

**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA CIVIL**

**TEMA:**

**DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA  
COMUNIDAD DE PIÑAL DE ARRIBA DEL CANTÓN SANTA LUCÍA.  
PROPUESTA DE SOLUCIONES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE  
VIDA.**

**AUTOR:**

**VERA ROMERO, JOSEPH MAURICIO**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de  
INGENIERO CIVIL**

**TUTOR(A):**

**Ing. Clara Glas Cevallos, M.Sc.**

**Guayaquil, Ecuador**

**26 de febrero del 2020**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**INGENIERÍA CIVIL**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Vera Romero, Joseph Mauricio**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Civil**.

### **TUTOR (A)**

f. \_\_\_\_\_  
**Ing. Clara Glas Cevallos, M.Sc.**

### **DIRECTOR DE LA CARRERA**

f. \_\_\_\_\_  
**Ing. Stefany Alcívar Bastidas, M.Sc.**

**Guayaquil, a los 26 del mes de febrero del año 2020**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA CIVIL

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Vera Romero, Joseph Mauricio**

### DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Diagnóstico del sistema de agua potable de la comunidad de Piñal de Arriba del cantón Santa Lucía. Propuesta de soluciones para mejorar la calidad de vida**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 26 del mes de febrero del año 2020**

### EL AUTOR

f. \_\_\_\_\_  
**Vera Romero, Joseph Mauricio**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA CIVIL

## AUTORIZACIÓN

Yo, **Vera Romero, Joseph Mauricio**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Diagnóstico del sistema de agua potable de la comunidad de Piñal de Arriba del cantón Santa Lucía. Propuesta de soluciones para mejorar la calidad de vida**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 26 del mes de febrero del año 2020**

**EL AUTOR:**

f. \_\_\_\_\_  
**Vera Romero, Joseph Mauricio**

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** VERA\_JOSEPH\_FINAL.pdf (D64164594)  
**Submitted:** 2/20/2020 3:28:00 PM  
**Submitted By:** claglas@hotmail.com  
**Significance:** 2 %

### Sources included in the report:

Tesis [Vctor Eduardo Guachisaca Contenido].pdf (D13194286)  
<http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-libro12.pdf>  
<http://www.ingenieroambiental.com/4014/siete.pdf>  
<https://docplayer.es/75866868-Escuela-superior-politecnica-de-chimborazo.html>

### Instances where selected sources appear:

20

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por brindarme salud y vida cada día, en segundo lugar, brindo mis sinceros agradecimientos a todas las personas que hicieron posible la realización y culminación de este proyecto, como los moradores del recinto Piñal de Arriba y al operador de la planta de tratamiento por brindarme toda la información necesaria para la ejecución del proyecto.

En tercer lugar, mi mayor agradecimiento a la ing. Clara Glas que en base a su guía, paciencia y apoyo se pudo salir adelante para ejecución de este proyecto. Y como último punto a mis compañeros, amigos y futuros colegas de clase, que, junto a las reuniones de estudio, las explicaciones que brindaba cada uno hacia quien lo necesitaba, las malas noches producto del estudio, se pudo salir adelante y progresar en cada semestre mutuamente teniendo como resultado la culminación de nuestra carrera

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a mi madre Gina Romero Peralta y a mi padre José Vera Orrala quienes, con su amor incondicional, su esfuerzo al máximo, dedicación e infinita paciencia, me permitieron alcanzar y cumplir una de las metas planificadas en mi vida, gracias por saber comprenderme en aquellos momentos donde no escuchaba más que mi propio pensamiento, por sacarme en apuros de último minuto cuando lo necesitaba, por estar presente en cada paso que daba y no dejarme caer. Y entre un millón de cosas más quiero decir gracias.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA CIVIL**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Stefany Alcívar Bastidas, M.Sc.**  
DIRECTOR DE CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Andrés Castro Beltrán, M.Sc.**  
COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Alexandra Camacho Monar, M.Sc.**  
OPONENTE

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	XVIII
ABSTRACT.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	2
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO INVESTIGATIVO.....	4
5.1 Antecedentes .....	4
1.2 Objetivos .....	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivo específico .....	4
1.3 Metodología .....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	8
2.1 Agua potable .....	8
2.2 Enfermedades transmitidas por el agua.....	8
2.3 Fuentes de abastecimiento de agua. ....	9
2.3.1 ¿Qué es una fuente de abastecimiento de agua? .....	9
2.3.2 Tipos de fuentes de agua.....	9
2.4 Sistema de tratamiento convencional.....	12
2.4.1 Floculación – Coagulación .....	13
2.4.2 Sedimentación.....	14
2.4.3 Filtración.....	15
2.4.4 Desinfección .....	15
2.5 Red de distribución.....	16
2.5.1 Componentes de una red de distribución. ....	16
2.5.2 Trazado de la red.....	17
2.5.3 Configuración hidráulica del sistema.....	17
2.5.4 División de una red .....	19

