694	1527646.6	592901.26	691.834
695	1527640	592883.7	691.716
696	1527629.3	592899.31	693.047
697	1527608.8	592907.13	693.028
698	1527613.4	592891.41	692.779
699	1527630.9	592889.44	692.277
700	1527664.7	592863.36	690.347
701	1527662.5	592861.33	690.495
702	1527686.3	592845.79	688.797
703	1527684.8	592844	688.952
704	1527705.7	592830.23	687.864
705	1527704.3	592828.02	688.053
706	1527723.8	592812.61	686.852
707	1527725.8	592814.83	686.714
708	1527750.8	592794.87	685.56
709	1527749	592792.45	685.678

Punto	Norte	Este	Elevación
710	1527603.8	592925.2	695.495
711	1527606.9	592926.75	695.386
712	1527595.5	592958.15	698.776
713	1527598.1	592957.21	699.413
714	1527602.6	592981.21	697.305
715	1527604.7	592978.02	697.532
716	1527608.8	592983.71	697.3
717	1527609.7	592978.07	697.279
718	1527631	592984.96	697.725
719	1527631.9	592982.98	697.51
720	1527586.6	592969.17	700.173
721	1527587.8	592971.93	699.79
722	1527571.4	592986.36	700.496
723	1527574.1	592988.14	700.197
724	1527567.4	592995.14	700.076
725	1527565.7	592994.38	700.465
726	1527551	593015.37	702.128
727	1527558.9	593014.57	700.365
728	1527565.5	593022.65	701.046
729	1527581	593043.53	703.28
730	1527575.4	593042.85	704.201
731	1527574.7	593059.9	699.945
732	1527581.6	593058.02	700.794
733	1527579.3	593080.86	697.577
734	1527584.8	593079.78	696.809
735	1527607.5	593107.43	696.187
736	1527603.1	593109.16	696.866
737	1527571.8	592970.31	702.818
738	1527573.8	592975.19	702.343
739	1527552.2	592977.91	705.508
740	1527554.6	592983.66	704.971
741	1527530.4	592990.19	708.385
742	1527532.3	592996.39	708.385
743	1527504.4	593011.37	712.262
744	1527506.4	593014.32	712.359
745	1527486.4	593019.6	714.759
746	1527487	593022.24	714.716
747	1527456	593034.5	716.144
748	1527459.6	593038.79	716.634
749	1527588.9	592885.99	691.776
750	1527584.8	592892.21	691.931

Punto	Norte	Este	Elevación
751	1527567.6	592872.81	691.843
752	1527576.8	592868.11	690.68
753	1527576.5	592844.1	692.863
754	1527567.9	592845.71	692.432
755	1527580.2	592804.09	692.056
756	1527574.1	592802.95	691.805
757	1527585.6	592774.49	690.218
758	1527578.6	592774.31	690.441
759	1527560.6	592836.75	693.985
760	1527563.2	592840.72	693.487
761	1527549.1	592849.19	695.694
762	1527553.4	592851.6	695.569
763	1527507.2	592872.35	699.363
764	1527508.3	592875.76	699.334
765	1527488.9	592878.04	702.068
766	1527490.9	592881.88	701.758
767	1527468.8	592886.67	703.724
768	1527469.5	592889.87	703.838
769	1527437.7	592895.62	704.772
770	1527438.8	592898.81	705.147
771	1527416.5	592901.23	705.406
772	1527416.9	592898.17	705.02
773	1527406.9	592899.44	704.908
774	1527405.2	592896.93	704.956
775	1527384.3	592903.85	705.434
776	1527385.3	592905.6	705.615
777	1527339.4	592919.86	707.912
778	1527338.3	592917.69	707.756
779	1527306.3	592934.13	708.566
780	1527306.7	592929.28	708.393
781	1527295.6	592936.85	707.656
782	1527295.1	592933.73	707.401
783	1527280.9	592943.47	708.255
784	1527283.8	592944.86	708.591
785	1527252	592971.23	712.634
786	1527253.7	592973.5	712.685
787	1527233.8	592982.94	715.161
788	1527234.4	592985.75	714.852
789	1527306.3	592947.35	710.732
790	1527302.3	592948.57	710.642
791	1527301.3	592961.93	712.277

Punto	Norte	Este	Elevación
792	1527304	592962.35	712.722
793	1527297.5	592988.41	714.298
794	1527302.5	592987.11	713.599
795	1527305.8	593008.16	715.986
796	1527310.9	593005.83	715.711
797	1527312.7	593034.44	716.957
798	1527316.7	593034.93	717.269
799	1527304.7	593051.54	717.894
800	1527307.8	593053.47	718.012
801	1527297.2	593063.59	719.214
802	1527299.7	593064.27	718.964
803	1527283.9	593078.93	720.938
804	1527289	593081.61	720.759
805	1527586.7	592744.36	688.734
806	1527581.9	592743.07	689.02
807	1527582.3	592721.46	688.099
808	1527590.4	592721.05	688.18
809	1527590	592696.57	686.768
810	1527584.2	592697.08	687.297
811	1527588.4	592672.7	686.486
812	1527582.6	592673.78	686.547
813	1527570.7	592640.13	683.262
814	1527566.4	592643.93	684.469
815	1527559.2	592614.44	680.892
816	1527554.4	592616.58	680.732
817	1527554.1	592595.34	677.958
818	1527549.3	592597.11	677.819
819	1527550.3	592573.59	675.197
820	1527544.7	592575.39	675.299
821	1527545.7	592550.24	672.454
822	1527541	592552.42	672.388
823	1527537.8	592502.82	668.043
824	1527527.6	592503.92	668.767
825	1527532.3	592477.57	668.2
826	1527523.6	592479.59	668.275
827	1527523.5	592439.45	667.193
828	1527515.7	592441.64	667.611
829	1527502.3	592393.82	665.826
830	1527515.7	592418.34	667.473
831	1527510.1	592419.28	667.459
832	1527504.7	592396.28	666.327

Punto	Norte	Este	Elevación
833	1527500.2	592398.89	666.038
834	1527482.1	592358.92	661.586
835	1527476.1	592363.88	661.792
836	1527462.8	592334.17	659.665
837	1527456.8	592339.46	660.851
838	1529979.8	593109.12	653.003
839	1529965.7	593110.78	653.085
840	1529951.5	593112.42	652.93
841	1529962.9	593123.42	653.112
842	1529976.4	593119.11	653.082
843	1529985.9	593117.17	652.942
844	1529997.7	593107.53	652.864
845	1530013.9	593105.59	652.799
846	1530031.8	593104.01	652.821
847	1530052.2	593110.95	652.586
848	1530116	593139.28	653.998
849	1530102.7	593149.25	654.621
850	1530595.8	593621.44	646.487
851	1530910.6	593703.11	650.44
852	1530945.4	593702	650.017
853	1530944.8	593708.61	650.124
854	1530976.6	593701.73	649.855
855	1530976.6	593707.88	649.871
856	1531016.6	593716.89	650.233
857	1531012.8	593722.27	650.079
858	1531039	593729.43	650.48
859	1531035.1	593735.94	650.273
860	1531218.5	593769.09	650.885
861	1531221.2	593766.14	650.947
862	1531245.1	593788.69	651.581
863	1531242.5	593790.94	651.569
864	1531268.8	593810.57	652.343
865	1531265.7	593813.68	652.414
866	1530880.1	593708.51	650.243
867	1530112.1	593103.39	652.052
868	1530124.9	593095.31	651.79
869	1528562.3	593203.41	677.7
870	1528264.8	593139.66	688.872
871	1527841.6	592935.57	682.445
872	1527622.8	592881.15	692.052
873	1527600	592726.83	689.118

Punto	Norte	Este	Elevación
874	1530984.6	594521.36	799.37
875	1530987.5	594509.79	795.07
876	1530994.3	594490.29	793.57
877	1531000	594477.56	790.87
878	1531005.6	594468.85	786.47
879	1531010.9	594451.37	778.77
880	1531012.8	594434.34	774.47
881	1531018.4	594415.1	770.37
882	1531020.4	594404	767.27
883	1531025.9	594388.26	758.37
884	1531032.1	594375.73	746.27
885	1531040.1	594358.73	741.67
886	1531051.5	594340.64	734.47
887	1531062.1	594326.37	729.37
888	1531078.1	594314.59	723.27
889	1531093.1	594309.28	712.24
890	1531112.6	594297.69	708.07
891	1531121.6	594288.05	705.27
892	1531139.8	594269.5	704.57
893	1531150.9	594259.89	699.97
894	1531159.3	594235.74	695.37
895	1531169.3	594217.09	691.37
896	1531179.2	594195.77	685.47
897	1531190.3	594170.29	682.77
898	1531210.4	594120.47	674.17
899	1531230.5	594068.4	666.27
900	1531250.3	594024.92	663.47
901	1531271	593974.51	660.87
902	1531277.7	593956.26	657.57
903	1531284.1	593930.91	656.97
904	1531288.6	593902.32	656.356
905	1531285.6	593856.95	656.27
906	1531271.3	593829.72	655.97
907	1529951.8	593114.98	653.034
908	1529931.6	593121.85	653.17
909	1529913	593131.75	653.517
910	1529893.4	593145.96	653.818
911	1529871	593178.53	654.43
912	1529858.8	593202.24	655.479
913	1529841.9	593224.95	656.216
914	1529813	593249.71	657.671

Punto	Norte	Este	Elevación
915	1529793.4	593266.52	658.849
916	1529775.9	593281.45	660.066
917	1529743.6	593303.16	662.095
918	1529717.7	593315.75	664.349
919	1529674.8	593342.88	668.262
920	1529654.4	593360.35	669.639
921	1529635.8	593377.65	670.557
922	1529617.4	593394.26	671.714
923	1529598.6	593413.56	671.927
924	1529585.6	593438.53	670.804
925	1529575.4	593454.05	670.276
926	1529556.1	593464.37	670.787
927	1529506.9	593473.56	674.422
928	1529481.1	593477.7	676.301
929	1529454.2	593481.84	677.997
930	1529413.4	593486.71	680.702
931	1529387.1	593491.03	682.651
932	1529343.4	593499.09	686.815
933	1529316.6	593497.65	687.76
934	1529284.8	593489.99	688.644
935	1529258.6	593483.45	689.362
936	1529235	593477.95	688.57
937	1529212.3	593471.11	686.897
938	1529187.8	593461.32	684.931
939	1529166.5	593452.68	682.932
940	1529123.7	593435.46	680.559
941	1529102.1	593422.9	679.338
942	1529081.6	593407.01	677.507
943	1529061.8	593391.31	675.238
944	1529039.1	593375.28	672.917
945	1529020.1	593364.69	671.239
946	1529002.8	593362.12	670.011
947	1528953.7	593377.55	670.841
948	1528910.9	593380.54	674.317
949	1528885.9	593375.24	675.141
950	1528866.6	593370.7	676.408
951	1528845.4	593360.05	676.204
952	1528826.5	593344.52	675.836
953	1528810.8	593330.48	675.187
954	1528774.2	593307.77	674.489
955	1528747.3	593295.19	674.96

Punto	Norte	Este	Elevación
956	1528722.8	593283.79	675.37
957	1528708.8	593278.18	675.786
958	1528688.7	593270.52	676.164
959	1528657.3	593257.03	676.999
960	1528631.1	593239.94	678.372
961	1528608.3	593222.94	676.594
962	1528602.7	593230.23	677.195
963	1528588.2	593208.05	675.88
964	1528560.9	593187.97	675.683
965	1528592.6	593245.1	678.878
966	1528570.5	593273.98	682.958
967	1528550.4	593259.59	681.415
968	1528574.8	593277.71	683.116
969	1528561.7	593315.92	684.712
970	1528557.2	593317.3	685.014
971	1528544.9	593315.34	685.886
972	1528519.1	593309.94	687.063
973	1528491	593317.24	687.574
974	1528545.6	593172.52	676.13
975	1528529.3	593159.47	675.582
976	1528541.8	593138.47	674.778
977	1528551	593109.67	673.819
978	1528484.8	593135.42	675.853
979	1528433.4	593103.26	676.63
980	1528412.2	593107.06	677.259
981	1528388.1	593110.59	677.704
982	1528363.8	593115.02	678.387
983	1528338.9	593116.56	678.947
984	1528314.9	593119.26	680.413
985	1528287.3	593122.89	682.485
986	1528416.3	593090.13	676.699
987	1528402.1	593082.91	677.165
988	1528388.4	593074.24	677.658
989	1528363.6	593059.13	677.539
990	1528349.4	593048.67	676.722
991	1528328.2	593032.86	676.127
992	1528311.3	593020.26	676.592
993	1528433	593066.43	675.274
994	1528410.2	593049.09	675.1
995	1528386	593026.23	675.264
996	1528449.2	593041.71	673.884

Punto	Norte	Este	Elevación
997	1528455.2	593030.02	673.406
998	1528470.4	593022.16	673.081
999	1528488.3	593009.62	672.354
1000	1528509.4	592991.32	671.191
1001	1528519.5	592975.47	670.614
1002	1528528.9	592961.07	669.814
1003	1528545.5	592946.03	668.687
1004	1528570.1	592921.98	667.51
1005	1528590.6	592904.84	666.354
1006	1528613.4	592889.65	665.459
1007	1528633.7	592877.04	664.335
1008	1528646.2	592868.14	663.323
1009	1528672.6	592848.69	662.21
1010	1528685.1	592839.22	661.603
1011	1528460.6	593010.9	672.214
1012	1528463.8	593000.25	671.789
1013	1528470.3	592936.97	669.263
1014	1528487.1	592899.93	666.034
1015	1528493.5	592889.5	665.551
1016	1528508.6	592869.55	664.374
1017	1528516.7	592854.57	663.818
1018	1528529	592836.78	662.834
1019	1528534.6	592822.51	661.922
1020	1528542	592806.94	661.492
1021	1528549.7	592788.1	661.055
1022	1528570.5	592742.61	659.28
1023	1528590.3	592699.78	657.723
1024	1528276.7	593124.07	682.986
1025	1528274.9	593107.39	680.641
1026	1528283.9	593094.46	679.216
1027	1528282.6	593141.3	683.646
1028	1528290.8	593154.05	683.508
1029	1528288.4	593177.67	682.285
1030	1528278.4	593202.37	683.353
1031	1528273.5	593212.41	684.122
1032	1528261.2	593204.04	686.236
1033	1528252.7	593288.16	686.206
1034	1528242.1	593318.49	687.299
1035	1528227	593363.78	689.139
1036	1528213.7	593392.18	690.459
1037	1528207.3	593414.12	691.07

Punto	Norte	Este	Elevación
1038	1528201.9	593442.3	692.341
1039	1528190.2	593463.88	693.367
1040	1528168.7	593503.22	695.824
1041	1528148.4	593541.14	699.985
1042	1528240.4	593111.61	680.963
1043	1528225.3	593097.66	679.888
1044	1528209.7	593092.06	678.982
1045	1528195.3	593106.07	678.529
1046	1528183.8	593117.19	678.888
1047	1528171.4	593127.53	679.26
1048	1528200.4	593066.4	677.809
1049	1528187.7	593053.64	676.733
1050	1528174.7	593039.08	675.556
1051	1528186	593024.61	675.447
1052	1528190.8	593005.84	675.887
1053	1528194.9	592990.77	676.697
1054	1528199.8	592978.67	675.926
1055	1528114.7	593008.03	673.375
1056	1528088.3	593001.79	672.851
1057	1528052.4	592992.14	672.825
1058	1528020.6	592984.7	673.185
1059	1527988.2	592974.98	672.84
1060	1527943.5	592965.25	676.287
1061	1527903.3	592955.3	678.255
1062	1527855.9	592944.4	680.793
1063	1527820.7	592935.7	682.41
1064	1527750.6	592919.97	686.316
1065	1527722.8	592912.89	687.871
1066	1527674.1	592900.9	690.521
1067	1527646.9	592892.45	692.191
1068	1527637.8	592886.07	691.636
1069	1527610.7	592907.87	693.041
1070	1527613.5	592893.18	692.497
1071	1527664.5	592863.05	690.408
1072	1527686	592845.5	688.5
1073	1527705.5	592829.51	687.759
1074	1527725.4	592814.07	686.61
1075	1527750.7	592794.01	685.323
1076	1527604.7	592925.4	695.046
1077	1527596.4	592958.06	698.841
1078	1527603.6	592980.01	697.362

Punto	Norte	Este	Elevación
1079	1527609.1	592982.5	697.351
1080	1527623.6	592982.24	697.449
1081	1527631.3	592984.52	697.623
1082	1527587.1	592969.86	699.979
1083	1527572.1	592986.83	700.244
1084	1527565.8	592994.49	700.375
1085	1527552.8	593015.43	701.791
1086	1527561.6	593026.33	702.581
1087	1527576.6	593043.11	704.203
1088	1527576.5	593059.66	700.037
1089	1527580.2	593080.76	697.427
1090	1527604.3	593108.3	696.477
1091	1527572	592971.06	702.394
1092	1527553.3	592979.8	704.984
1093	1527531.2	592991.37	708.237
1094	1527504.7	593011.79	712.102
1095	1527486.4	593020.14	714.424
1096	1527456.3	593035.39	716.16
1097	1527588	592887.92	691.828
1098	1527574.5	592868.88	690.916
1099	1527574.6	592844.08	692.332
1100	1527578.6	592804.11	691.909
1101	1527583.7	592774.43	690.482
1102	1527561.4	592837.36	693.827
1103	1527549.9	592849.46	695.389
1104	1527507.6	592873.33	699.089
1105	1527489.4	592879.09	701.842
1106	1527468.9	592887.21	703.608
1107	1527437.9	592896.27	704.724
1108	1527416.9	592898.9	704.968
1109	1527405.1	592897.77	704.924
1110	1527384.6	592904.29	705.353
1111	1527338.6	592918.18	707.803
1112	1527307.1	592930.94	708.083
1113	1527295.3	592934.34	707.427
1114	1527281.5	592943.87	707.667
1115	1527252.4	592971.59	712.364
1116	1527233.9	592983.72	714.796
1117	1527302.9	592948.62	710.259
1118	1527302.2	592962.03	712.435
1119	1527299.3	592988.06	713.541

Punto	Norte	Este	Elevación
1120	1527307	593007.35	715.752
1121	1527313.6	593034.87	716.906
1122	1527305.3	593051.92	717.776
1123	1527298	593063.89	719
1124	1527285	593079.54	720.844
1125	1527585.7	592743.72	688.939
1126	1527589.1	592720.8	687.81
1127	1527588.4	592696.69	687.091
1128	1527587.2	592672.98	686.583
1129	1527569.7	592640.7	684.303
1130	1527557.7	592615.01	680.772
1131	1527552.8	592595.69	678.015
1132	1527549.2	592574.05	675.283
1133	1527544.5	592551	672.345
1134	1527536.6	592502.82	668.158
1135	1527531.5	592477.84	668.065
1136	1527522.3	592439.5	667.317
1137	1527515.1	592418.48	667.448
1138	1527504.2	592396.64	666.006
1139	1527480.7	592360.01	661.437
1140	1527461.6	592334.93	660.452
1141	1529966.4	593111.36	653.024
1142	1529977.7	593111.29	652.705
1143	1530015.5	593107.48	652.462
1144	1530048.4	593103.47	652.296
1145	1530086.7	593099.58	652.052
1146	1530120.2	593096.53	651.857
1147	1530118.5	593106.55	652.101
1148	1530110.3	593130.95	653.358
1149	1530105.2	593145.93	654.024
1150	1530135.1	593157.3	654.622
1151	1530158.2	593170.54	655.211
1152	1530183.4	593185.25	655.488
1153	1530206.2	593199.57	655.584
1154	1530229.7	593212.91	655.408
1155	1530251.7	593226.79	655.117
1156	1530274.7	593239.24	654.7
1157	1530294.6	593250.73	653.293
1158	1530315.6	593267.52	650.47
1159	1530335.2	593283.65	648.454
1160	1530352.9	593301.4	647.27

Punto	Norte	Este	Elevación
1161	1530371.6	593317.77	647.293
1162	1530391.4	593335.04	648.404
1163	1530408.6	593355.11	649.761
1164	1530422.1	593376.77	651.03
1165	1530435.5	593399.82	651.454
1166	1530449	593422.01	650.931
1167	1530462.2	593443.65	650.371
1168	1530476.1	593465.86	650.035
1169	1530490.2	593489.35	650.413
1170	1530502.6	593510.88	650.216
1171	1530516.2	593533.03	649.388
1172	1530529.1	593553.86	648.641
1173	1530542.1	593574.88	647.334
1174	1530563.6	593594.54	646.735
1175	1530598.3	593618.57	646.214
1176	1530626.3	593636.83	645.934
1177	1530658.5	593657.57	645.701
1178	1530686.4	593675.01	646.258
1179	1530719.8	593689.9	647.196
1180	1530752.4	593694.07	648.647
1181	1530783.9	593699.15	649.065
1182	1530816.5	593703.38	649.42
1183	1530849.9	593707.68	649.901
1184	1530880	593707.52	650.242
1185	1530910.3	593707.63	650.619
1186	1530945.4	593705.67	650.182
1187	1531014.3	593720.34	650.184
1188	1531037.1	593733.12	650.704
1189	1531070	593738.72	650.997
1190	1531101.2	593739.99	651.312
1191	1531130.8	593742.52	651.151
1192	1531161.3	593746.4	650.876
1193	1531192.4	593753.69	650.767
1194	1531219.2	593767.96	650.953
1195	1531243.5	593790.49	651.634
1196	1531266.8	593812.43	652.45
1197	1531285.1	593833.97	653.188
1198	1530978.2	593705.71	650.079
1199	1529975.2	593110.3	652.729
1200	1529948.7	593114.14	652.455
1201	1529897	593141.99	655.018

Punto	Norte	Este	Elevación
1202	1529870.2	593195.81	655.599
1203	1529844.2	593233.43	656.579
1204	1529805.7	593267.72	658.43
1205	1529771.8	593296.56	660.433
1206	1529745.7	593301.34	661.831
1207	1529613	593406.85	671.719
1208	1529268.2	593481.69	689.857
1209	1529207	593477.85	687.4
1210	1529157.5	593445.8	681.581
1211	1529058.3	593385.83	674.561
1212	1528946.5	593386.27	672.74
1213	1528861.3	593376.44	680.043
1214	1528795.5	593317.63	674.354
1215	1528733.6	593287.69	674.517
1216	1528623.9	593247.16	678.189
1217	1528605.7	593232.73	677.9
1218	1528610.3	593222.01	676.207
1219	1528552.8	593189.04	675.923
1220	1528577.3	593264.17	682.205
1221	1528562.4	593319.34	684.203
1222	1528473.1	593335.84	689.04
1223	1528541.7	593134.23	674.269
1224	1528407.6	593050.41	675.419
1225	1528273.2	593121.91	683.001
1226	1528294.4	593141.6	684.569
1227	1528231.1	593114.56	685.45
1228	1528275.8	593201.75	684.935
1229	1528254.4	593248.12	688.887
1230	1528241.2	593308.76	688.691
1231	1528217.8	593379.91	693.792
1232	1528166.4	593521.74	700.068
1233	1528166.4	593521.76	698.578
1234	1528199.8	593062.72	677.593
1235	1528152.4	593021.63	677.62
1236	1528086.5	592999.5	672.744
1237	1527833.6	592938.43	682.037
1238	1527976.4	592973.03	674.796
1239	1527774.5	592923.61	684.652
1240	1527706.3	592906.4	688.858
1241	1527657.6	592894.06	691.067
1242	1527629.8	592890.31	692.216

Punto	Norte	Este	Elevación
1243	1527601.9	592901.01	692.92
1244	1527707.2	592830.39	693.325
1245	1527748.3	592797.67	689.603
1246	1527599.1	592931.94	696.062
1247	1527589.3	592963.71	700.454
1248	1527569.6	592977.46	704.079
1249	1527504.4	593010.77	715.964
1250	1527569.7	592987.94	700.864
1251	1527623.4	593086.58	692.966
1252	1527470.9	593030.69	717.244
1253	1527566.3	592862.54	692.021
1254	1527575.5	592826.62	692.747
1255	1527578.1	592770.79	692.191
1256	1527534.1	592863.76	697.536
1257	1527485.3	592884.1	702.126
1258	1527443.8	592897.71	706.116
1259	1527313.2	593042.08	717.612
1260	1527590.7	592702.25	687.231
1261	1527578.9	592645.46	686.948
1262	1527551.6	592619.38	682.018
1263	1527551.7	592619.31	680.882
1264	1530024.6	593104.78	652.897
1265	1530110.7	593115.31	652.985
1266	1531284	593842.17	653.588
1267	1528438.9	593308.33	676.847
1268	1528437.3	593306.32	675.976
1269	1528435.2	593304.3	675.78
1270	1528431.6	593302.11	676.138
1271	1528428.9	593299.21	676.869
1272	1529847.6	593227.81	656.322
1273	1529846.2	593223.17	656.135
1274	1529849.9	593219.61	655.962
1275	1529851.1	593224.13	656.169
1276	1529569.9	593461.57	670.4
1277	1529565.6	593463.65	670.424
1278	1529572	593466.02	670.593
1279	1529567.6	593467.81	670.646
1280	1529131.1	593442.21	680.912
1281	1529131.1	593445.2	680.964
1282	1529128.4	593444.03	680.776
1283	1529127	593439.55	680.716

Punto	Norte	Este	Elevación
1284	1528570.4	593202.04	675.591
1285	1528573.8	593198.58	675.478
1286	1528569.9	593195.62	675.572
1287	1528567.6	593199.97	675.639
1288	1528511.5	593153.73	675.426
1289	1528511.7	593158.64	675.435
1290	1528506.8	593157.24	675.544
1291	1528506.3	593152.66	675.399
1292	1528078.8	593001.69	672.413
1293	1528076.8	593005.94	672.412
1294	1528071.2	592999.82	672.398
1295	1528069.1	593003.88	672.394
1296	1530354.8	593299.81	647.146
1297	1530352.8	593302.54	647.268
1298	1530368.5	593311.33	647.11
1299	1530367.1	593314.07	647.207
1300	1530474.8	593466.53	650.092
1301	1530479.2	593463.99	649.899
1302	1530477.4	593470.91	650.082
1303	1530482	593468.89	649.994
1304	1530651.6	593648.58	645.559
1305	1530648.5	593652.43	645.455
1306	1530653.2	593655.57	645.514
1307	1530655.3	593651.55	645.568

Tabla 51: Análisis de metales pesados de la muestra de agua.

NOMBRE DEL CLIENTE		DIRECCIÓN DEL CLIENTE		TELEFONO
Alcaldía de Jalapa		Banco Lafise 2c 1/2 al Este		NR
ATENCIÓN	CARGO	EMAIL		CELULAR
Douglas Peralta	Coordinador UMAS	alja.umass@gmail.com		8206-4136
DATOS DE LA MUESTRA		CONTROL DEL LABORATORIO PARA EL PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA		
Fecha y hora de recolección	17/08/2022 ; 8:22 am.	Fecha de	Ingreso de muestra	17/8/2022
Fuente	Las Uvas		Inicio de análisis	18/8/2022
Tipo de muestra/preservación/ /Estado envase	Agua subterránea/Térmica/Aceptable		Finalización de análisis	30/8/2022
Ubicación de la fuente	Las Uvas		Emisión del informe de resultados	30/8/2022
Coordenadas	NR	No. Cadena de custodia	5378	
Recolectada por	Giovannia Huete - Saúl Pastrana	Código de muestra	LA-2208-0941	
Supervisor en campo	Douglas Peralta	Muestra No.	Tres (3)	
METODO SM//EPA/MH	ENSAYO REALIZADO	UNIDAD	RESULTADOS	Norma CAPRE ¹
G.H	Arsénico	mg/L	<0.002	0.01
3500-B	Aluminio	mg/L	0.058	0.2
2550-B	Cobre	mg/L	0.100	2.0
2510-B	Zinc	mg/L	0.575	3.0

Fuente: Laboratorio del PIENSA.

Tabla 52: Análisis físico - químico de la muestra de agua.

NOMBRE DEL CLIENTE		DIRECCIÓN DEL CLIENTE		TELEFONO		
Alcaldía de Jalapa		Banco Lafise 2c 1/2 al Este		NR		
ATENCIÓN	CARGO	EMAIL		CELULAR		
Douglas Peralta	Coordinador UMAS	alja.umas@gmail.com		8206-4136		
DATOS DE LA MUESTRA			CONTROL DEL LABORATORIO PARA EL PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA			
Fecha y hora de recolección	17/08/2022; 8:22 am.		Fecha de	Ingreso de muestra	17/8/2022	Rango o valor máximo permisible o recomendable
Fuente	Las Uvas			Inicio de análisis	18/8/2022	
Tipo de muestra/preservación/ /Estado envase	Agua subterránea/Térmica/Aceptable			Finalización de análisis	30/8/2022	
Ubicación de la fuente	Las Uvas			Emisión del informe de resultados	30/8/2022	
Coordenadas	NR		No. Cadena de custodia	5378		
Recolectada por	Giovanna Huete - Saúl Pastrana		Código de muestra	LA-2208-0941		
Supervisor en campo	Douglas Peralta		Muestra No.	Tres (3)		
METODO SM//EPA/MH	ENSAYO REALIZADO	UNIDAD	RESULTADOS		Norma CAPRE ¹	
2110	Apariencia	Adim	Amarilla con materia en suspensión		NE	
4500-B	Potencial de Hidrógeno	pH	6.53		6.5 x 8.5**	
2550-B	Temperatura	°C	25		18 a 30**	
2510-B	Conductividad Eléctrica	µS/cm	324		400**	
2130-B	Turbiedad	UNT	25.4		5	
2120-C	Color Verdadero	mg/L (PI-Co)	223		15	
4500-D	Cloruros	mg/L	43.7		250	
4500-D	Sulfatos	mg/L	5.69		250	
2340-C	Dureza Total	mg/L CaCO ₃	64.56		400**	
3500-B	Calcio	mg/L	19.4		100**	

3500-B	Magnesio	mg/L	3.93	50
3500-X	Sodio	mg/L	21.82	200
3500-C	Potasio	mg/L	17.24	10
4500-G	Cloro Residual	mg/L	<0.01	0.5 a 1.0**
2540-C	Sólidos disueltos Totales	mg/L	203	1000

Fuente: Laboratorio del PIENSA.

Tabla 53: Análisis bacteriológico de la muestra de agua.

NOMBRE DEL CLIENTE		DIRECCIÓN DEL CLIENTE		TELEFONO	
Alcaldía de Jalapa		Banco Lafise 2c 1/2 al Este		NR	
ATENCIÓN	CARGO	EMAIL		CELULAR	
Douglas Peralta	Coordinador UMAS	alja.umas@gmail.com		8206-4136	
DATOS DE LA MUESTRA			CONTROL DEL LABORATORIO PARA EL PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA		
Fecha y hora de recolección	17/08/2022; 8:22 am.		Fecha de	Ingreso de muestra	17/8/2022
Fuente	Las Uvas			Inicio de análisis	18/8/2022
Tipo de muestra/preservación/ /Estado envase	Agua subterránea/Térmica/Aceptable			Finalización de análisis	30/8/2022
Ubicación de la fuente	Las Uvas			Emisión del informe de resultados	30/8/2022
Coordenadas	NR			No. Cadena de custodia	5378
Recolectada por	Giovannia Huete - Saúl Pastrana		Código de muestra	LA-2208-0941	
Supervisor en campo	Douglas Peralta		Muestra No.	Tres (3)	
			Rango o valor máximo permisible o recomendable		
METODO SM//EPA/MH	ENSAYO REALIZADO	UNIDAD	RESULTADOS		Norma CAPRE ¹
9221-B	Coliforme Total	NMP/100mL	3.4*10 ³		Negativo
9221-E	Coliforme Fecal	NMP/100mL	7.8*10 ²		Negativo

Fuente: Laboratorio del PIENSA.

Tabla 54: Población y demanda comunidad Las Uvas a 20 años.

Proyección de la Población				Dotación para población		Consumos (L/s)			
Año	Número de Años (n)	% Incremento Poblacional (r)	Población Futura (Pn)	G.P.C.D	L.P.C. D	Consumo doméstico	Consumo comercial	Consumo público o institucional	Consumo industrial
2022	0	0.025	748	26.42	100	0.87	0.06	0.06	0.02
2023	1	0.025	767	26.42	100	0.89	0.06	0.06	0.02
2024	2	0.025	785	26.42	100	0.91	0.06	0.06	0.02
2025	3	0.025	804	26.42	100	0.93	0.07	0.07	0.02
2026	4	0.025	823	26.42	100	0.95	0.07	0.07	0.02
2027	5	0.025	842	26.42	100	0.97	0.07	0.07	0.02
2028	6	0.025	860	26.42	100	1.00	0.07	0.07	0.02
2029	7	0.025	879	26.42	100	1.02	0.07	0.07	0.02
2030	8	0.025	898	26.42	100	1.04	0.07	0.07	0.02
2031	9	0.025	916	26.42	100	1.06	0.07	0.07	0.02
2032	10	0.025	935	26.42	100	1.08	0.08	0.08	0.02
2033	11	0.025	954	26.42	100	1.10	0.08	0.08	0.02
2034	12	0.025	972	26.42	100	1.13	0.08	0.08	0.02
2035	13	0.025	991	26.42	100	1.15	0.08	0.08	0.02
2036	14	0.025	1010	26.42	100	1.17	0.08	0.08	0.02
2037	15	0.025	1029	26.42	100	1.19	0.08	0.08	0.02
2038	16	0.025	1047	26.42	100	1.21	0.08	0.08	0.02
2039	17	0.025	1066	26.42	100	1.23	0.09	0.09	0.02
2040	18	0.025	1085	26.42	100	1.26	0.09	0.09	0.03
2041	19	0.025	1103	26.42	100	1.28	0.09	0.09	0.03
2042	20	0.025	1122	26.42	100	1.30	0.09	0.09	0.03

Consumo Promedio diario (CPD)			Pérdidas o fugas			Consumo Promedio diario (CPD) + 20% de fugas (perdidas)		
Galones por persona al día (G.P.D)	Galones por Minuto (G.P.M)	Litros por Segundo (L/S)	Galones por persona al día (G.P.D)	Galones por Minuto (G.P.M)	Litros por Segundo (L/S)	Galones por persona al día (G.P.D)	Galones por Minuto (G.P.M)	Litros por Segundo (L/S)
22924	15.92	1.00	4584.83	3.18	0.20	27509	19.10	1.21
23497	16.32	1.03	4699.46	3.26	0.21	28197	19.58	1.24
24070	16.72	1.05	4814.08	3.34	0.21	28884	20.06	1.27
24643	17.11	1.08	4928.70	3.42	0.22	29572	20.54	1.30
25217	17.51	1.10	5043.32	3.50	0.22	30260	21.01	1.33
25790	17.91	1.13	5157.94	3.58	0.23	30948	21.49	1.36
26363	18.31	1.15	5272.56	3.66	0.23	31635	21.97	1.39
26936	18.71	1.18	5387.18	3.74	0.24	32323	22.45	1.42
27509	19.10	1.21	5501.80	3.82	0.24	33011	22.92	1.45
28082	19.50	1.23	5616.42	3.90	0.25	33699	23.40	1.48
28655	19.90	1.26	5731.04	3.98	0.25	34386	23.88	1.51
29228	20.30	1.28	5845.66	4.06	0.26	35074	24.36	1.54
29801	20.70	1.31	5960.29	4.14	0.26	35762	24.83	1.57
30375	21.09	1.33	6074.91	4.22	0.27	36449	25.31	1.60
30948	21.49	1.36	6189.53	4.30	0.27	37137	25.79	1.63
31521	21.89	1.38	6304.15	4.38	0.28	37825	26.27	1.66
32094	22.29	1.41	6418.77	4.46	0.28	38513	26.74	1.69
32667	22.69	1.43	6533.39	4.54	0.29	39200	27.22	1.72
33240	23.08	1.46	6648.01	4.62	0.29	39888	27.70	1.75
33813	23.48	1.48	6762.63	4.70	0.30	40576	28.18	1.78
34386	23.88	1.51	6877.25	4.78	0.23	41264	28.66	1.81

Consumo Máximo al día por 1.5 como factor de variación de CPDT		Consumo Máximo Hora por 2.5 como factor de variación de CPDT		Volumen Útil de Almacenamiento ; 40% del CPDT (m3)	Carga dinámica		
Galones por Minuto (G.P.M)	Litros por Segundo (L/S)	Galones por Minuto (G.P.M)	Litros por Segundo (L/S)		1 1/2" PVC SDR26	2" PVC SDR26	2 1/2" PVC SDR26
27.06	1.71	42.98	2.71	34.71	161.62 m	151.29 m	148.10 m
27.74	1.75	44.06	2.78	35.57	162.37 m	151.58 m	148.26 m
28.42	1.79	45.13	2.85	36.44	163.13 m	151.88 m	148.42 m
29.09	1.84	46.21	2.91	37.31	164.11 m	152.27 m	148.62 m
29.77	1.88	47.28	2.98	38.18	164.96 m	152.64 m	148.84 m
30.45	1.92	48.36	3.05	39.05	165.77 m	152.96 m	149.01 m
31.12	1.96	49.43	3.12	39.91	166.59 m	153.28 m	149.18 m
31.80	2.01	50.50	3.19	40.78	167.64 m	153.70 m	149.40 m
32.48	2.05	51.58	3.25	41.65	168.49 m	154.03 m	149.58 m
33.15	2.09	52.65	3.32	42.52	169.41 m	154.42 m	149.81 m
33.83	2.13	53.73	3.39	43.38	170.29 m	154.77 m	149.99 m
34.51	2.18	54.80	3.46	44.25	171.42 m	155.22 m	150.23 m
35.18	2.22	55.88	3.52	45.12	172.34 m	155.58 m	150.42 m
35.86	2.26	56.95	3.59	45.99	173.27 m	155.95 m	150.61 m
36.54	2.30	58.03	3.66	46.85	174.25 m	156.36 m	150.84 m
37.21	2.35	59.10	3.73	47.72	175.45 m	156.83 m	151.10 m
37.89	2.39	60.18	3.80	48.59	176.42 m	157.22 m	151.30 m
38.57	2.43	61.25	3.86	49.46	177.41 m	157.61 m	151.51 m
39.24	2.48	62.33	3.93	50.33	178.67 m	158.10 m	151.77 m
39.92	2.52	63.40	4.00	51.19	179.79 m	158.60 m	152.08 m
40.59	2.56	64.47	4.07	52.06	180.84 m	159.02 m	152.30 m

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55: Informe de tuberías de la red de distribución.