2.5.5	Formas de distribución.....	22
2.6	Marco legal.....	23
2.6.1	Norma para bases de diseño.....	23
2.6.2	Normas de calidad de agua. ....	24
CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DEL RECINTO PIÑAL DE ARRIBA .....		27
3.1	Ubicación del recinto Piñal de Arriba. ....	27
3.2	Demografía del recinto Piñal de Arriba. ....	28
3.3	Topografía, geología y clima del recinto Piñal de Arriba. ....	30
3.2.1	Topografía.....	30
3.2.2	Geología.....	32
3.2.3	Clima.....	33
3.4	Situación socioeconómica y de salud del recinto Piñal de Arriba. ....	35
3.5	Infraestructura vial y transporte del recinto Piñal de Arriba. ....	36
3.6	Recurso Hídrico del recinto Piñal de Arriba. ....	37
3.7	Alcantarillado Sanitario y manejo de desechos.....	38
CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO EN EL RECINTO DE PIÑAL DE ARRIBA.....		39
4.1	Planta de tratamiento de agua potable.....	39
4.1.1	Fuentes de abastecimiento de agua. ....	40
4.1.2	Captación de agua. ....	40
4.1.3	Líneas de conducción.....	43
4.1.4	Sistema de tratamiento para potabilización del agua. ....	44
4.1.5	Químicos para potabilización de agua. ....	54
4.1.6	Diagnóstico de la torre y tanques elevados existentes. ....	56
4.1.7	Sistema eléctrico de la planta potabilizadora. ....	57
4.2	Red de distribución de agua potable. ....	58
4.2.1	Topología de la red. ....	58

4.2.2	Cobertura de agua potable. ....	58
4.2.3	Diagnóstico de la red. ....	59
4.2.4	Conexiones domiciliarias.....	60
CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE RESULTADOS .....		61
5.1	Evaluación del Sistema de Abastecimiento de agua potable. ....	61
5.1.1	Planta de tratamiento de agua potable. ....	61
5.1.2	Red de distribución de agua potable .....	69
5.2	Evaluación de la calidad de agua para el Sistema de Abastecimiento de agua potable. 71	
5.2.1	Fuente de abastecimiento (Río Daule).....	71
5.2.2	Planta de tratamiento de agua potable. ....	72
5.2.3	Red de distribución de agua potable .....	75
5.2.4	Gráficas de parámetros de control. ....	80
5.3	Resultados de encuestas realizadas al recinto Piñal de Arriba.....	89
5.3.1	Tabulación y gráfica de datos. ....	89
5.4	Justificación de rediseño de la red de distribución.....	132
CAPÍTULO VI: REDISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE..		133
6.1	Sistema de red abierta. ....	133
6.1.1	Resultados obtenidos del programa EPANET 2.0 V para el sistema de red abierta. 140	
6.2	Sistema de red cerrada.....	143
6.2.1	Resultados obtenidos del programa EPANET 2.0 V para el sistema de red cerrada. 150	
6.3	Sistema de red mixta. ....	153
6.3.1	Resultados obtenidos del programa EPANET 2.0 V para el sistema de red mixta. 160	
CAPÍTULO VII: PLAN DE MEJORAS PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO .....		163
CONCLUSIONES .....		170