INFORME DE TUBERÍAS EPANET						
ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe Lc-001	23.01	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-002	13.48	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-003	25.98	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-004	15.43	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-005	25.99	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-006	21.49	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-007	24.26	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-008	27.92	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-009	54.39	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-010	56.37	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-011	47.87	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-012	54.57	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-013	19.7	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-014	26.18	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-015	28.93	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-016	45.47	55.7	150	2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-017	24.75	55.7	150	-2.25	0.92	0.02
Pipe Lc-018	6	52.5	130	2.25	1.04	0.181
Pipe Lc-019	82	52.5	130	2.25	1.04	0.026
Pump Bomba	#N/A	#N/A	#N/A	2.25	0	0
Pipe Lp-001	23.01	105.51	150	-4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-002	13.48	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-003	25.98	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-004	15.43	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-005	25.99	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-006	21.49	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-007	24.26	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-008	27.92	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-009	54.39	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-010	56.37	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-011	47.87	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-012	54.57	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-013	19.7	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-014	26.18	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-015	28.93	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-016	45.47	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-017	23.19	105.51	150	4.07	0.47	0.02

INFORME DE TUBERÍAS EPANET

ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe Lp-018	28.27	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-019	32.06	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-020	33.14	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-021	30.33	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-022	31.99	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-023	30.7	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-024	29.71	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-025	31.28	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-026	33.31	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-027	26.15	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-028	39.01	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-029	32.75	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-030	35.15	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-031	30.35	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-032	30.12	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-033	33.6	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-034	32.87	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-035	31.96	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-036	32.92	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-037	36.53	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-038	32.94	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-039	38.3	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-040	33.46	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-041	42.21	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-042	29.08	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-043	24.8	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-044	24.5	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-045	26.01	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-046	24.82	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-047	53.59	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-048	25.35	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-049	26	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-050	26.67	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-051	25.56	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-052	26.48	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-053	26.3	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-054	24.82	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-055	25.11	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-056	25.48	105.51	150	4.07	0.47	0.02

INFORME DE TUBERÍAS EPANET

ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe Lp-057	27.04	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-058	22.99	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-059	26.11	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-060	26.08	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-061	27.03	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-062	26.86	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-063	29.21	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-064	26.59	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-065	32.06	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-066	15.84	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-067	25.79	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-068	10.17	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-069	33.67	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-070	38.52	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-071	33.13	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-072	37.99	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-073	11.29	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-074	15.02	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-075	21.37	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-076	21.1	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-077	24.15	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-078	39.56	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-079	26.69	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-080	28.32	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-081	38.04	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-082	25.87	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-083	23.01	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-084	39	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-085	28.93	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-086	50.88	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-087	26.9	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-088	25.43	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-089	24.81	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-090	26.94	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-091	28.14	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-092	18.61	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-093	21.86	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-094	50.21	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-095	26.18	105.51	150	4.07	0.47	0.02

INFORME DE TUBERÍAS EPANET

ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe Lp-096	27.31	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-097	41.15	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-098	26.75	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-099	44.67	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-100	26.78	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-101	32.77	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-102	27	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-103	24.24	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-104	23.78	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-105	26.47	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-106	23.02	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-107	46.2	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-108	25.07	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-109	25.98	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-110	25.38	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-111	27.87	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-112	21.85	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-113	17.55	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-114	51.45	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-115	43.04	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-116	25.53	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-117	19.85	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-118	23.77	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-119	24.47	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-120	21.07	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-121	43.12	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-122	29.65	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe Lp-123	27.05	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe S1(Lp-124)	15.08	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe S1(Lp-125)	21.47	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe S1(Lp-126)	34.24	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe S1(Lp-127)	31.29	105.51	150	4.07	0.47	0.02
Pipe S1(Lp-128)	28.49	82.04	105.51	3.86	0.73	0.038
Pipe S1(Lp-129)	27.28	44.55	150	0.26	0.17	0.027
Pipe S1(Lp-130)	25.01	82.04	150	3.6	0.68	0.02
Pipe S1(Lp-131)	36.56	44.55	150	0.26	0.17	0.027
Pipe S1(Lp-132)	33.93	82.04	150	3.6	0.68	0.02
Pipe S2(Lp-133)	24.78	44.55	150	0.1	0.06	0.032
Pipe S2(Lp-134)	5.704	44.55	150	0.16	0.11	0.03

INFORME DE TUBERÍAS EPANET

ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe S2(Lp-135)	40.45	44.55	150	0.16	0.11	0.029
Pipe S2(Lp-136)	4.697	44.55	150	0.16	0.11	0.03
Pipe S2(Lp-137)	12.48	44.55	150	0.16	0.11	0.029
Pipe S2(Lp-138)	26.4	44.55	150	0.16	0.11	0.029
Pipe S2(Lp-139)	29.01	44.55	150	0.16	0.11	0.029
Pipe S3(Lp-140)	21.75	82.04	150	3.6	0.68	0.02
Pipe S3(Lp-141)	20.83	82.04	150	3.39	0.64	0.02
Pipe S3(Lp-142)	50.62	82.04	150	3.39	0.64	0.02
Pipe S3(Lp-143)	60.67	82.04	150	3.39	0.64	0.02
Pipe S3(Lp-144)	21.55	44.55	150	0.55	0.36	0.024
Pipe S3(Lp-145)	29.04	44.55	150	0.47	0.3	0.025
Pipe S3(Lp-146)	29.59	44.55	150	0.38	0.25	0.026
Pipe S3(Lp-147)	13.17	44.55	150	0.38	0.25	0.026
Valve 2	-	55.7	-	0.38	0.16	-
Pipe S3(Lp-148)	17.1	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S3(Lp-149)	21.88	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S4(Lp-150)	27.89	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S4(Lp-151)	18.8	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S4(Lp-152)	17.24	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S4(Lp-153)	22.39	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S4(Lp-154)	34.42	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S4(Lp-155)	26.77	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S4(Lp-156)	27.43	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S4(Lp-157)	23.92	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S4(Lp-158)	15.39	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S4(Lp-159)	32.82	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S4(Lp-160)	15.7	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S5(Lp-161)	19.9	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-162)	11.13	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-163)	63.65	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-164)	40.8	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-165)	12.26	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-166)	25.03	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-167)	17.07	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-168)	21.65	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-169)	15.35	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-170)	17.25	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-171)	20.37	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-172)	50.03	44.55	150	0.17	0.11	0.029

INFORME DE TUBERÍAS EPANET

ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe S5(Lp-173)	47.2	44.55	150	0.17	0.11	0.029
Pipe S5(Lp-174)	28.62	44.55	150	-0.09	0.06	0.032
Pipe S5(Lp-175)	33.32	44.55	150	-0.09	0.06	0.032
Pipe S5(Lp-176)	15.89	44.55	150	0.09	0.06	0.032
Pipe S5(Lp-177)	16.24	44.55	150	0.09	0.06	0.032
Pipe S5(Lp-178)	29.01	44.55	150	0.09	0.06	0.032
Pipe S5(Lp-179)	17.7	44.55	150	0.09	0.06	0.031
Pipe S5(Lp-180)	26.47	44.55	150	0.09	0.06	0.032
Pipe S5(Lp-181)	21.06	44.55	150	0.09	0.06	0.032
Pipe S6(Lp-182)	21.47	82.04	150	2.83	0.54	0.021
Pipe S6(Lp-183)	24.41	82.04	150	2.83	0.54	0.021
Pipe S6(Lp-184)	24.68	82.04	150	2.83	0.54	0.021
Pipe S6(Lp-185)	24.98	82.04	150	2.83	0.54	0.021
Pipe S6(Lp-186)	24.18	82.04	150	2.83	0.54	0.021
Pipe S6(Lp-187)	27.93	82.04	150	2.83	0.54	0.021
Pipe S6(Lp-188)	10.68	82.04	150	2.83	0.54	0.021
Pipe S6(Lp-189)	38.44	82.04	150	2.41	0.46	0.021
Pipe S6(Lp-190)	18.24	44.55	150	0.31	0.2	0.027
Pipe S6(Lp-191)	15.15	44.55	150	0.31	0.2	0.027
Pipe S6(Lp-192)	23.78	44.55	150	0.31	0.2	0.027
Pipe S6(Lp-193)	26.66	44.55	150	0.31	0.2	0.027
Pipe S6(Lp-194)	11.2	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S6(Lp-195)	78.58	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S6(Lp-196)	32.14	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S6(Lp-197)	47.8	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S6(Lp-198)	31.36	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S6(Lp-199)	22.87	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S6(Lp-200)	28.72	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S6(Lp-201)	24.59	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S6(Lp-202)	44.89	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S6(Lp-203)	43.2	44.55	150	0.21	0.13	0.028
Pipe S6(Lp-204)	17.53	44.55	150	0.1	0.07	0.031
Pipe S6(Lp-205)	20.55	82.04	150	2.41	0.46	0.021
Pipe S6(Lp-281)	16.11	44.55	150	-0.1	0.07	0.031
Pipe S6(Lp-282)	15.84	44.55	150	0.1	0.07	0.032
Pipe S6(Lp-283)	16.1	44.55	150	-0.13	0.08	0.03
Pipe S6(Lp-284)	15.99	44.55	150	-0.13	0.08	0.031
Pipe S6(Lp-285)	20.13	44.55	150	-0.13	0.08	0.03
Pipe S6(Lp-286)	8.763	44.55	150	-0.13	0.08	0.03

INFORME DE TUBERÍAS EPANET

ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe S7(Lp-206)	40.04	82.04	150	2.28	0.43	0.021
Pipe S7(Lp-207)	18.05	82.04	150	2.28	0.43	0.021
Pipe S7(Lp-208)	19.53	82.04	150	2.28	0.43	0.021
Pipe S7(Lp-209)	67.58	82.04	150	2.2	0.42	0.022
Pipe S7(Lp-210)	27.16	82.04	150	2.2	0.42	0.022
Pipe S7(Lp-211)	37.22	82.04	150	2.2	0.42	0.022
Pipe S7(Lp-212)	32.65	82.04	150	2.05	0.39	0.022
Pipe S7(Lp-213)	33.84	82.04	150	2.05	0.39	0.022
Pipe S7(Lp-214)	45.79	82.04	150	2.05	0.39	0.022
Pipe S7(Lp-215)	41.53	82.04	150	2.05	0.39	0.022
Pipe S7(Lp-216)	48.65	82.04	150	2.05	0.39	0.022
Pipe S7(Lp-217)	36.32	82.04	150	1.97	0.37	0.022
Pipe S7(Lp-218)	71.96	82.04	150	1.97	0.37	0.022
Pipe S7(Lp-219)	28.68	82.04	150	1.97	0.37	0.022
Pipe S7(Lp-220)	50.23	55.7	150	1.97	0.81	0.021
Pipe S7(Lp-287)	18.34	44.55	150	0.08	0.05	0.033
Pipe S7(Lp-288)	19.39	44.55	150	0.08	0.05	0.033
Pipe S7(Lp-289)	15.63	44.55	150	0.08	0.05	0.032
Pipe S7(Lp-290)	13.09	44.55	150	0.08	0.05	0.033
Pipe S8(Lp-221)	28.55	55.7	150	1.97	0.81	0.021
Pipe S8(Lp-222)	34.3	55.7	150	0.47	0.19	0.026
Pipe S8(Lp-223)	27.82	55.7	150	0.47	0.19	0.026
Pipe S8(Lp-224)	25.17	55.7	150	0.47	0.19	0.026
Pipe S8(Lp-225)	25.27	55.7	150	0.47	0.19	0.026
Pipe S8(Lp-226)	32.28	55.7	150	0.47	0.19	0.026
Pipe S8(Lp-227)	11.16	55.7	150	1.49	0.61	0.022
Pipe S8(Lp-228)	49.79	55.7	150	0.95	0.39	0.023
Pipe S8(Lp-229)	23.36	55.7	150	0.95	0.39	0.023
Pipe S8(Lp-262)	34.78	55.7	150	0.55	0.22	0.025
Pipe S8(Lp-263)	18.65	55.7	150	0.55	0.22	0.025
Pipe S8(Lp-264)	33.92	55.7	150	0.55	0.22	0.025
Pipe S8(Lp-265)	27.83	55.7	150	0.18	0.07	0.029
Pipe S8(Lp-266)	20.85	55.7	150	0.18	0.07	0.03
Pipe S8(Lp-267)	25.13	55.7	150	0.18	0.07	0.03
Pipe S8(Lp-268)	15.05	55.7	150	0.36	0.15	0.027
Pipe S8(Lp-269)	22.62	55.7	150	0.18	0.07	0.03
Pipe S8(Lp-270)	9.899	55.7	150	0.18	0.07	0.029
Pipe S8(Lp-271)	24.72	55.7	150	0.18	0.07	0.03
Pipe S9(Lp-272)	14.06	55.7	150	0.18	0.07	0.029

INFORME DE TUBERÍAS EPANET

ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe S8(Lp-273)	22.51	55.7	150	0.18	0.07	0.03
Pipe S8(Lp-274)	17.07	55.7	150	0.18	0.07	0.03
Pipe S8(Lp-275)	21.57	55.7	150	0.18	0.07	0.03
Pipe S8(Lp-276)	36.61	55.7	150	0.18	0.07	0.029
Pipe S8(Lp-277)	19.54	55.7	150	0.18	0.07	0.03
Pipe S8(Lp-278)	6.06	55.7	150	0.18	0.07	0.029
Pipe S8(Lp-279)	14.48	55.7	150	0.18	0.07	0.03
Pipe S8(Lp-280)	8.022	55.7	150	0.18	0.07	0.029
Pipe S9(Lp-230)	24.84	55.7	150	0.95	0.39	0.023
Pipe S9(Lp-231)	40.18	55.7	150	0.95	0.39	0.023
Pipe S9(Lp-232)	30.15	55.7	150	0.55	0.23	0.025
Pipe S9(Lp-233)	30.82	55.7	150	0.55	0.23	0.025
Pipe S9(Lp-234)	23.19	55.7	150	0.55	0.23	0.025
Pipe S9(Lp-235)	24.13	55.7	150	0.55	0.23	0.025
Pipe S9(Lp-236)	23.75	55.7	150	0.55	0.23	0.025
Pipe S9(Lp-237)	36.76	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-238)	28.59	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-239)	20.12	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-240)	22.11	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-241)	23.7	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-242)	49	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-243)	25.49	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-244)	39.45	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Valve 1	-	55.7	-	0.28	0.11	-
Pipe S9(Lp-245)	22.22	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-246)	24.45	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-247)	43.72	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-248)	31.59	55.7	150	0.28	0.11	0.028
Pipe S9(Lp-249)	37.5	55.7	150	0.39	0.16	0.026
Pipe S10(Lp-250)	16.76	55.7	150	0.39	0.16	0.027
Pipe S10(Lp-251)	48.74	55.7	150	0.39	0.16	0.026
Pipe S10(Lp-252)	19.28	55.7	150	0.2	0.08	0.029
Pipe S10(Lp-253)	22.07	55.7	150	0.2	0.08	0.029
Pipe S10(Lp-254)	32.38	55.7	150	0.2	0.08	0.03
Pipe S10(Lp-255)	21.15	55.7	150	0.2	0.08	0.029
Pipe S10(Lp-256)	11.87	55.7	150	0.2	0.08	0.029
Pipe S10(Lp-257)	21.46	55.7	150	0.2	0.08	0.029
Pipe S10(Lp-258)	48.09	55.7	150	0.2	0.08	0.03
Pipe S10(Lp-259)	34.02	55.7	150	0.2	0.08	0.029

INFORME DE TUBERÍAS EPANET

ID TUBERÍAS	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Perdidas
	m	mm		Lps	m/s	m/km
Pipe S10(Lp-260)	12.29	55.7	150	0.2	0.08	0.029
Pipe S10(Lp-261)	16.75	55.7	150	0.2	0.08	0.029

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56: Informe de nodos en la red de distribución.

INFORMES NODOS EPANET				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc Ln-001	708.07	0	730.07	22
Junc Ln-002	705.27	0	730.28	25.01
Junc Ln-003	704.57	0	730.7	26.13
Junc Ln-004	699.97	0	730.94	30.97
Junc Ln-005	695.37	0	731.36	35.99
Junc Ln-006	691.37	0	731.7	40.33
Junc Ln-007	685.47	0	732.09	46.62
Junc Ln-008	682.77	0	732.53	49.76
Junc Ln-010	674.17	0	733.4	59.23
Junc Ln-011	666.27	0	734.3	68.03
Junc Ln-012	663.47	0	735.06	71.59
Junc Ln-013	660.87	0	735.93	75.06
Junc Ln-014	657.57	0	736.25	78.68
Junc Ln-015	656.97	0	736.66	79.69
Junc Ln-016	656.356	0	737.13	80.77
Junc Ln-017	656.27	0	737.85	81.58
Junc Ln-018	655.97	0	738.25	82.28
Junc Ln-019	655.97	0	739.38	83.41
Junc Ln-020	585.97	0	741.66	155.69
Resvr POZO	585.97	-	585.97	0
Tank TQ	727.2	-	729.7	2.5
Junc Ln-021	708.07	0	729.65	21.58
Junc Ln-022	705.27	0	729.62	24.35
Junc Ln-023	704.57	0	729.57	25
Junc Ln-024	699.97	0	729.53	29.56
Junc Ln-025	695.37	0	729.48	34.11
Junc Ln-026	691.37	0	729.43	38.06
Junc Ln-027	685.47	0	729.38	43.91
Junc Ln-028	682.77	0	729.32	46.55
Junc Ln-029	674.17	0	729.21	55.04
Junc Ln-030	666.27	0	729.09	62.82
Junc Ln-031	663.47	0	728.98	65.51
Junc Ln-032	660.87	0	728.87	68
Junc Ln-033	657.57	0	728.83	71.26
Junc Ln-034	656.97	0	728.77	71.8
Junc Ln-035	656.356	0	728.71	72.35
Junc Ln-036	656.27	0	728.61	72.34

INFORMES NODOS EPANET				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc Ln-037	653.188	0	728.56	75.37
Junc Ln-038	652.45	0	728.5	76.05
Junc Ln-039	651.634	0	728.43	76.8
Junc Ln-040	650.953	0	728.36	77.41
Junc Ln-041	650.767	0	728.3	77.53
Junc Ln-042	650.876	0	728.23	77.35
Junc Ln-043	651.151	0	728.17	77.01
Junc Ln-044	651.312	0	728.1	76.79
Junc Ln-045	650.997	0	728.04	77.04
Junc Ln-046	650.704	0	727.96	77.26
Junc Ln-047	650.184	0	727.91	77.72
Junc Ln-048	650.079	0	727.83	77.75
Junc Ln-049	650.182	0	727.76	77.57
Junc Ln-050	650.619	0	727.68	77.06
Junc Ln-051	650.242	0	727.62	77.37
Junc Ln-052	649.901	0	727.55	77.65
Junc Ln-053	649.42	0	727.48	78.06
Junc Ln-054	649.065	0	727.41	78.35
Junc Ln-055	648.647	0	727.34	78.7
Junc Ln-056	647.196	0	727.27	80.08
Junc Ln-057	646.258	0	727.19	80.94
Junc Ln-058	645.701	0	727.12	81.42
Junc Ln-059	645.934	0	727.04	81.11
Junc Ln-060	646.214	0	726.97	80.76
Junc Ln-061	646.735	0	726.88	80.15
Junc Ln-062	647.334	0	726.82	79.49
Junc Ln-063	648.641	0	726.77	78.13
Junc Ln-064	649.388	0	726.71	77.33
Junc Ln-065	650.216	0	726.66	76.44
Junc Ln-066	650.413	0	726.61	76.19
Junc Ln-067	650.371	0	726.49	76.12
Junc Ln-068	650.931	0	726.44	75.51
Junc Ln-069	651.454	0	726.38	74.93
Junc Ln-070	651.03	0	726.33	75.3
Junc Ln-071	649.761	0	726.27	76.51
Junc Ln-072	648.404	0	726.22	77.81
Junc Ln-073	647.293	0	726.16	78.87
Junc Ln-074	647.27	0	726.11	78.84
Junc Ln-075	648.454	0	726.05	77.6