RECOMENDACIONES.....	171
BIBLIOGRAFÍA .....	172
ANEXOS .....	175

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Descripción de la simbología obtenida en la ilustración 17, para el recinto Piñal de Arriba. ....	31
Tabla 2.- Coordenadas UTM de la planta de potabilización Piñal de Arriba. ....	39
Tabla 3.- Características de la bomba que se encuentra en la estación de bombeo. ....	42
Tabla 4.- Características de la bomba que se encuentra en el sistema de potabilización del agua. ....	50
Tabla 5.- Sulfato de aluminio características. ....	55
Tabla 6.- Consideraciones para el cálculo de la proyección poblacional para Piñal de Arriba acorde a la norma CPE INEN 5 PARTE 9-1: 1992. ....	61
Tabla 7.- Consideraciones para el cálculo de caudales para Piñal de Arriba acorde a la norma CPE INEN - 1992. ....	62
Tabla 8.- Caudales para las poblaciones proyectadas. ....	62
Tabla 9.- Consideraciones para la realización del método analítico en la zona 1 y zona 2 (Población Actual). ....	63
Tabla 10.- Método analítico para la zona 1 y zona 2 considerando la población actual del recinto. ....	63
Tabla 11.- Resultados del método analítico para la zona 1 y 2 (volumen máximo y mínimo y volumen total). ....	64
Tabla 12.- Consideraciones para la realización del método analítico en la zona 3 (Población Actual). ....	64
Tabla 13.- Método analítico para la zona 3 considerando la población actual del recinto. ....	64
Tabla 14.- Resultados del método analítico para la zona 3 (volumen máximo y mínimo y volumen total). ....	65
Tabla 15.- Consideraciones para la realización del método analítico (Población Futura). ....	65
Tabla 16.- Método analítico considerando la población futura del recinto. ....	65
Tabla 17.- Resultados del método analítico (volumen máximo y mínimo y volumen total)...	66
Tabla 18.- Consideraciones y dimensionamiento de tanques para la zona 1 y zona 2 (Población actual). ....	66
Tabla 19.- Volúmenes de los tanques diseñados para la zona 1 y zona 2. ....	66
Tabla 20.- Consideraciones y dimensionamiento de tanques para la zona 3 (Población actual). ....	66

Tabla 21.- Volúmenes de los tanques diseñados para la zona 3. ....	67
Tabla 22.- Consideraciones y dimensionamiento de tanques (Población futura) .....	67
Tabla 23.- Volúmenes de los tanques diseñados. ....	67
Tabla 24.- Aplicación del método directo (Fórmula) y volúmenes obtenidos de esta, usando la población actual. ....	67
Tabla 25.- Aplicación del método directo (Fórmula) y volúmenes obtenidos de esta, usando la población futura. ....	68
Tabla 26.- Consideraciones para el cálculo de caudales para Piñal de Arriba acorde a la norma CPE INEN 5 PARTE 9-1: 1992.....	69
Tabla 27.- Caudales para las poblaciones proyectadas. ....	70
Tabla 28.- Datos de título de la vivienda que residen en el recinto de Piñal de Arriba. ....	89
Tabla 29.- Número de habitantes que residen en la vivienda. ....	90
Tabla 30.- Eliminación de basura del recinto Piñal de Arriba. ....	91
Tabla 31.- Pago de servicio de recolección de basura en el recinto de Piñal de Arriba. ....	92
Tabla 32.- Días de recolección de basura en el recinto Piñal de Arriba. ....	93
Tabla 33.- Eliminación de las aguas servidas en el recinto Piñal de Arriba. ....	94
Tabla 34.- Disponibilidad de transporte propio de los residentes del recinto Piñal de Arriba.	95
Tabla 35.- Tipo de transporte propio que tienen los residentes de Piñal de Arriba. ....	96
Tabla 36.- Tipo de transporte público que utilizan los residentes de Piñal de Arriba. ....	97
Tabla 37.- Costo del transporte público en el recinto de Piñal de Arriba. ....	98
Tabla 38.- Ingreso mensual de los habitantes de Piñal de Arriba. ....	99
Tabla 39.- Gasto mensual en alimentación de los habitantes de Piñal de Arriba. ....	100
Tabla 40.- Gasto mensual en medicinas de los habitantes de Piñal de Arriba.....	101
Tabla 41.- Gasto mensual en educación de los habitantes de Piñal de Arriba.....	102
Tabla 42.- Gasto mensual en transporte de los habitantes de Piñal de Arriba. ....	103
Tabla 43.- Gasto mensual en agua de los habitantes de Piñal de Arriba. ....	104
Tabla 44.- Gasto mensual en luz eléctrica de los habitantes de Piñal de Arriba. ....	105
Tabla 45.- Gasto mensual en teléfono de los habitantes de Piñal de Arriba.....	106
Tabla 46.- Pregunta sobre disponibilidad de agua potable en el recinto Piñal de Arriba. ....	107
Tabla 47.- Disponibilidad de medidor de agua en el recinto Piñal de Arriba.....	108
Tabla 48.- Forma de abastecerse de agua potable en el recinto Piñal de Arriba. ....	109
Tabla 49.- Lugar donde almacenan el agua obtenida en el recinto Piñal de Arriba. ....	110
Tabla 50.- Número de tanques de almacenamiento de los habitantes de Piñal de Arriba. ....	111
Tabla 51.- Conservación de los tanques de almacenamiento en el recinto Piñal de Arriba. .	112