INFORMES NODOS EPANET				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc Ln-076	650.47	0	726	75.53
Junc Ln-077	653.293	0	725.94	72.65
Junc Ln-078	654.7	0	725.89	71.19
Junc Ln-079	655.117	0	725.84	70.72
Junc Ln-080	655.408	0	725.78	70.37
Junc Ln-081	655.584	0	725.72	70.14
Junc Ln-082	655.488	0	725.67	70.18
Junc Ln-083	655.211	0	725.6	70.39
Junc Ln-084	654.622	0	725.55	70.93
Junc Ln-085	654.024	0	725.48	71.46
Junc Ln-086	653.358	0	725.45	72.09
Junc Ln-087	652.101	0	725.39	73.29
Junc Ln-088	651.857	0	725.37	73.51
Junc Ln-089	652.052	0	725.3	73.25
Junc Ln-090	652.296	0	725.22	72.92
Junc Ln-091	652.462	0	725.14	72.68
Junc Ln-092	652.705	0	725.06	72.36
Junc Ln-093	653.024	0	725.04	72.02
Junc Ln-094	653.034	0	725.01	71.97
Junc Ln-095	653.17	0	724.96	71.79
Junc Ln-096	653.517	0	724.92	71.4
Junc Ln-097	653.818	0	724.87	71.05
Junc Ln-098	654.43	0	724.78	70.35
Junc Ln-099	655.479	0	724.72	69.25
Junc Ln-100	656.216	0	724.66	68.45
Junc Ln-101	657.671	0	724.58	66.91
Junc Ln-102	658.849	0	724.53	65.68
Junc Ln-103	660.066	0	724.48	64.41
Junc Ln-104	662.095	0	724.4	62.3
Junc Ln-105	664.349	0	724.33	59.99
Junc Ln-106	668.262	0	724.23	55.96
Junc Ln-107	669.639	0	724.17	54.53
Junc Ln-108	670.557	0	724.11	53.56
Junc Ln-109	671.714	0	724.06	52.35
Junc Ln-110	671.927	0	724	52.08
Junc Ln-111	670.804	0	723.94	53.14
Junc Ln-112	670.276	0	723.9	53.63
Junc Ln-113	670.787	0	723.86	53.07
Junc Ln-114	674.422	0	723.75	49.33

INFORMES NODOS EPANET				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc Ln-115	676.301	0	723.7	47.39
Junc Ln-116	677.997	0	723.64	45.64
Junc Ln-117	680.702	0	723.55	42.85
Junc Ln-118	682.651	0	723.49	40.84
Junc Ln-119	686.815	0	723.4	36.58
Junc Ln-120	687.76	0	723.34	35.58
Junc Ln-121	688.644	0	723.27	34.63
Junc Ln-122	689.362	0	723.21	33.85
Junc Ln-123	688.57	0	723.16	34.59
Junc Ln-124	686.897	0	723.11	36.21
Junc Ln-125	684.931	0	723.05	38.12
Junc Ln-126	682.932	0	723.01	40.07
Junc Ln-127	680.559	0	722.91	42.35
Junc Ln-128	679.338	0	722.85	43.52
Junc Ln-129	677.507	0	722.8	45.29
Junc Ln-130	675.238	0	722.74	47.51
Junc Ln-131	672.917	0	722.69	49.77
Junc Ln-132	671.239	0	722.64	51.4
Junc Ln-133	670.011	0	722.6	52.59
Junc Ln-134	670.841	0	722.49	51.65
Junc Ln-135	674.317	0	722.4	48.08
Junc Ln-136	675.141	0	722.35	47.2
Junc Ln-137	676.408	0	722.3	45.9
Junc Ln-138	676.204	0	722.25	46.05
Junc Ln-139	675.836	0	722.2	46.36
Junc Ln-140	675.187	0	722.16	46.97
Junc Ln-141	674.489	0	722.06	47.58
Junc Ln-142	674.96	0	722	47.04
Junc S1(Ln-143)	675.37	0	721.94	46.57
Junc S1(Ln-144)	675.786	0	721.91	46.13
Junc S1(Ln-145)	676.164	0	721.87	45.7
Junc S1(Ln-146)	676.999	0	721.79	44.79
Junc S1(Ln-147)	678.372	0.21	721.73	43.35
Junc S1(Ln-149)	678.878	0	721.34	42.46
Junc S1(Ln-150)	676.594	0	721.37	44.77
Junc S1(Ln-158)	675.88	0	721.22	45.34
Junc S2(Ln-151)	682.958	0	721.31	38.35
Junc S2(Ln-150)	681.415	0.098	721.31	39.89
Junc S2(Ln-152)	683.116	0	721.31	38.19

INFORMES NODOS EPANET				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc S2(Ln-153)	684.712	0	721.29	36.58
Junc S2(Ln-154)	685.014	0	721.29	36.28
Junc S2(Ln-155)	685.886	0	721.29	35.4
Junc S2(Ln-156)	687.063	0	721.28	34.21
Junc S2(Ln-157)	687.574	0.164	721.27	33.69
Junc S3(Ln-159)	675.683	0	721.03	45.34
Junc S3(Ln-160)	676.13	0.21	720.9	44.77
Junc S3(Ln-161)	675.582	0	720.79	45.21
Junc S3(Ln-162)	675.853	0	720.53	44.68
Junc S3(Ln-163)	676.63	0	720.22	43.59
Junc S3(Ln-164)	676.699	0	720.14	43.44
Junc S3(Ln-165)	675.274	0	720.07	44.79
Junc nvrp2	673.884	0	693.88	20
Junc S3(Ln-166)	673.884	0	720.01	46.13
Junc S3(Ln-167)	673.406	0	693.86	20.45
Junc S3(Ln-168)	673.081	0	693.85	20.77
Junc S3(Ln-169)	672.354	0	693.84	21.48
Junc S3(Ln-170)	671.191	0	693.82	22.63
Junc S4(Ln-171)	670.614	0	693.81	23.2
Junc S4(Ln-172)	669.814	0	693.8	23.99
Junc S4(Ln-173)	668.687	0	693.79	25.1
Junc S4(Ln-174)	667.51	0	693.77	26.26
Junc S4(Ln-175)	666.354	0	693.75	27.4
Junc S4(Ln-176)	665.459	0	693.74	28.28
Junc S4(Ln-177)	664.335	0	693.72	29.39
Junc S4(Ln-178)	663.323	0	693.71	30.39
Junc S4(Ln-179)	662.21	0	693.69	31.48
Junc S4(Ln-180)	661.603	0.21	693.68	32.08
Junc S5(Ln-181)	672.214	0	693.85	21.64
Junc S5(Ln-182)	671.789	0	693.85	22.06
Junc S5(Ln-183)	669.263	0	693.82	24.56
Junc S5(Ln-184)	666.034	0	693.81	27.77
Junc S5(Ln-185)	665.551	0	693.8	28.25
Junc S5(Ln-186)	664.374	0	693.79	29.42
Junc S5(Ln-187)	663.818	0	693.78	29.97
Junc S5(Ln-188)	662.834	0	693.77	30.94
Junc S5(Ln-189)	661.922	0	693.77	31.85
Junc S5(Ln-190)	661.492	0	693.76	32.27
Junc S5(Ln-191)	661.055	0	693.75	32.7

INFORMES NODOS EPANET				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc S5(Ln-192)	659.28	0	693.73	34.45
Junc S5(Ln-193)	657.723	0.172	693.71	35.99
Junc S5(Ln-194)	675.1	0	720.06	44.96
Junc S5(Ln-195)	675.264	0.086	720.06	44.8
Junc S5(Ln-196)	677.165	0	720.14	42.98
Junc S5(Ln-197)	677.658	0	720.14	42.48
Junc S5(Ln-198)	677.539	0	720.14	42.6
Junc S5(Ln-199)	676.722	0	720.13	43.41
Junc S5(Ln-200)	676.127	0	720.13	44
Junc S5(Ln-201)	676.592	0.086	720.13	43.54
Junc S6(Ln-202)	677.259	0	720.14	42.88
Junc S6(Ln-203)	677.704	0	720.05	42.34
Junc S6(Ln-204)	678.387	0	719.96	41.57
Junc S6(Ln-205)	678.947	0	719.86	40.92
Junc S6(Ln-206)	680.413	0	719.77	39.36
Junc S6(Ln-207)	682.485	0	719.67	37.19
Junc S6(Ln-208)	682.986	0	719.63	36.64
Junc S6(Ln-209)	680.963	0	719.52	38.56
Junc S6(Ln-210)	683.646	0	719.61	35.96
Junc S6(Ln-211)	683.508	0	719.59	36.08
Junc S6(Ln-212)	682.285	0	719.56	37.27
Junc S6(Ln-213)	683.353	0	719.53	36.17
Junc S6(Ln-214)	684.122	0	719.52	35.4
Junc S6(Ln-215)	686.206	0	719.47	33.27
Junc S6(Ln-216)	687.299	0	719.46	32.16
Junc S6(Ln-217)	689.139	0	719.43	30.29
Junc S6(Ln-218)	690.459	0	719.41	28.95
Junc S6(Ln-219)	691.07	0	719.4	28.33
Junc S6(Ln-220)	692.341	0	719.38	27.04
Junc S6(Ln-221)	693.367	0	719.36	26
Junc S6(Ln-222)	695.824	0	719.34	23.51
Junc S6(Ln-223)	699.985	0.21	719.31	19.33
Junc S6(Ln-224)	686.236	0.105	719.52	33.29
Junc S6(Ln-225)	679.888	0	719.47	39.58
Junc S6(Ln-301)	680.641	0	719.63	38.99
Junc S6(Ln-302)	679.216	0.105	719.63	40.41
Junc S6(Ln-303)	679.26	0.131	719.45	40.19
Junc S6(Ln-304)	678.888	0	719.46	40.57
Junc S6(Ln-305)	678.529	0	719.46	40.93

INFORMES NODOS EPANET				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc S6(Ln-306)	678.982	0	719.47	40.48
Junc S7(Ln-226)	677.809	0	719.37	41.56
Junc S7(Ln-227)	676.733	0	719.32	42.59
Junc S7(Ln-228)	675.556	0	719.28	43.72
Junc S7(Ln-229)	673.375	0	719.12	45.74
Junc S7(Ln-230)]	672.851	0	719.05	46.2
Junc S7(Ln-231)	672.825	0.158	718.97	46.14
Junc S7(Ln-232)	673.185	0	718.9	45.72
Junc S7(Ln-233)	672.84	0	718.83	45.99
Junc S7(Ln-234)	676.287	0	718.74	42.45
Junc S7(Ln-235)	678.255	0	718.66	40.4
Junc S7(Ln-236)	680.793	0.079	718.56	37.76
Junc S7(Ln-237)	682.41	0	718.49	36.08
Junc S7(Ln-307)	675.447	0	719.27	43.83
Junc S7(Ln-308)	675.887	0	719.27	43.38
Junc S7(Ln-309)	676.697	0	719.27	42.57
Junc S7(Ln-310)	675.926	0.079	719.27	43.34
Junc S8(Ln-238)	686.316	0	718.35	32.04
Junc S8(Ln-239)	687.871	0	718.3	30.43
Junc S8(Ln-240)	690.521	0	717.67	27.15
Junc S8(Ln-241)	692.191	0	717.32	25.13
Junc S8(Ln-242)	690.408	0	717.29	26.88
Junc S8(Ln-243)	688.5	0	717.26	28.76
Junc S8(Ln-244)	687.759	0	717.24	29.48
Junc S8(Ln-245)	686.61	0	717.22	30.61
Junc S8(Ln-246)	685.323	0.4745	717.19	31.87
Junc S8(Ln-247)	691.636	0	717.24	25.6
Junc S8(Ln-248)	691.828	0	717.08	25.25
Junc S8(Ln-249)	690.916	0	717	26.09
Junc S8(Ln-282)	693.041	0	717.2	24.15
Junc S8(Ln-283)	695.046	0	717.17	22.13
Junc S8(Ln-284)	698.841	0	717.13	18.29
Junc S8(Ln-285)	702.394	0	717.13	14.74
Junc S8(Ln-286)	704.984	0	717.13	12.14
Junc S8(Ln-287)	708.237	0.182	717.12	8.89
Junc S8(Ln-288)	699.979	0	717.13	17.15
Junc S8(Ln-289)	700.244	0	717.12	16.88
Junc S8(Ln-290)	700.375	0	717.12	16.75
Junc S8(Ln-291)	701.791	0	717.12	15.33

INFORMES NODOS EPANET				
ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc S8(Ln-292)	702.581	0	717.12	14.53
Junc S8(Ln-293)	704.203	0	717.11	12.91
Junc S8(Ln-294)	700.037	0	717.11	17.07
Junc S8(Ln-295)	697.427	0	717.11	19.68
Junc S8(Ln-296)	696.477	0.182	717.1	20.62
Junc S8(Ln-297)	697.362	0	717.12	19.76
Junc S8(Ln-298)	697.351	0	717.12	19.77
Junc S8(Ln-299)	697.449	0	717.12	19.67
Junc S8(Ln-300)	697.623	0.182	717.12	19.5
Junc S9(Ln-250)	692.332	0	716.92	24.59
Junc S9(Ln-251)	691.909	0	716.79	24.88
Junc S9(Ln-252)	690.482	0	716.76	26.27
Junc S9(Ln-253)	688.939	0	716.72	27.78
Junc S9(Ln-254)	687.81	0	716.69	28.88
Junc S9(Ln-255)	687.091	0	716.66	29.57
Junc S9(Ln-256)	686.583	0.276	716.64	30.05
Junc S9(Ln-257)	684.303	0	716.62	32.32
Junc S9(Ln-258)	680.772	0	716.61	35.84
Junc S9(Ln-259)	678.015	0	716.61	38.59
Junc S9(Ln-260)	675.283	0	716.6	41.32
Junc S9(Ln-261)	672.345	0	716.59	44.25
Junc S9(Ln-262)	668.158	0	716.58	48.42
Junc S9(Ln-263)	668.065	0	716.57	48.5
Junc nvrp1	668.065	0	688.07	20
Junc S9(Ln-264)	667.317	0	688.05	20.74
Junc S9(Ln-265)	667.448	0	688.04	20.6
Junc S9(Ln-266)	666.006	0	688.04	22.03
Junc S9(Ln-267)	661.437	0	688.02	26.59
Junc S9(Ln-268)	660.452	0.276	688.01	27.56
Junc S9(Ln-269)	693.827	0	716.77	22.94
Junc S10(Ln-270)	695.389	0	716.76	21.37
Junc S10(Ln-271)	699.089	0.197	716.73	17.64
Junc S10(Ln-272)	701.842	0	716.72	14.88
Junc S10(Ln-273)	703.608	0	716.72	13.11
Junc S10(Ln-274)	704.724	0	716.71	11.99
Junc S10(Ln-275)	704.968	0	716.71	11.74
Junc S10(Ln-276)	704.924	0	716.71	11.78
Junc S10(Ln-277)	705.353	0	716.7	11.35
Junc S10(Ln-278)	707.803	0	716.7	8.89

INFORMES NODOS EPANET

ID NODO	Elevación	Demanda Base	Altura	Presiones
	m	Lps	m	m
Junc S10(Ln-279)	708.083	0	716.69	8.61
Junc S10(Ln-280)	707.427	0	716.69	9.26
Junc S10(Ln-281)	707.667	0.197	716.69	9.02

Ilustración 48: Presiones y velocidades de línea de conducción por bombeo y red de distribución por gravedad

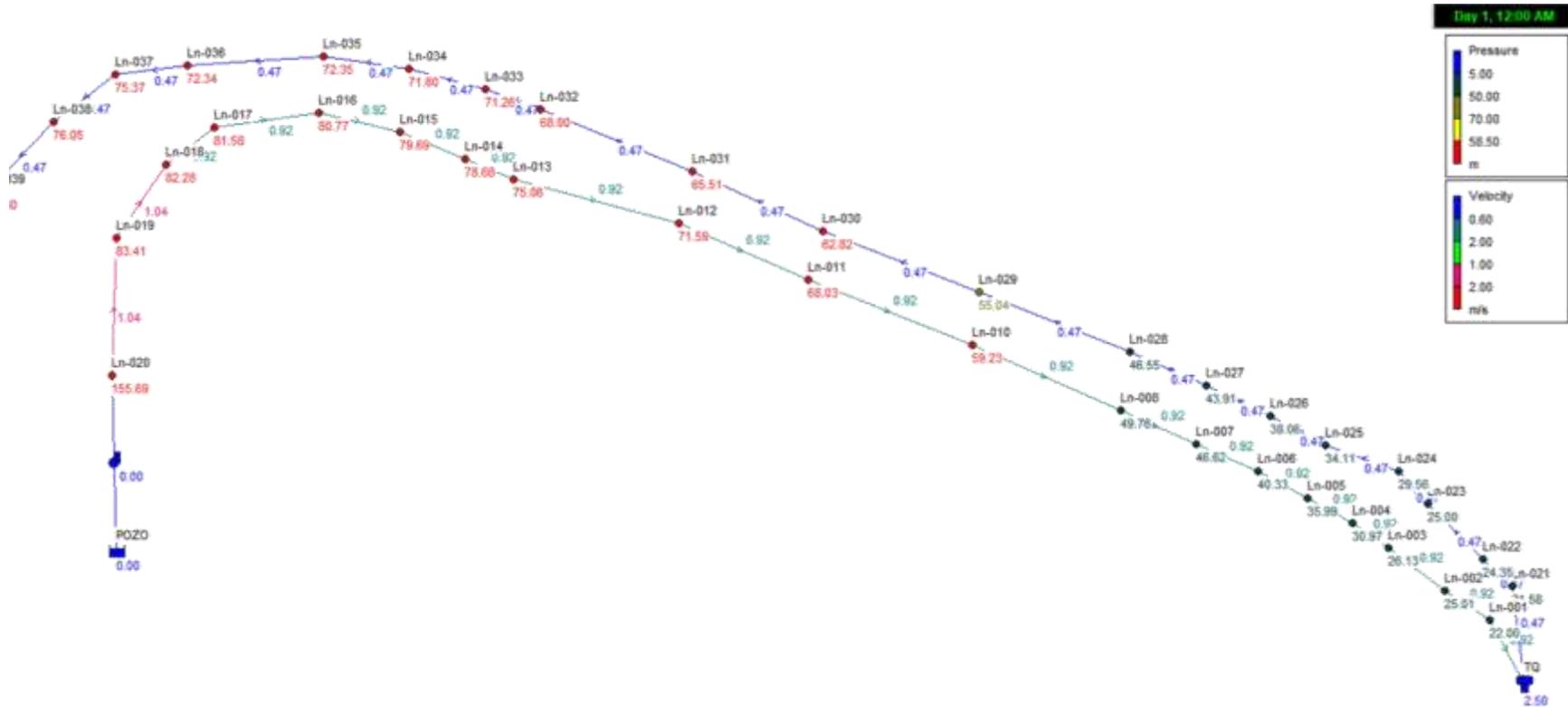


Ilustración 49: Presiones y Velocidades línea de Conducción por Gravedad

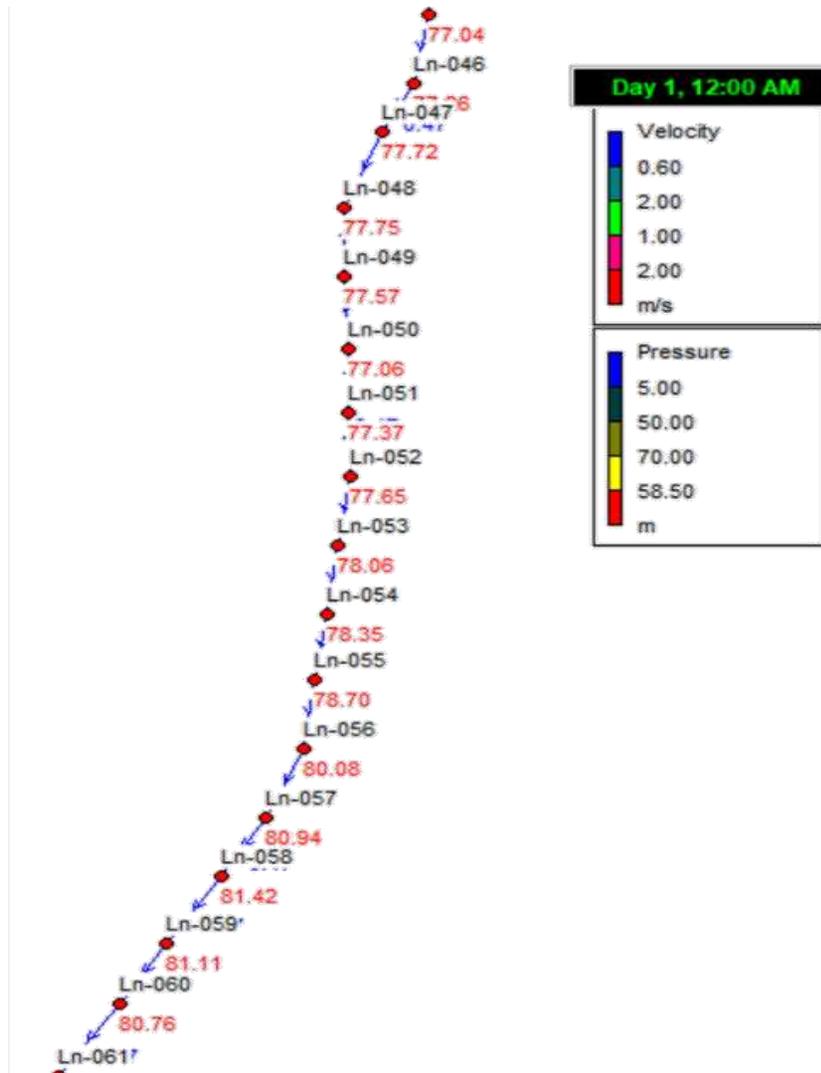


Ilustración 50: Continuación de Presiones y Velocidades línea de Conducción por Gravedad

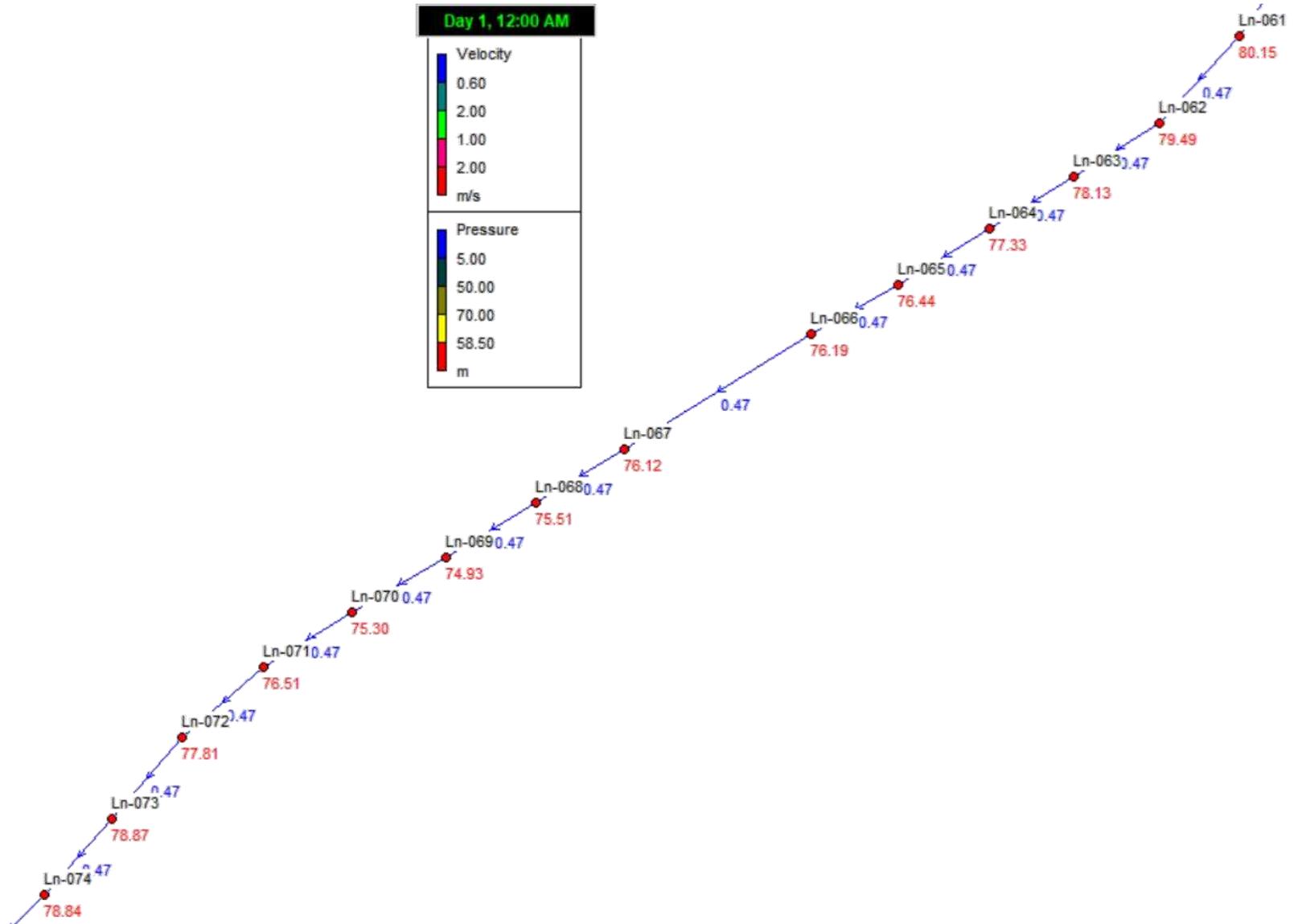


Ilustración 51: Continuación de Presiones y Velocidades línea de Conducción por Gravedad

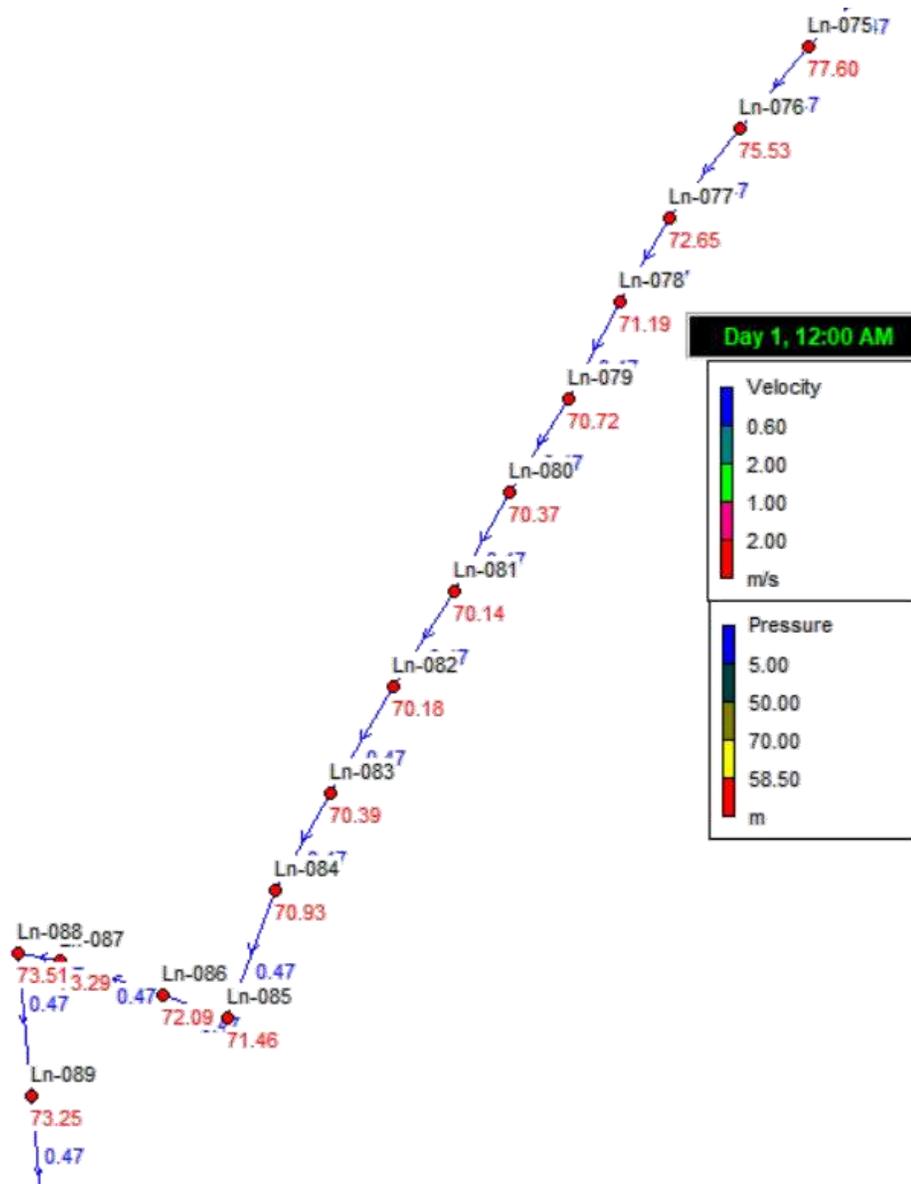


Ilustración 52: Continuación de Presiones y Velocidades línea de Conducción por Gravedad

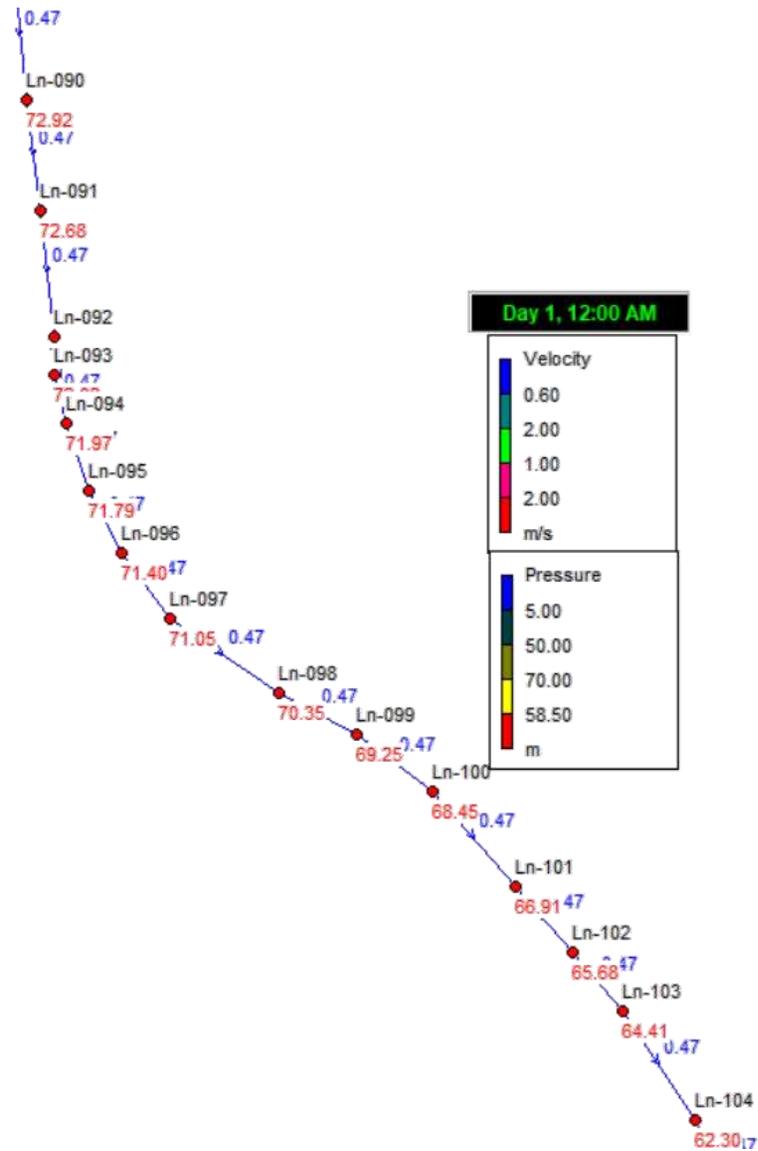


Ilustración 53: Continuación de Presiones y Velocidades línea de Conducción por Gravedad

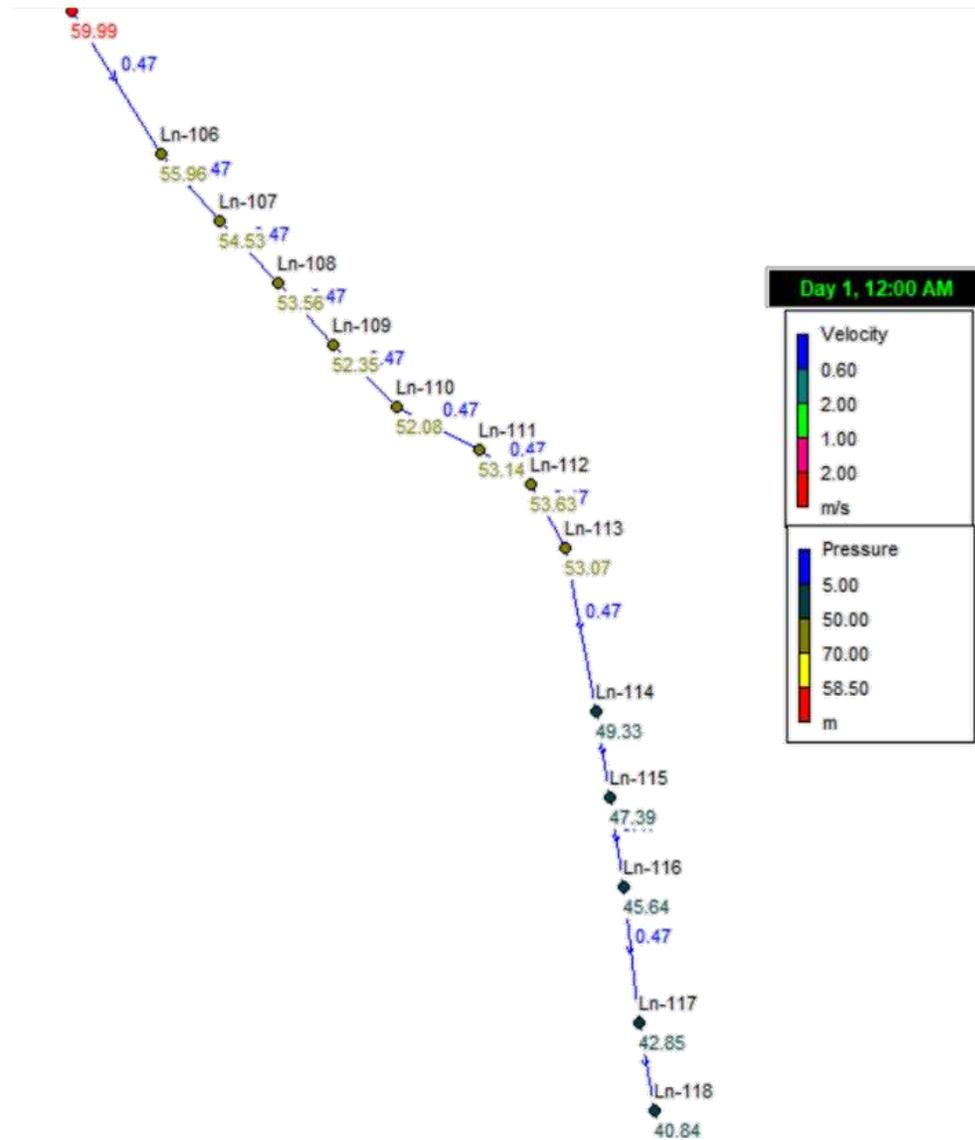


Ilustración 54: Continuación de Presiones y Velocidades línea de Conducción por Gravedad

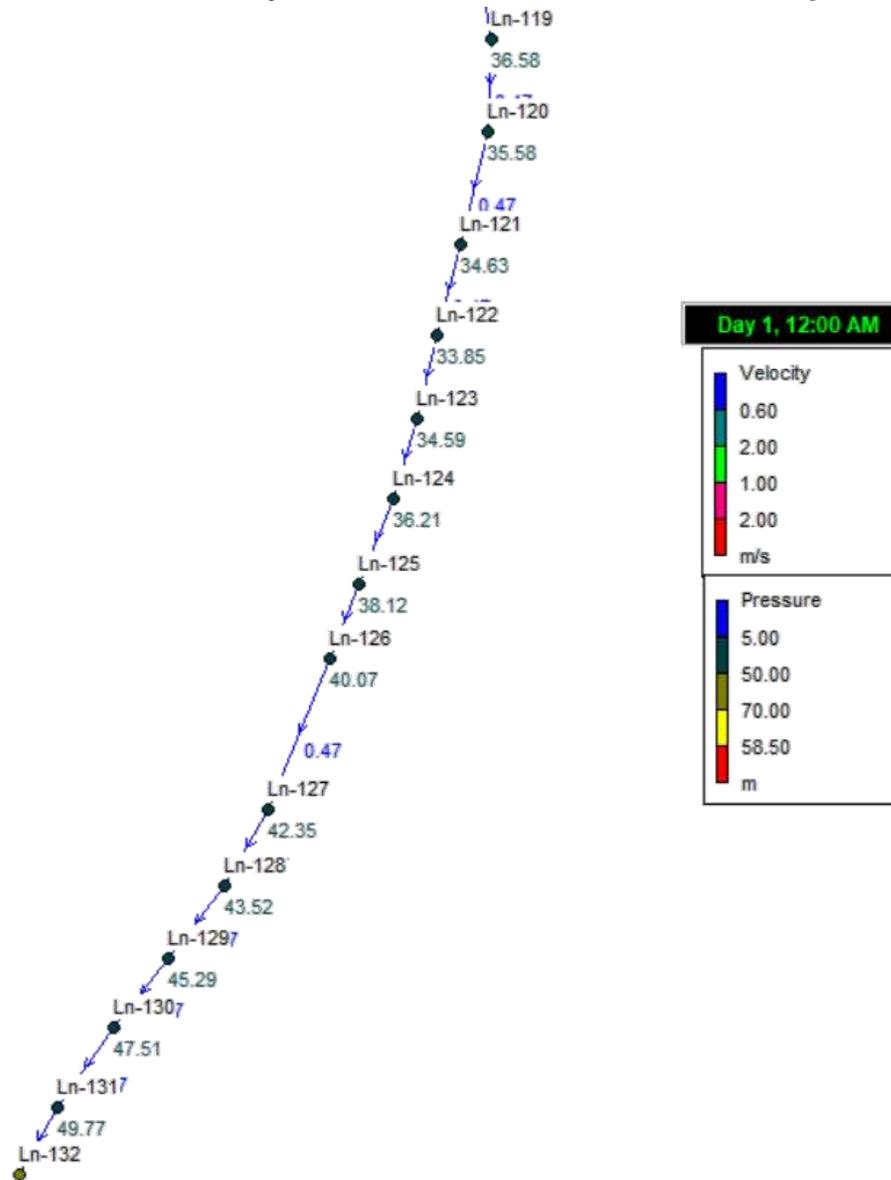


Ilustración 55: Continuación de Presiones y Velocidades línea de Conducción por Gravedad