Tabla 52.- Número de limpieza de los tanques de almacenamiento en el recinto Piñal de Arriba. .....	113
Tabla 53.- Uso del agua posterior al ingreso de agua nueva en el recinto de Piñal de Arriba. .....	114
Tabla 54.- Añadidura extra de cloro al agua que almacenan en el recinto Piñal de Arriba... 115	
Tabla 55.- Cantidad de cloro que añaden al agua almacenada en el recinto Piñal de Arriba. .....	116
Tabla 56.- Días de la semana que disponen de agua los habitantes del recinto de Piñal de Arriba. .....	117
Tabla 57.- Horas de disponibilidad de agua potable en el recinto Piñal de Arriba.....	118
Tabla 58.- Existencia de roturas de tuberías en el recinto Piñal de Arriba.....	119
Tabla 59.- Días de demora en reposición de tuberías en el recinto Piñal de Arriba.....	120
Tabla 60.- Presión del agua en las viviendas de los habitantes en el recinto Piñal de Arriba. .....	121
Tabla 61.- Olor del agua que llega a las viviendas de los moradores del recinto Piñal de Arriba. .....	122
Tabla 62.- Sabor del agua que llega a las viviendas de los moradores del recinto Piñal de Arriba. .....	123
Tabla 63.- Calificación del servicio de agua potable del recinto Piñal de Arriba. ....	124
Tabla 64.- Conocimiento sobre el destino del dinero que paga por el servicio de agua potable. .....	125
Tabla 65.- Situación de enfermos en las viviendas de los moradores del recinto de Piñal de Arriba. ....	126
Tabla 66.- Número de enfermos en el recinto Piñal de Arriba. ....	127
Tabla 67.- Tipo de enfermedades que tienen los moradores de Piñal de Arriba. ....	128
Tabla 68.- Disposición de servicio médico en el recinto Piñal de Arriba.....	129
Tabla 69.- Utilización del servicio médico en el recinto Piñal de Arriba.....	130
Tabla 70.- Calificación del servicio médico en el recinto Piñal de Arriba. ....	131
Tabla 71.- Determinación del caudal unitario para la red abierta.....	134
Tabla 72.- Elevación de tanque elevado para el recinto de Piñal de Arriba. ....	134
Tabla 73. Método de Áreas aplicado a la red abierta.....	135
Tabla 74.- Número de nodos existente, elevaciones y demanda por nodo en la red abierta. 136	
Tabla 75.- Número de tuberías existentes con el inicio y fin de conexión en el nodo. ....	137
Tabla 76.- Coordenadas UTM de cada nodo existente en la red abierta. ....	138

Tabla 77.- Resultados por nodo de cota, caudal, altura y presión de la red abierta.....	141
Tabla 78.- Resultados por tubería de longitud, diámetro, rugosidad, caudal y velocidad en la red abierta.....	142
Tabla 79.- Determinación del caudal unitario para la red cerrada. ....	145
Tabla 80.- Elevación de tanque elevado para el recinto de Piñal de Arriba. ....	145
Tabla 81.- Método de Áreas aplicado a la red cerrada. ....	146
Tabla 82.- Número de nodos existente, elevaciones y demanda por nodo en la red cerrada	147
Tabla 83.- Número de tuberías existentes con el inicio y fin de conexión en el nodo. ....	148
Tabla 84.- Coordenadas UTM de cada nodo existente en la red cerrada. ....	149
Tabla 85.- Resultados por nodo de cota, caudal, altura y presión de la red cerrada. ....	151
Tabla 86.- Resultados por tubería de longitud, diámetro, rugosidad, caudal y velocidad en la red cerrada.....	152
Tabla 87.- Determinación del caudal unitario para la red mixta.....	155
Tabla 88.- Elevación de tanque elevado para el recinto de Piñal de Arriba. ....	155
Tabla 89.- Método de Áreas aplicado a la red mixta. ....	156
Tabla 90.- Número de nodos existente, elevaciones y demanda por nodo en la red mixta ...	157
Tabla 91.- Número de tuberías existentes con el inicio y fin de conexión en el nodo. ....	158
Tabla 92.- Coordenadas UTM de cada nodo existente en la red mixta. ....	159
Tabla 93.- Resultados por nodo de cota, caudal, altura y presión de la red mixta.....	161
Tabla 94.- Resultados por tubería de longitud, diámetro, rugosidad, caudal y velocidad en la red mixta. ....	162
Tabla 95.- Propuesta de mejoras en la planta de potabilización del recinto de Piñal de Arriba. ....	163
Tabla 96.- Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable.....	175
Tabla 97.- Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.....	176
Tabla 98.- Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable.....	178
Tabla 99.- Características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas. ....	182
Tabla 100.- Sustancias inorgánicas.....	182
Tabla 101.- Plaguicidas.....	183
Tabla 102.- Residuos de desinfección. ....	183
Tabla 103.- Subproductos de desinfección. ....	183
Tabla 104.- Cianotoxinas. ....	183
Tabla 105.- Requisitos microbiológicos. ....	184

Tabla 106.- Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.....	185
Tabla 107.- Análisis básicos recomendables para la caracterización de las fuentes de agua destinadas a consumo humano en poblaciones menores a 10 000 habitantes. ....	188
Tabla 108.- Valores máximos aceptables por la Norma Boliviana NB 512 (Agua potable - Requisitos). ....	189
Tabla 109.- Características físicas. ....	190
Tabla 110.- Concentración de elementos y sustancias químicas permitidas en el agua potable. ....	190

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.- Captación de agua lluvia. ....	10
Ilustración 2.- Captación de agua superficial.....	11
Ilustración 3.- Captación de agua subterránea (manantial).....	12
Ilustración 4.- Red de mayor a menor diámetro. ....	18
Ilustración 5.- Red en árbol.....	18
Ilustración 6.- Red en parrilla. ....	19
Ilustración 7.- Red en mallas. ....	19
Ilustración 8.- Red secundaria convencional. ....	20
Ilustración 9.- Red secundaria en dos planos.....	21
Ilustración 10.- Red secundaria convencional en bloques. ....	21
Ilustración 11.- Distribución por gravedad. ....	22
Ilustración 12.- Distribución mixta. ....	23
Ilustración 13.- Recinto de Piñal de Arriba, junto al río Daule. ....	27
Ilustración 14.- Vía para llegar a Piñal de Arriba desde el Magro por la vía Daule.....	28
Ilustración 15.- Limitación del recinto Piñal de Arriba. ....	29
Ilustración 16.- Limitación del recinto Piñal de Arriba, conforme a la distribución de agua..	29
Ilustración 17.- Mapa de análisis de relieve del cantón Santa Lucía. ....	30
Ilustración 18.- Mapa de formaciones geológicas del cantón Santa Lucía.....	32
Ilustración 19.- Mapa de tipos de clima del cantón Santa Lucía. ....	33
Ilustración 20.- Mapa de isoyetas del cantón Santa Lucía.....	34
Ilustración 21.- Mapa de isotermas del Cantón Santa Lucía. ....	34
Ilustración 22.- Centro de Salud de Piñal de Arriba. ....	35
Ilustración 23.- Infraestructura vial Magro - Piñal de Arriba. Daño: Abultamientos y hundimientos.....	36
Ilustración 24.- Mapa de microcuencas del cantón Santa Lucía.....	37
Ilustración 25.- Vista General del sistema de potabilización del recinto Piñal de Arriba. ....	39
Ilustración 26.- Ubicación de la planta de potabilización.....	39
Ilustración 27.- Río Daule.....	40
Ilustración 28.- Sistema de captación del agua.....	40

Ilustración 29.- Primera estación de bombeo. Función: Captar y enviar el agua del río Daule hacia la planta de potabilización. ....	41
Ilustración 30.- Segunda estación de bombeo. Función: Captar y enviar agua del reservorio hacia el sector faltante de Piñal de Arriba. ....	42
Ilustración 31.- Bomba# 1 de la primera estación de bombeo marca SAER.....	43
Ilustración 32.- Tubería de conducción. ....	43
Ilustración 33.- Línea de conducción, tubería de acero inoxidable y zona de aplicación del coagulante. ....	44
Ilustración 34.- Vista frontal del sistema de tratamiento para potabilización del agua. ....	44
Ilustración 35.- Tanque receptor del agua proveniente de la línea de conducción. ....	45
Ilustración 36.- Tubería de excedente del tanque de coagulación-floculación.....	45
Ilustración 37.- Tubería para eliminar sedimentos que están reposando al fondo del reservorio. ....	46
Ilustración 38.- Reguladores de dosificación para el sulfato de aluminio y el cloro. ....	46
Ilustración 39.- Mezcla manual del sulfato de aluminio en tanque de PVC común.....	47
Ilustración 40.- Tanque sedimentador.....	47
Ilustración 41.- Primera tubería y segunda tubería del tanque sedimentador. ....	48
Ilustración 42.- Tercera tubería del tanque sedimentador.....	48
Ilustración 43.- Láminas de zinc en reservorio filtrante. ....	49
Ilustración 44.- Traslado del agua a través de canales extremos que presenta el tanque sedimentador. ....	49
Ilustración 45.- Bomba centrífuga# 3 del sistema de potabilización de agua, con presencia de válvula y manómetro.....	50
Ilustración 46.- Esquema del sistema posterior a los tanques de filtros. ....	51
Ilustración 47.- Tanques filtro.....	51
Ilustración 48.- Línea de tubería que se dirige hacia el reservorio. ....	52
Ilustración 49.- Presencia de manómetro en la línea de conducción que se dirige hacia el primer reservorio de almacenamiento bajo. ....	52
Ilustración 50.- Medición y vista exterior del primer reservorio de almacenamiento bajo. ....	53
Ilustración 51.- Segundo reservorio de almacenamiento bajo. ....	53
Ilustración 52.- Bomba centrífuga# 4 que impulsa el agua del reservorio hacia los tanques elevados.....	54
Ilustración 53.- Saco de sulfato de aluminio implementado en la planta de potabilización. ....	55
Ilustración 54.- Torre metálica, donde están asentado los tanques elevados. ....	56