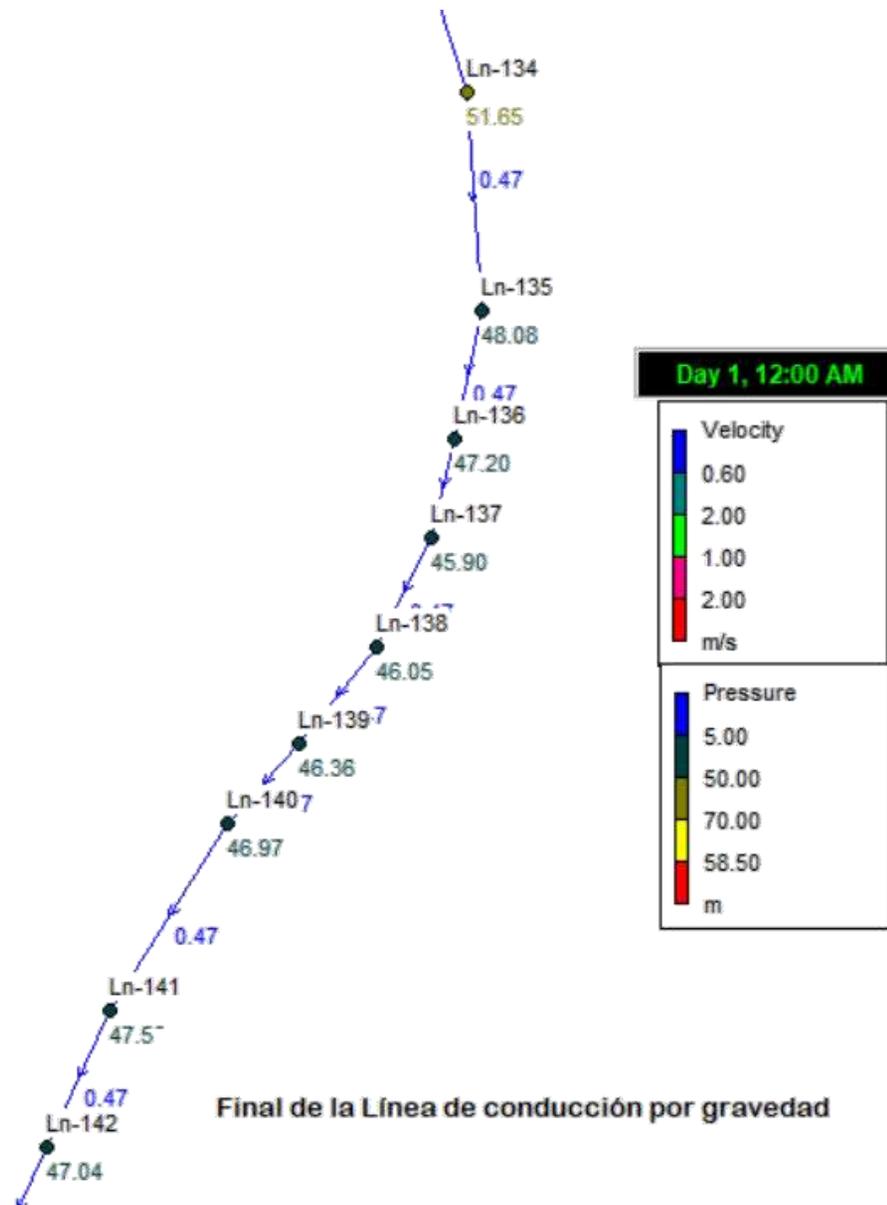


Ilustración 56: Presiones y Velocidades línea de Distribución Sector 1, Sector 2 y Sector 3 (Parte 1)

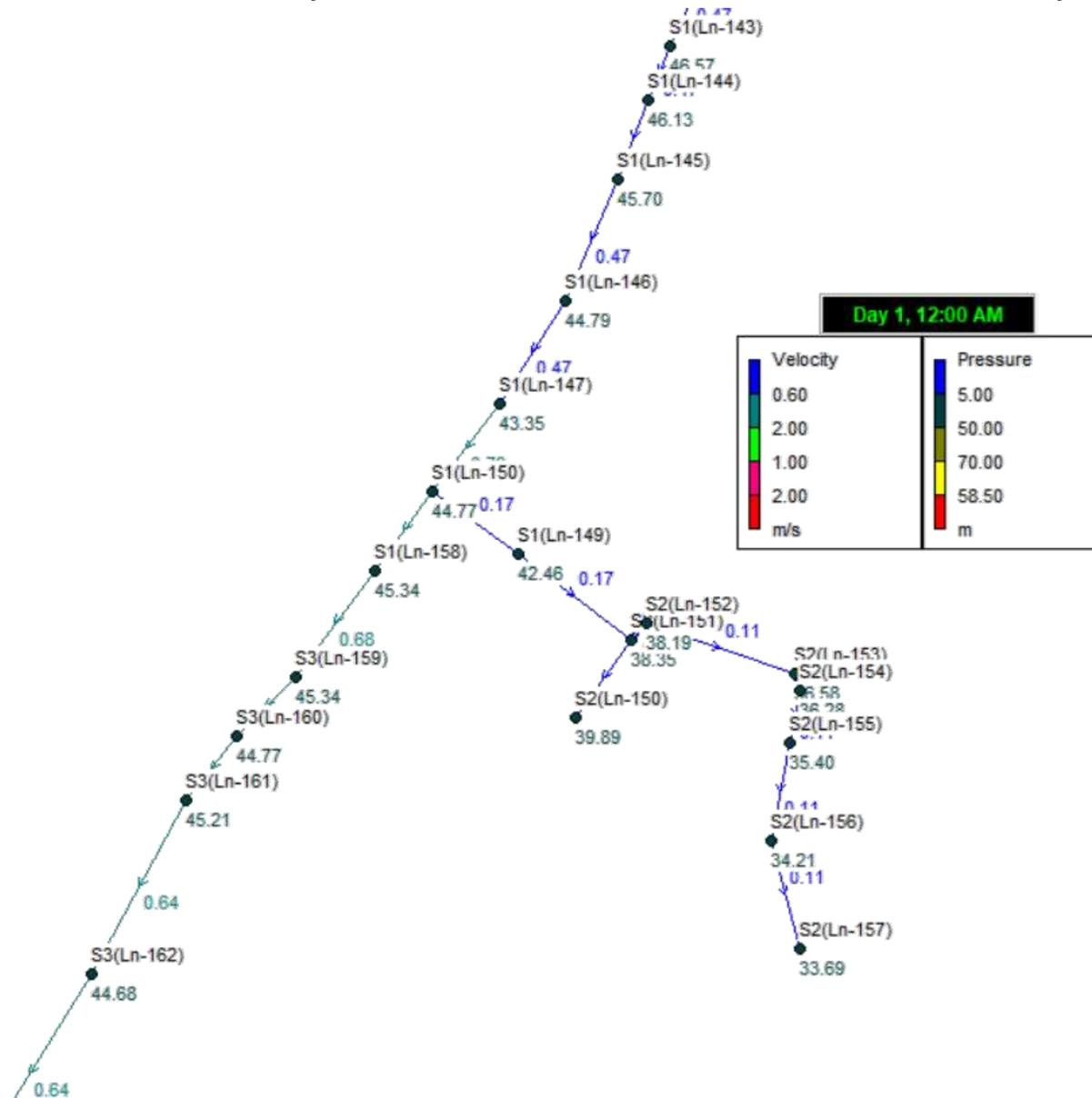


Ilustración 57: Presiones y Velocidades línea de Distribución Sector 3 (Parte 2), Sector 4 y Sector 5

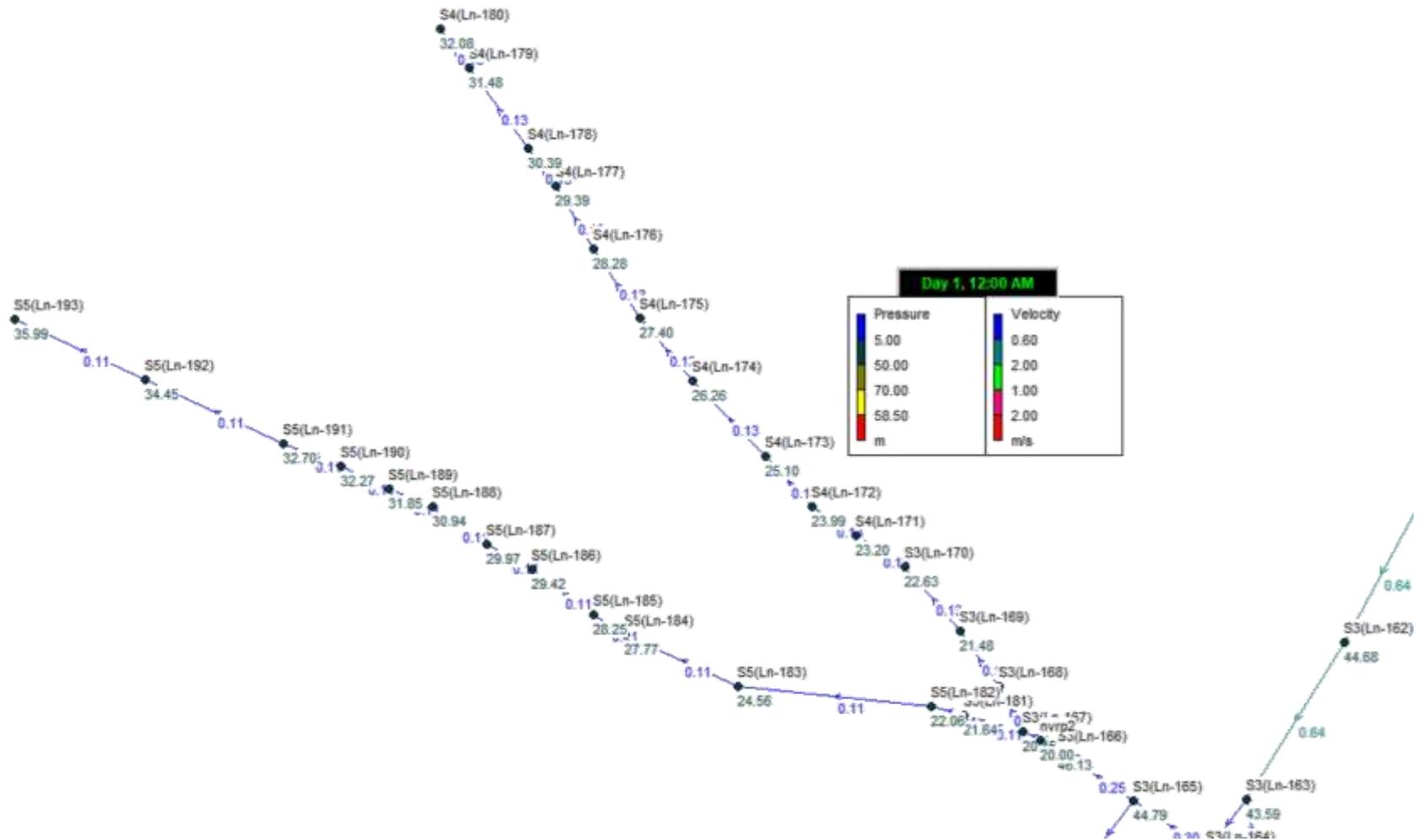


Ilustración 58:Continuación Presiones y Velocidades línea de Distribución Sector 3 (Parte 3), Sector 4 y Sector 5