Ilustración 55.- Sistema eléctrico de la planta potabilizadora. ....	57
Ilustración 56.- Conjunto de breques del sistema eléctrico de la planta potabilizadora. ....	57
Ilustración 57.- Cobertura del agua en el recinto Piñal de Arriba. ....	58
Ilustración 58.- Rotura de tubería de la red secundaria del recinto Piñal de Arriba. ....	59
Ilustración 59.- Fuga de agua en la planta de tratamiento de Piñal de Arriba. ....	59
<i>Ilustración 60.- Proyección poblacional del recinto Piñal de Arriba a un periodo de 30 años.</i> .....	61
<i>Ilustración 61.- Caudales medio, máximo y de diseño, para el periodo de diseño. ....</i>	62
Ilustración 62.- Caudales medio, máximo y de diseño, para los diferentes periodos. ....	70
Ilustración 63.- Resultado de muestras en medición de cloro del recinto Piñal de Arriba. ....	80
Ilustración 64.- Resultado de muestras en medición de pH del recinto Piñal de Arriba. ....	81
Ilustración 65.- Resultado de muestras en medición de Sólidos Disueltos del recinto Piñal de Arriba. ....	82
Ilustración 66.- Resultado de muestras en medición de Temperatura del recinto Piñal de Arriba. .....	83
Ilustración 67.- Resultado de muestras en medición de Conductividad del recinto Piñal de Arriba. ....	84
Ilustración 68.- Resultado de muestras en medición de Oxígeno Disuelto del recinto Piñal de Arriba. ....	85
Ilustración 69.- Resultado de muestras en medición de Salinidad del recinto Piñal de Arriba. .....	86
Ilustración 70.- Resultado de muestras en medición de Coliformes fecales del recinto Piñal de Arriba. ....	87
Ilustración 71.- Datos de título de la vivienda que residen en el recinto de Piñal de Arriba. ...	89
Ilustración 72.- Número de habitantes que residen en la vivienda. ....	90
Ilustración 73.- Eliminación de basura del recinto Piñal de Arriba. ....	91
Ilustración 74.- Pago de servicio de recolección de basura en el recinto de Piñal de Arriba. .	92
Ilustración 75.- Días de recolección de basura en el recinto Piñal de Arriba. ....	93
Ilustración 76.- Eliminación de las aguas servidas en el recinto Piñal de Arriba. ....	94
Ilustración 77.- Disponibilidad de transporte propio de los residentes del recinto Piñal de Arriba. ....	95
Ilustración 78.- Tipo de transporte propio que tienen los residentes de Piñal de Arriba. ....	96
Ilustración 79.- Tipo de transporte público que tienen los residentes de Piñal de Arriba. ....	97
Ilustración 80.- Precio del transporte público que utilizan los residentes de Piñal de Arriba. .	98

Ilustración 81.- Ingreso mensual de los habitantes de Piñal de Arriba. ....	99
Ilustración 82.- Gasto mensual en alimentación de los habitantes de Piñal de Arriba. ....	100
Ilustración 83.- Gasto mensual en medicinas de los habitantes de Piñal de Arriba. ....	101
Ilustración 84.- Gasto mensual en educación de los habitantes de Piñal de Arriba. ....	102
Ilustración 85.- Gasto mensual en transporte de los habitantes de Piñal de Arriba. ....	103
Ilustración 86.- Gasto mensual en agua de los habitantes de Piñal de Arriba. ....	104
Ilustración 87.- Gasto mensual en luz eléctrica de los habitantes de Piñal de Arriba. ....	105
Ilustración 88.- Gasto mensual en teléfono de los habitantes de Piñal de Arriba. ....	106
Ilustración 89.- Pregunta sobre disponibilidad de agua potable en el recinto Piñal de Arriba. .....	107
Ilustración 90.- Disponibilidad de medidor de agua en el recinto Piñal de Arriba. ....	108
Ilustración 91.- Forma de abastecerse de agua potable en el recinto Piñal de Arriba. ....	109
Ilustración 92.- Lugar donde almacenan el agua obtenida en el recinto Piñal de Arriba. ....	110
Ilustración 93.- Número de tanques de almacenamiento de los habitantes de Piñal de Arriba. .....	111
Ilustración 94.- Conservación de los tanques de almacenamiento en el recinto Piñal de Arriba. .....	112
Ilustración 95.- Número de limpieza de los tanques de almacenamiento en el recinto Piñal de Arriba. ....	113
Ilustración 96.- Uso del agua posterior al ingreso de agua nueva en el recinto de Piñal de Arriba. .....	114
Ilustración 97.- Añadidura extra de cloro al agua que almacenan en el recinto Piñal de Arriba. .....	115
Ilustración 98.- Cantidad de cloro que añaden al agua almacenada en el recinto Piñal de Arriba. .....	116
Ilustración 99.- Días de la semana que disponen de agua los habitantes del recinto de Piñal de Arriba. ....	117
Ilustración 100.- Horas de disponibilidad de agua potable en el recinto Piñal de Arriba. ....	118
Ilustración 101.- Existencia de roturas de tuberías en el recinto Piñal de Arriba. ....	119
Ilustración 102.- Días de demora en reposición de tuberías en el recinto Piñal de Arriba. ...	120
Ilustración 103.- Presión del agua en las viviendas de los habitantes en el recinto Piñal de Arriba. ....	121
Ilustración 104.- Olor del agua que llega a las viviendas de los moradores del recinto Piñal de Arriba. ....	122

Ilustración 105.- Sabor del agua que llega a las viviendas de los moradores del recinto Piñal de Arriba. ....	123
Ilustración 106.- Calificación del servicio de agua potable del recinto Piñal de Arriba. ....	124
Ilustración 107.- Conocimiento sobre el destino del dinero que paga por el servicio de agua potable.....	125
Ilustración 108.- Situación de enfermos en las viviendas de los moradores del recinto de Piñal de Arriba. ....	126
Ilustración 109.- Número de enfermos en el recinto Piñal de Arriba. ....	127
Ilustración 110.- Tipo de enfermedades que tienen los moradores de Piñal de Arriba. ....	128
Ilustración 111.- Disposición de servicio médico en el recinto Piñal de Arriba.....	129
Ilustración 112.- Utilización del servicio médico en el recinto Piñal de Arriba.....	130
Ilustración 113.- Calificación del servicio médico en el recinto Piñal de Arriba.....	131
Ilustración 114.- Trazado de la red abierta a lo largo del recinto Piñal de Arriba.....	133
Ilustración 115.- Identificación de nodos, tuberías y accesorios, longitudes y diámetros del trazado de la red abierta. ....	133
Ilustración 116.- Determinación de área por nodo existente en la red abierta del recinto....	133
Ilustración 117.- Trazado de la red abierta en EPANET 2.0 V con dirección del flujo. ....	140
Ilustración 118.- <i>Trazado de la red cerrada a lo largo del recinto de Piñal de Arriba.....</i>	143
Ilustración 119.- Identificación de nodos, tuberías y accesorios, longitudes y diámetros del trazado de la red cerrada. ....	144
Ilustración 120.- Determinación de área por nodo existente en la red cerrada del recinto....	144
Ilustración 121.- Trazado de la red cerrada en EPANET 2.0 V con dirección del flujo. ....	150
Ilustración 122.- <i>Trazado de la red mixta a lo largo del recinto de Piñal de Arriba.....</i>	153
Ilustración 123.- Identificación de nodos, tuberías y accesorios, longitudes y diámetros del trazado de la red mixta.....	154
Ilustración 124.- Determinación de área por nodo existente en la red mixta del recinto. ....	154
Ilustración 125.- Trazado de la red mixta en EPANET 2.0 V con dirección del flujo.....	160
Ilustración 126.- Ensayo de cloro del agua del río Daule.....	193
Ilustración 127.- Ensayo de cloro del agua del grifo proveniente de la planta potabilizadora. ....	193
Ilustración 128.- Ensayo de cloro del agua proveniente de la vivienda 1.....	193
Ilustración 129.- Ensayo de cloro del agua proveniente de la vivienda 4.....	193
Ilustración 130.- Ensayo de cloro del agua proveniente de la vivienda 5.....	193
Ilustración 131.- Ejecución del ensayo de cloro en la vivienda 4.....	193