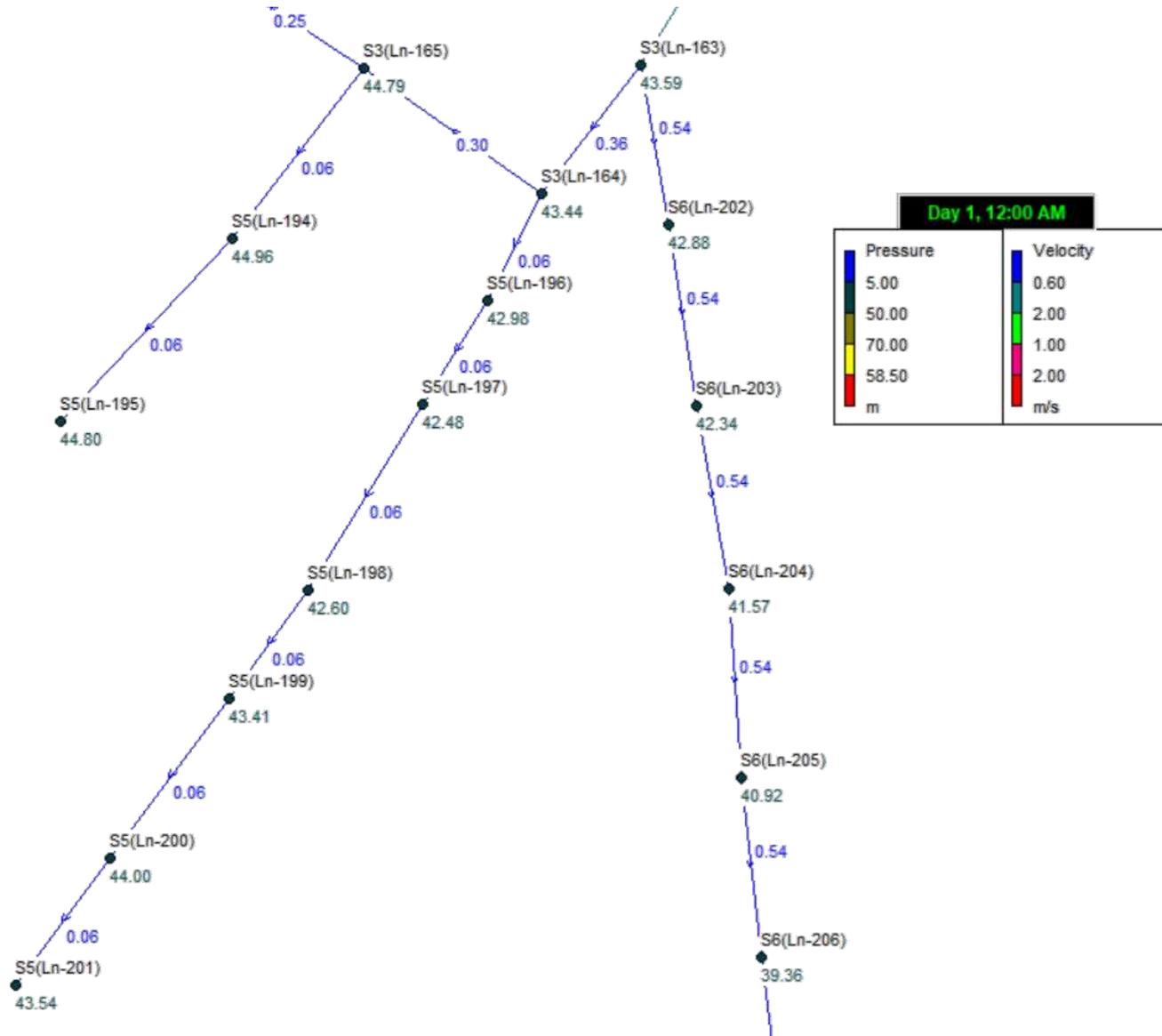


Ilustración 59: Presiones y Velocidades línea de Distribución Sector 6

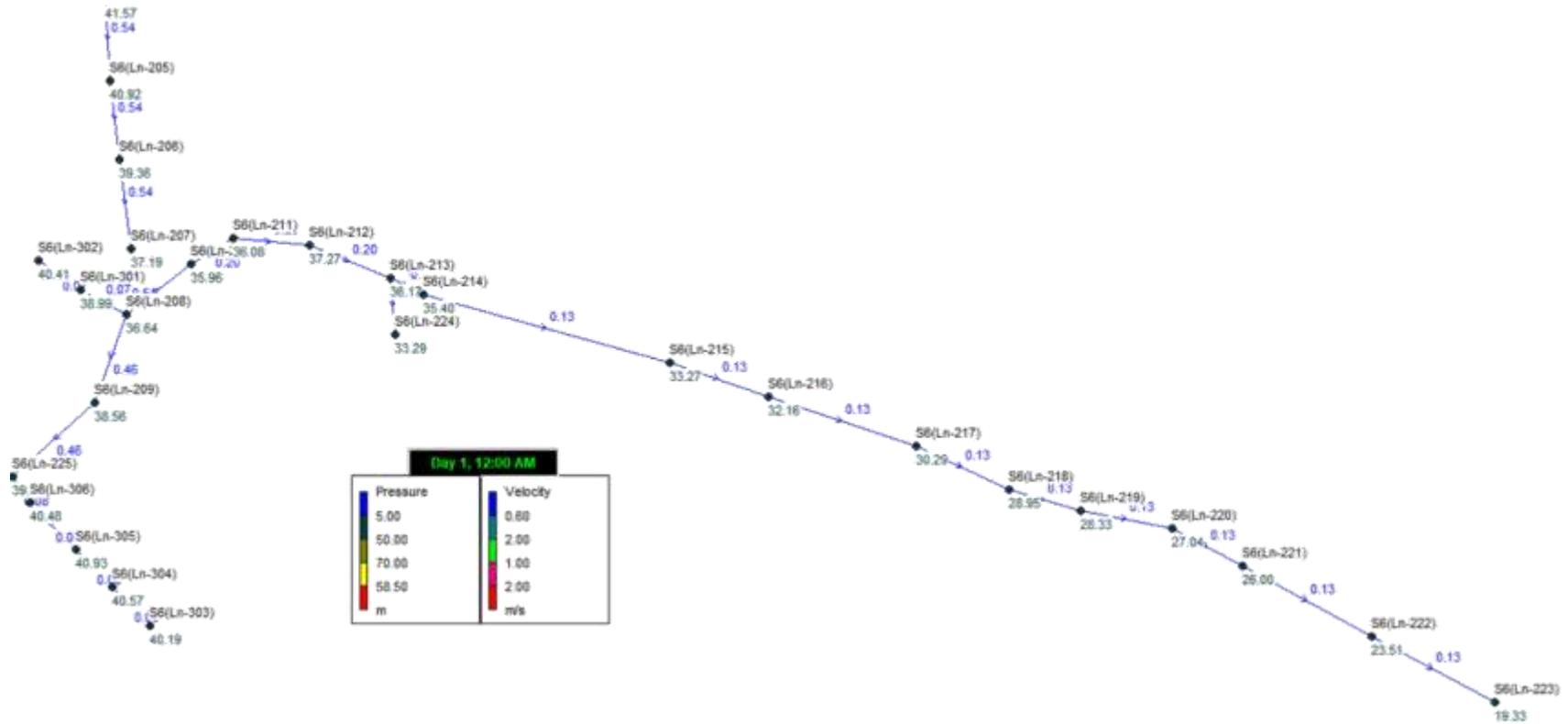


Ilustración 60: Presiones y Velocidades línea de Distribución Sector 7

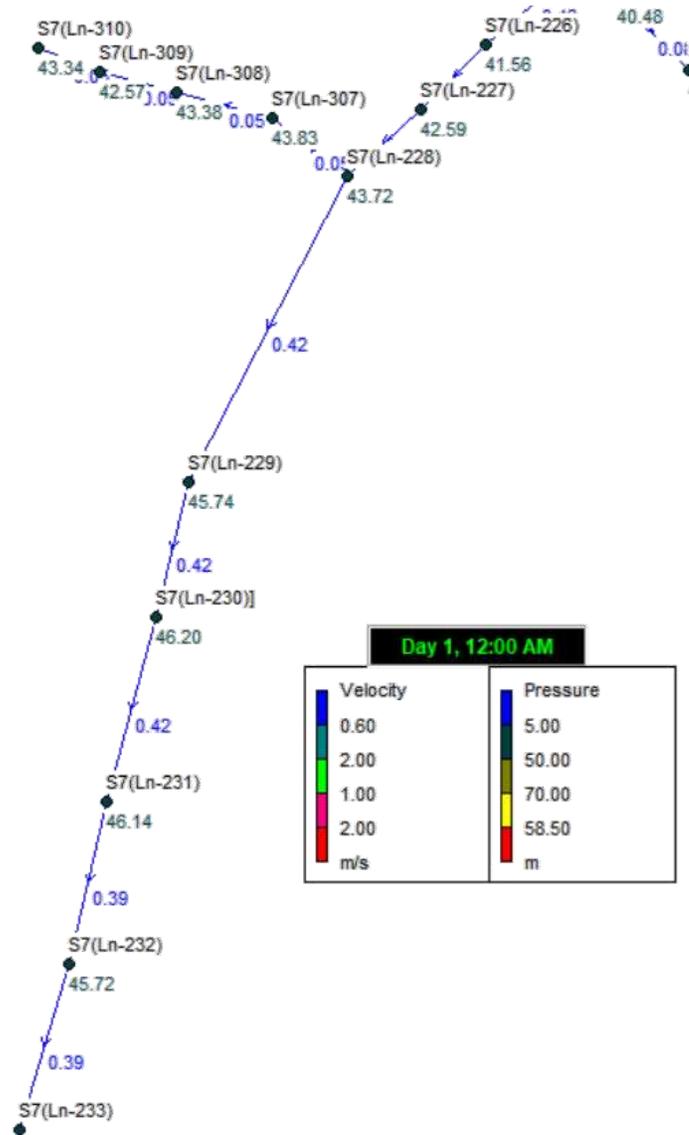


Ilustración 61: Presiones y Velocidades línea de Distribución Sector 8 (Parte 1)

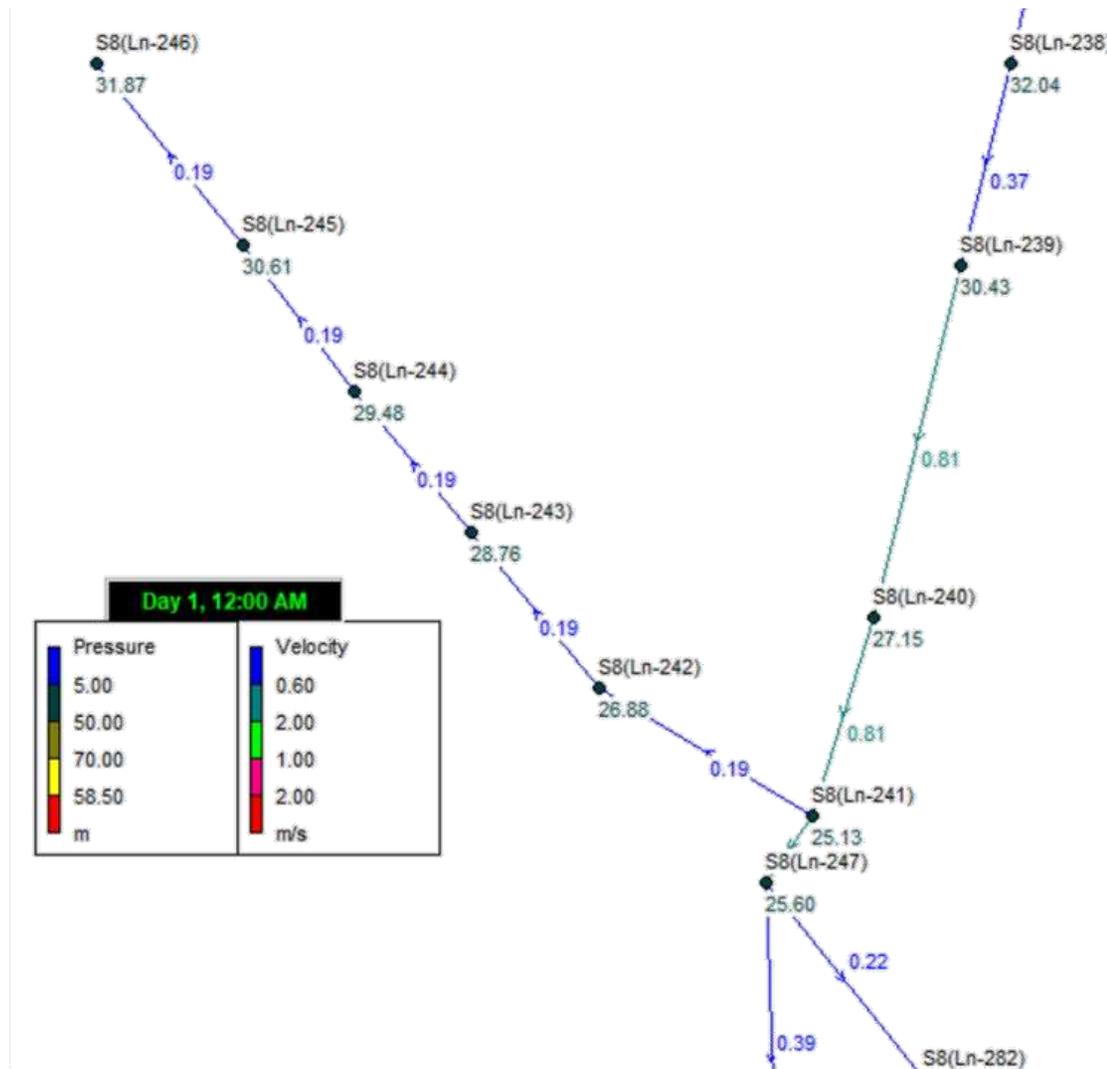


Ilustración 62: Continuación Presiones y Velocidades línea de Distribución Sector 8 (Parte 2)

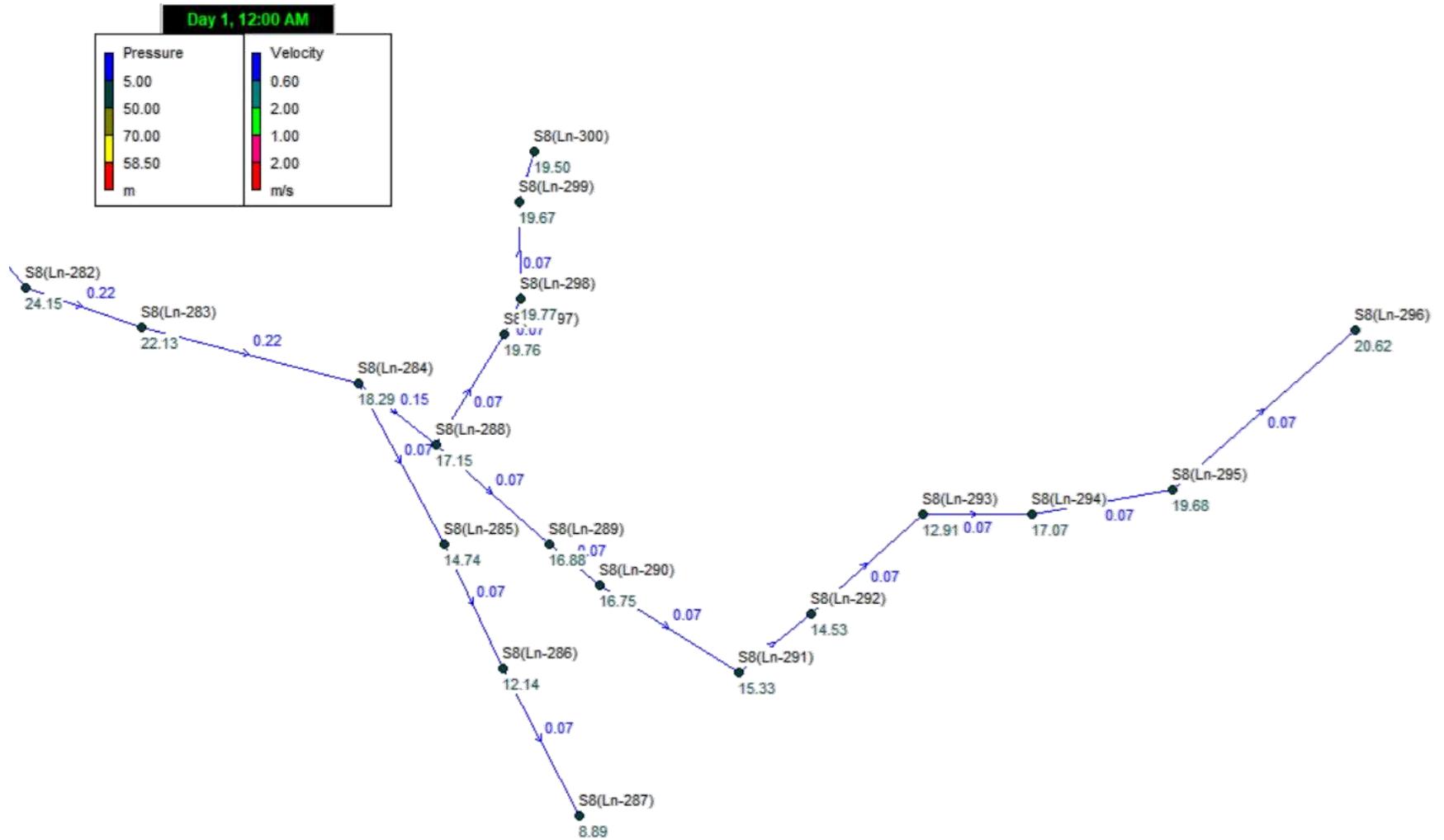


Ilustración 63: Presiones y Velocidades línea de Distribución Sector 9

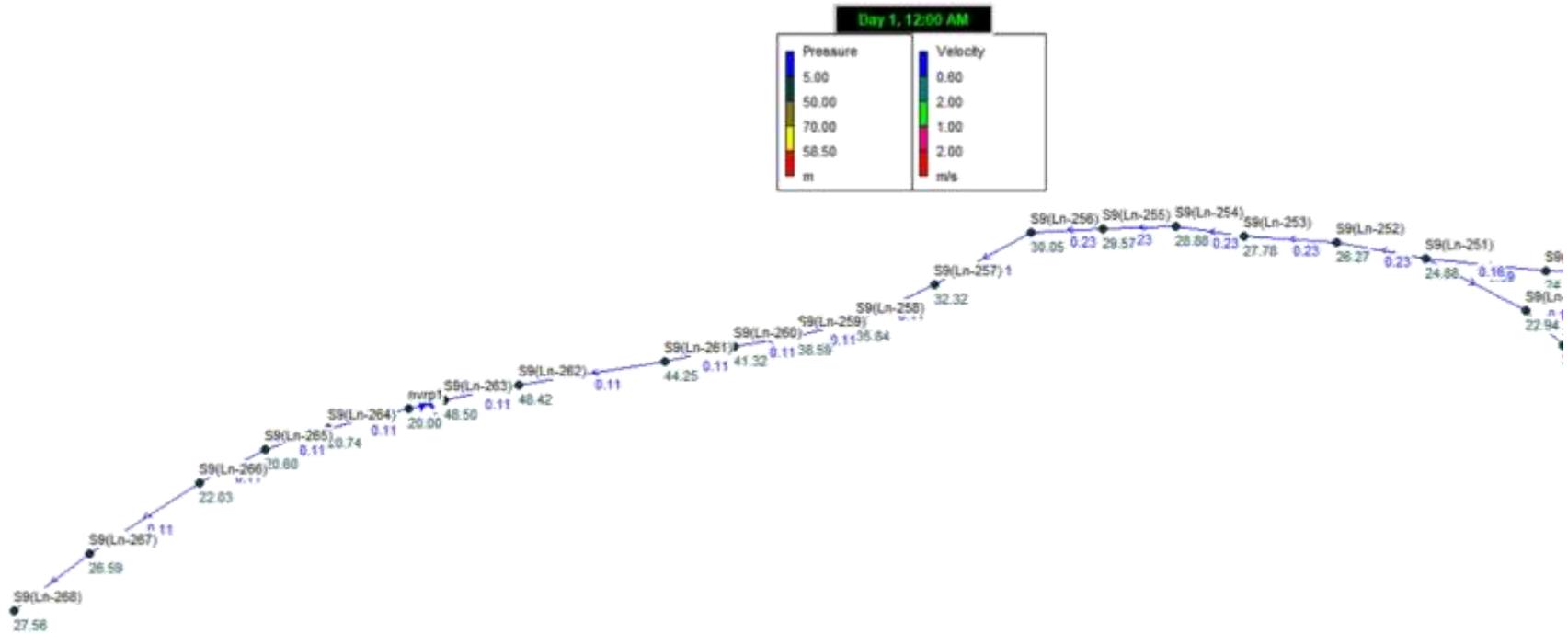


Ilustración 64: Presiones y Velocidades línea de Distribución Sector 10

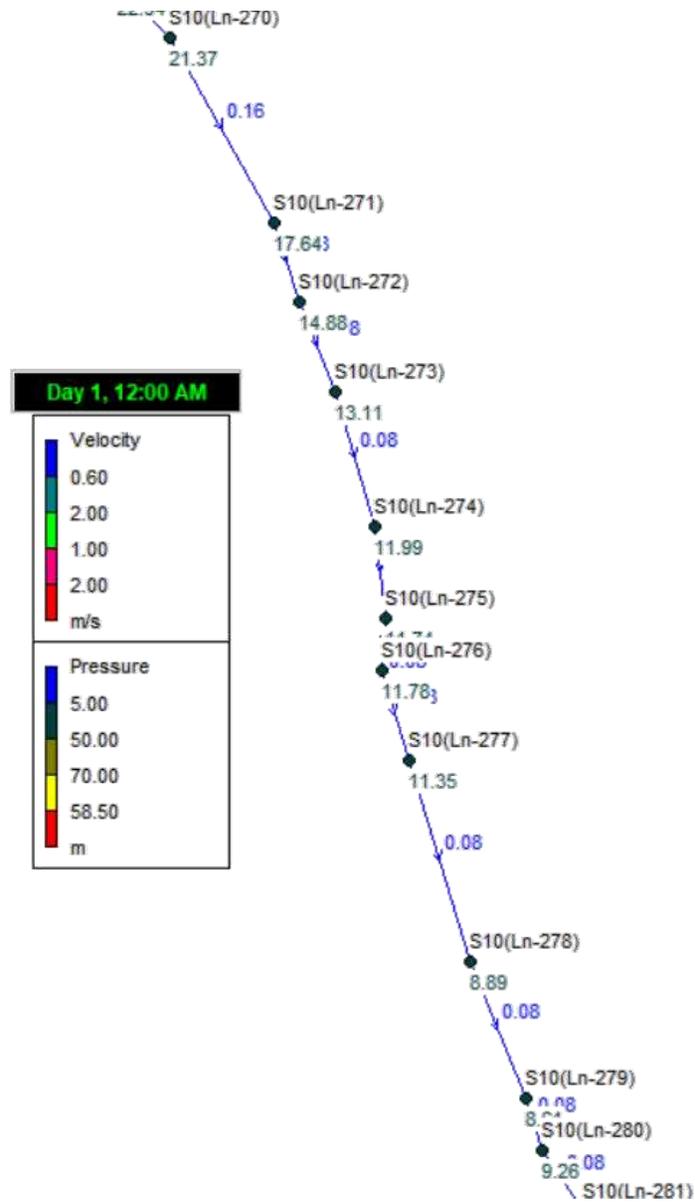


Tabla 57: Presupuesto diseño de abastecimiento de agua potable en la comunidad Las Uvas.

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD							
LAS UVAS, MUNICIPIO DE JALAPA DEPARTAMENTO DE NUEVA SEGOVIA, NICARAGUA							
Etap a	Sub etapa	Código	Descripción	U.M	Cantida d	Costo Unitario	Total, C\$
310			Preliminares	GLB	1.00	C\$404,582.58	C\$404,582.58
310	01		Limpieza inicial	m2	7711.13	C\$24.23	C\$186,840.68
		92224.00	Limpieza inicial predio de captación	m2	79.00	C\$24.23	C\$1,914.17
		92224.00	Limpieza inicial línea de conducción y distribución	m2	7552.13	C\$24.23	C\$182,988.11
		92224.00	Limpieza inicial predio del tanque	m2	80.00	C\$24.23	C\$1,938.40
310	02		Trazo y nivelación	ml	7552.13	C\$25.10	C\$189,549.40
		92806	Trazo y nivelación para tuberías (incl. Estacas de madera + mano de obra topografía) (no incl. equipo de topografía)	ml	7552.13	C\$25.10	C\$189,549.40
310	05		Rótulos	c/u	1.00	C\$28,192.50	C\$28,192.50
		05442	Rótulo tipo FISE 1.22 m x 2.44 (Est. Acero & Zinc Liso)	c/u	1.00	C\$28,192.50	C\$28,192.50
320			Línea de conducción	ml	535.79	C\$578.86	C\$308,143.91
320	01		Excavación para tubería	m3	267.90	C\$177.99	C\$47,683.60
		95330	Excavación en zanja TN (W 0.50 m Prof 1 m)	m3	267.90	C\$177.99	C\$47,683.60
320	04		Relleno y compactación	m3	320.17	C\$114.79	C\$36,753.41

		92226	Relleno y compactación manual	m3	320.17	C\$114.79	C\$36,753.41
320	07		Tubería de 2" de diámetro	ml	535.79	C\$389.00	C\$208,422.31
		96171	Tubería de PVC Diám = 2" (No inc. Excavación)	ml	535.79	C\$389.00	C\$208,422.31
330			Red de distribución	ml	3870.63	C\$390.76	C\$1,512,487.07
330	01		Excavación para tubería	m3	1973.00	C\$177.99	C\$351,181.37
		95330	Excavación en zanja TN (W 0.50 m Prof 1 m)	m3	1973.00	C\$177.99	C\$351,181.37
330	04		Relleno y compactación	m3	1044.09	C\$114.79	C\$119,853.64
		92226	Relleno y compactación manual	m3	1044.09	C\$114.79	C\$119,853.64
330	07		Prueba hidrostática	ml	3870.63	C\$1.68	C\$6,487.29
		93282	Prueba hidrostática Proy. A.P hasta 4" y 400 m	c/u	10.00	C\$648.73	C\$6,487.29
330	09		Tubería de 1 1/2" de diámetro	ml	3870.63	C\$181.92	C\$704,151.20
		96171	Tubería de PVC Diám = 1 1/2" (No inc. Excavación)	ml	3870.63	C\$181.92	C\$704,151.20
330	25		Válvulas y accesorios	c/u	54.00	C\$6,126.18	C\$330,813.57
		05672	Válvula Limpieza de Hierro Galvanizado 1"	c/u	1.00	C\$15,285.95	C\$15,285.95
		05671	Válvula Limpieza de Hierro Fundido 1 1/2"	c/u	9.00	C\$17,046.76	C\$153,420.87
		93113	Válvula de aire de hierro. Diám 1/2"	c/u	7.00	C\$20,188.40	C\$141,318.82
		94051	Reductor liso de PVC, 4"-3" (SCH 40)	c/u	1.00	C\$603.58	C\$603.58
		96571	Reductor liso de PVC, 3"-2" (SCH 40)	c/u	1.00	C\$368.50	C\$368.50
		96574	Reductor liso de PVC, 3"-1.5" (SCH 40)	c/u	4.00	C\$363.29	C\$1,453.14
		03306	Caja para protec. De valv. De tubo de concreto. Diám = 6" H = 1.20 m (No incl. Exc)	c/u	16.00	C\$958.48	C\$15,335.66
		03532	Bloque de reacción de concreto de 3000 PSI ref. de 0.50 m c/anclaje de varillas de hierro (Incl. Exc)	c/u	16.00	C\$1,144.56	C\$18,312.99
335			Tanque de almacenamiento	m3	76.57	C\$10,960.50	C\$839,245.11

335	01		Movimiento de tierra para tanque de almacenamiento	m3	83.69	C\$770.77	C\$64,509.60
		94236	Descapote manual	m3	20.73	C\$162.34	C\$3,365.33
		92287	Corte manual de terreno	m3	55.84	C\$163.50	C\$9,130.86
		92226	Relleno y compactación manual	m3	7.12	C\$114.79	C\$817.32
		95875	Acarreo manual de material selecto con carretilla a 1 Km (Con MOI)	m3	9.26	C\$4,409.86	C\$40,817.66
		94390	Botar material sobrante de excavación a 100 m	m3	72.60	C\$142.96	C\$10,378.44
335	02		Tanque de almacenamiento de mampostería	m3	76.57	C\$9,414.68	C\$720,881.88
		92022	Niveleta doble de 1.50 m x 1.50 m	c/u	4.00	C\$222.00	C\$888.02
		92021	Niveleta sencilla L = 1.10 m	c/u	3.00	C\$188.57	C\$565.70
		02218	Base de concreto de 3500 PSI Ref. para tanque de almacenamiento sobre suelo	m3	7.92	C\$23,743.78	C\$188,080.50
			Hierro (en varillas) corrugado (grado 40) Diám < = Al N° 2	lbs	144.83		
		93353	Hierro (en varillas) corrugado (grado 40) Diám < = Al N° 3	lbs	464.86	C\$38.68	C\$17,979.34
		93353	Hierro (en varillas) corrugado (grado 40) Diám < = Al N° 4	lbs	1231.16	C\$38.68	C\$47,617.45
		92388	Formaleta de madera de pino para fundaciones	m2	9.25	C\$614.62	C\$5,684.77
		92345	Formaleta de madera de pino para vigas	m2	211.20	C\$848.74	C\$179,253.25
		92346	Formaleta de madera de pino para columnas (área de contacto)	m2	18.50	C\$722.21	C\$13,359.80
		95518	Formaleta de madera de pino para losa aérea @ Alt = 2.40 (Incl. Barules de pino de 4" x 4")	m2	6.67	C\$1,005.50	C\$6,706.69
		97169	Niple de Hierro Fundido Diám. =5/8", L=0.10 m	c/u	1.00	C\$968.47	C\$968.47
		93869	Codo de Hierro Galvanizado 3" x 45°	c/u	1.00	C\$1,479.48	C\$1,479.48
		93848	Codo de Hierro Galvanizado 2" x 90°	c/u	1.00	C\$712.72	C\$712.72

		93847	Codo de Hierro Galvanizado 3" x 90°	c/u	1.00	C\$1,287.33	C\$1,287.33
		96075	Válvula de Compuerta Diámetro 3"	c/u	1.00	C\$7,761.37	C\$7,761.37
		05343	Platina empotrada 2" x 4"	c/u	1.00	C\$1,210.75	C\$1,210.75
		05339	Platina empotrada 1/8	c/u	1.00	C\$723.36	C\$723.36
			Repello corriente	m2	211.20		
		92160	Piqueteo total en concreto fresco	m2	105.62	C\$38.77	C\$4,094.55
		93783	Repello arenillado	m2	211.23	C\$154.77	C\$32,692.01
		02040	Fino integral para losas de concreto	m2	47.91	C\$163.60	C\$7,838.18
		02039	Fino pizarra	m2	135.02	C\$132.36	C\$17,870.97
		93411	Pintura epóxica blanca (Incl. Catalizador epóxico blanco) sobre paredes de tanques de agua potable	m2	158.42	C\$849.11	C\$134,516.72
		92147	Pintura de aceite calidad standard (Incl. 2 manos)	m ²	184.82	C\$179.05	C\$33,092.09
		93509	Tapa de Metálica (incluye 1 candado mediano)	c/u	1.00	C\$16,498.36	C\$16,498.36
335	07		Otro tipo de obras	GLB	1.00	C\$53,853.62	C\$53,853.62
		03748	Caja de registro de concreto de 2500 PSI ref.	c/u	2.00	C\$4,529.09	C\$9,058.18
		04685	Cuneta en forma de "V" de concreto de 2500 PSI sin ref. A = 0.60 H = 0.15 E = 0.05	ml	35.00	C\$852.16	C\$29,825.56
		02146	Tubería de Ho Go Diám. 2" (No incl. Excavación)	ml	15.00	C\$943.77	C\$14,156.51
		92170	Bloque de reacción de concreto para accesorios menores a 6"	c/u	4.00	C\$203.34	C\$813.38
340			Fuentes y obras de toma	c/u	1.00	C\$1,563,906.57	C\$1,563,906.57
340	02		Estación de bombeo	c/u	1.00	C\$1,188,525.21	C\$1,188,525.21

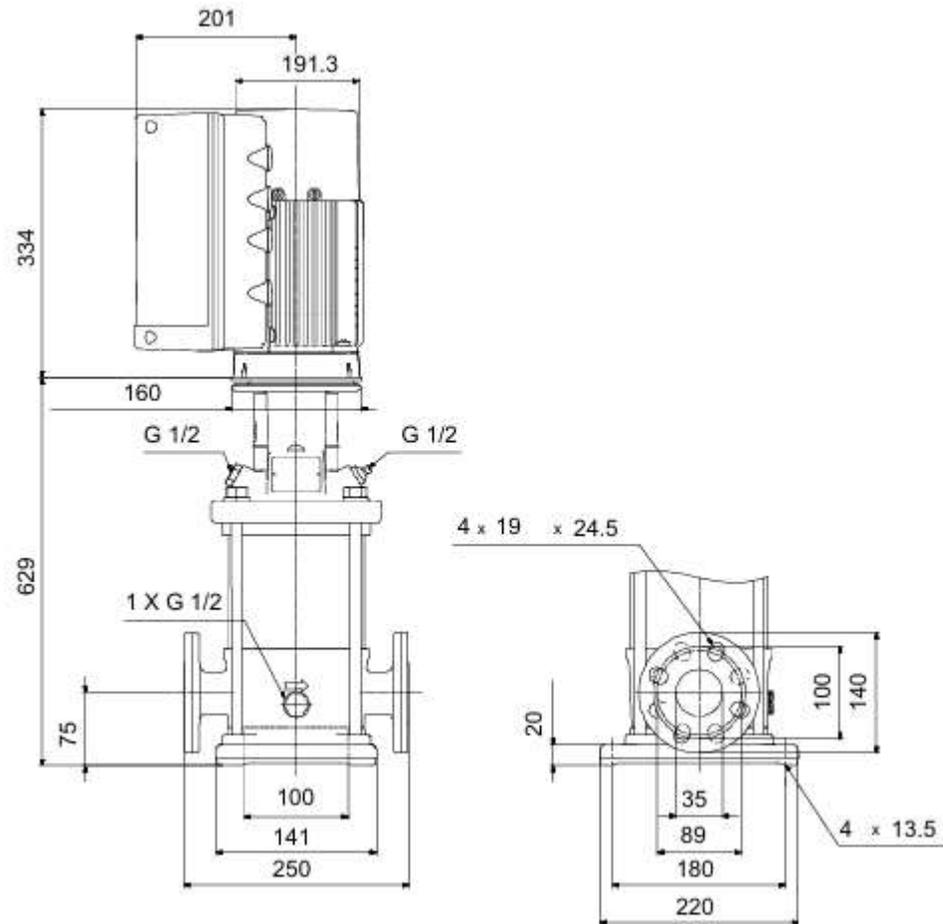
		04301	Sarta de tubo de H G Diám = 2" (2 de tubo + 1 unión maleable + 1 codo de H G)	c/u	1.00	C\$3,343.97	C\$3,343.97
		96455	Tee Diám 2" x 2" Hierro Galvanizado	c/u	1.00	C\$961.00	C\$961.00
		96634	Válvula de globo Diám 1/2" y 1/4' de vuelta Br Rh'	c/u	1.00	C\$14,471.76	C\$14,471.76
		94304	Tee Diám 1/2" y 1/2" Hierro Galvanizado	c/u	1.00	C\$594.28	C\$594.28
		92982	Manómetro 0-200 PSI	c/u	1.00	C\$2,158.93	C\$2,158.93
		94567	Unión macho de Diám 2" HG	c/u	1.00	C\$2,588.17	C\$2,588.17
		96524	Válvula de globo Diám 1", Bronce	c/u	1.00	C\$7,009.93	C\$7,009.93
		04720	Válvula (o llave) de chorro de bronce Diám 1/2", Rosca Macho	c/u	1.00	C\$1,337.63	C\$1,337.63
		93518	Válvula de aire de hierro fundido Diám = 1"	c/u	1.00	C\$12,880.49	C\$12,880.49
		94366	Unión maleable tipo Dresser Diám 2" HF	c/u	1.00	C\$1,600.17	C\$1,600.17
		93849	Codo de 45° x 2" HG, ext. Brida.	c/u	1.00	C\$939.81	C\$939.81
		96917	Adaptador Hembra PVC Diám 2"	c/u	1.00	C\$238.08	C\$238.08
		94949	Niple HG Diám 2"	c/u	1.00	C\$469.31	C\$469.31
		94366	Unión Brida tipo Dresser Diám 2" HG	c/u	1.00	C\$1,600.17	C\$1,600.17
			Bomba 3 x CRE 3-21, 3*400 V, 50Hz	c/u	2.00	C\$194,096.54	C\$388,193.08
			Bomba 3 x CRE 5-22, 3*400 V, 50Hz	c/u	2.00	C\$277,557.54	C\$555,115.08

		95345	Cable eléctrico de cobre sumergible # 3 x 8	ml	92.00	C\$552.35	C\$50,815.92
		95033	Cable eléctrico de cobre sumergible # 14 x 2	ml	92.00	C\$250.23	C\$23,020.70
		92245	Tubo sección circular de Ho Go Diám = 2" para columna de bombeo	ml	82.00	C\$662.46	C\$54,321.39
		94976	Medidor de agua de chorro múltiple MT-KD-P Diám 2" de Brida	c/u	1.00	C\$10,194.85	C\$10,194.85
		95100	Válvula de alivio de hierro fundido Diám = 2", ext. Brida	c/u	1.00	C\$34,711.58	C\$34,711.58
		05671	Válvula de limpieza de hierro fundido Diám = 2"	c/u	1.00	C\$17,046.76	C\$17,046.76
		96074	Válvula de compuerta de hierro fundido Diám = 2"	c/u	1.00	C\$4,912.14	C\$4,912.14
340	03		Caseta de control	GLB	1.00	C\$285,207.40	C\$285,207.40
		03106	Anden de concreto de 2500 PSI S/Ref Espesor = 10 cm	m2	12.00	C\$522.06	C\$6,264.78
		04275	Caseta de mampost, confinada de bloque de mortero + cubierta de techo de zinc + puerta de tubo con un área de 3.95 x 2.85 m P/Controles eléctricos	c/u	1.00	C\$277,000.00	C\$277,000.00
		93398	Explotación o corte (manual) en banco de préstamo	m3	5.30	C\$163.50	C\$866.57
		94390	Botar material sobrante de excavación a 100 m	m3	3.50	C\$142.96	C\$500.35
		92227	Excavación manual en terreno natural	m3	4.50	C\$127.93	C\$575.70
340	05		Instalaciones eléctricas	GLB	1.00	C\$90,173.96	C\$90,173.96
		95721	Panel (o tablero) monofásico 8 espacios, 120/240 voltios, barra de 125 amperios	c/u	1.00	C\$6,061.73	C\$6,061.73
		93942	Apagador doble de 15 amp / 120 V con placa metálica 2 hoyos	c/u	1.00	C\$402.40	C\$402.40
		92266	Caja de registro de acero galvanizado de 4" x 4"	c/u	2.00	C\$192.79	C\$385.58
		92267	Caja de registro de acero galvanizado de 2" x 4"	c/u	3.00	C\$117.40	C\$352.19
		92269	Tubería conduit flexible de 2" (forrado)	ml	25.00	C\$186.90	C\$4,672.61

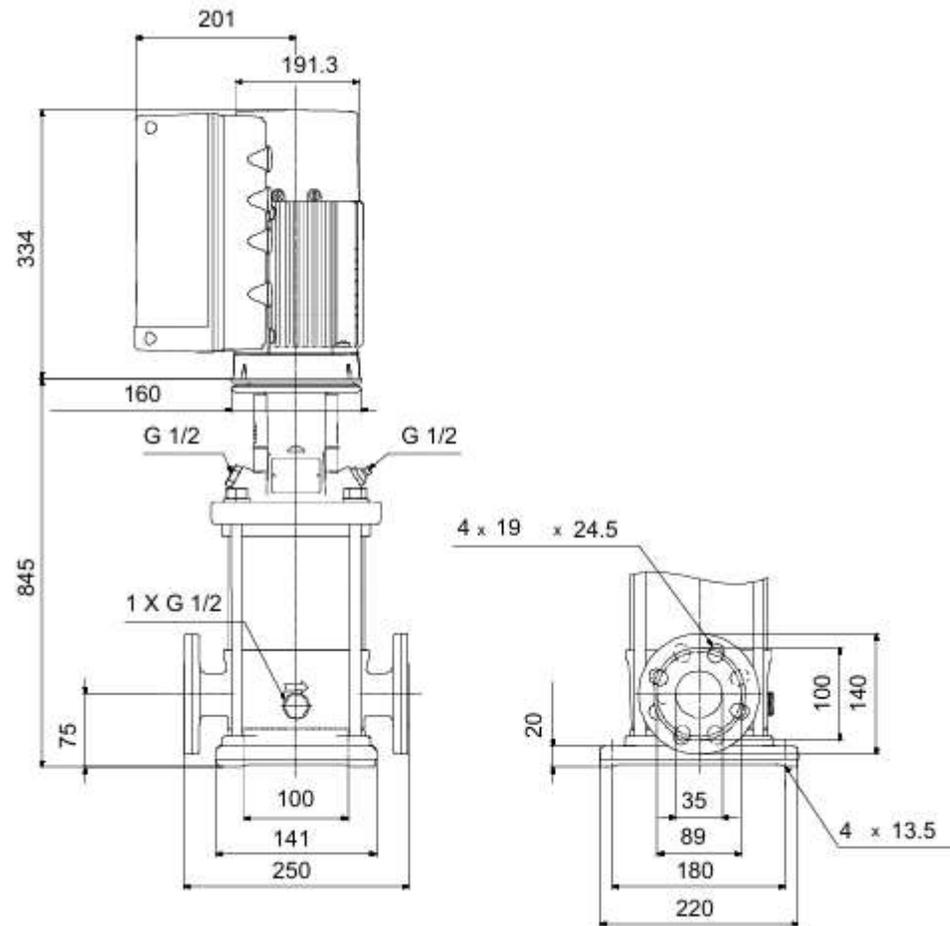
		92270	Cable eléctrico de cobre THHN cal # 12 AWG	ml	75.00	C\$39.24	C\$2,942.89
		92543	Cable eléctrico de cobre THHN cal # 10 AWG	ml	120.00	C\$58.33	C\$6,999.34
		93905	Cable eléctrico de cobre THHN cal # 4 AWG	ml	100.00	C\$287.46	C\$28,745.50
		92559	Breaker de 1 polo x 15 amperios	c/u	1.00	C\$646.86	C\$646.86
		92734	Breaker de 2 polo x 30 amperios	c/u	1.00	C\$1,104.52	C\$1,104.52
		95493	Breaker de 2 polo x 70 amperios	c/u	1.00	C\$6,640.00	C\$6,640.00
		92649	Cable eléctrico de cobre THHN cal # 14 AWG	ml	50.00	C\$38.20	C\$1,909.89
		92731	Lampara (o luminaria) fluorescente de 1x22 watts P/techo	c/u	4.00	C\$600.80	C\$2,403.19
		93526	Canalización con tubo de conduit de PVC Diám = 1"	ml	80.00	C\$134.85	C\$10,787.67
		93570	Canalización con tubo de EMT Diám = 2"	ml	15.00	C\$699.03	C\$10,485.38
		93456	Polo a tierra con varilla COPPERWELD D = 5/8", L = 8"	c/u	2.00	C\$2,586.08	C\$5,172.15
		93687	Tomacorriente doble polarizado de 15 amp / 120 V con placa de baquelita	c/u	2.00	C\$231.04	C\$462.07
350			Conexiones	c/u	155.00	C\$2,697.03	C\$418,038.98
350	01		Conexiones intradomiciliarias	c/u	155.00	C\$2,697.03	C\$418,038.98
		05504	Conexión domiciliar de 1 1/2" x 1/2" (No incl. Medidor) (Incl. Exc. y relleno)	c/u	155.00	C\$2,196.84	C\$340,510.31
		96206	Instalación de medidor de agua potable (solo mano de obra)	c/u	155.00	C\$500.19	C\$77,528.68
370			Limpieza y entrega	GLB	1.00		
370	01		Limpieza final	c/u	1.00		
370	03		Placa Conmemorativa 0.65 x 0.42 m	c/u	1.00	C\$12,120.00	C\$12,120.00
Costo directo total						Córdobas	C\$5,058,524. 22
						Iva 15 %	C\$758,778.63

	Total	C\$5,817,302. 85
--	--------------	-----------------------------

Bomba sumergible CRE 3-21 A-FGJ-A-E-HQQE para los primeros 10 años con un caudal de 2.13 l/s.



Bomba sumergible CRE 5-22 K-FGJ-A-E-HQQE para los siguientes 10 años con un caudal de 2.56 l/s.





Planos Constructivos