Ilustración 132.- Equipo de medición de cloro en campo. ....	194
Ilustración 133.- Resultado de pH y sólidos disueltos a través del multiparámetro del agua proveniente del reservorio bajo de almacenamiento.....	194
Ilustración 134.- Resultado de oxígeno disuelto y temperatura a través del multiparámetro del agua proveniente del reservorio bajo de almacenamiento. ....	194
Ilustración 135.- Calibración del multiparámetro para realizar análisis de pH. ....	194
Ilustración 136.- Resultado de salinidad y conductividad a través del multiparámetro del agua proveniente de la vivienda 5. ....	195
Ilustración 137.- Resultado de sólido disuelto y pH a través del multiparámetro del agua proveniente de la vivienda 5. ....	195
Ilustración 138.- Ensayo de análisis de coliformes fecales, vivienda 4.....	195
Ilustración 139.- Ensayo de análisis de coliformes fecales, vivienda 3.....	195
Ilustración 140.- Ensayo de análisis de coliformes fecales, vivienda 5.....	196
Ilustración 141.- Ensayo de análisis de coliformes fecales, vivienda 1.....	196
Ilustración 142.- Ensayo de análisis de coliformes fecales, vivienda 2.....	196
Ilustración 143.- Ensayo de análisis de coliformes fecales, agua de grifo de la planta potable. .....	196
Ilustración 144.- Realización del ensayo de coliformes fecales. ....	196
Ilustración 145.- Resultado de las muestras de coliforme fecales obtenido del recinto Piñal de Arriba. ....	196

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS .....	175
ANEXO 1: CPE INEN 5 PARTE 9-1: 1992. ....	175
ANEXO 2: MANUAL DE DISEÑO DE ACUEDUCTOS.....	181
ANEXO 3: NTE INEN 1108 – 2014. ....	182
ANEXO 4: TULSMA LIBRO VI– ANEXO 1.....	185
ANEXO 5: NORMA BOLIVIANA – 2014 .....	188
ANEXO 6: NORMA COLOMBIANA – 2004 .....	190
ANEXO 7: CENSO COMUNITARIO DEL RECINTO PIÑAL DE ARRIBA .....	192
ANEXO 8: FORMATO DE ENCUESTA A LOS MORADORES DE PIÑAL DE ARRIBA. .....	193
ANEXO 9: PRESUPUESTO REFERENCIAL DE PROPUESTAS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN .....	190
9.1 Presupuesto referencial de Red Abierta. ....	190
9.2 Presupuesto referencial de Red Cerrada.....	191
9.3 Presupuesto referencial de Red Mixta.....	192
ANEXO 10: FOTOGRAFÍAS .....	193
10.1 Ensayo de cloro .....	193
10.2 Ensayo de pH, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura, sólidos disueltos y salinidad. ....	194
10.3 Ensayo de coliformes fecales .....	195
ANEXO 11: PLANOS DE LAS PROPUESTAS DE RED DE DISTRIBUCIÓN.....	197

## RESUMEN

Se realizó un estudio descriptivo e investigativo que detalla los problemas que presenta el recinto de Piñal de Arriba con respecto a su sistema de abastecimiento de agua potable. Con el propósito de realizar un análisis y diagnóstico sanitario de la planta potabilizadora y red de distribución de la comunidad, para definir plan de mejoras hacia la planta potabilizadora y realizar rediseño de la red.

Se utilizaron equipos, herramientas y materiales para poder realizar el análisis correspondiente tanto en la prueba de calidad de agua, como para las evaluaciones de caudales, población de diseño, entre otros parámetros. Se aplicó encuestas mixtas a los moradores del recinto de Piñal de Arriba con el propósito de conocer su punto de vista en relación con la calidad de agua. Se tabularon los datos, se graficó los datos usando diagrama pastel.

Como conclusión fue que el recinto actualmente consta de una planta potabilizadora capaz de abarcar a la comunidad, sin embargo, para la población futura va a ser necesario aumentar dicha capacidad y así mantener su eficiencia. Adicional, la red de distribución presenta problemas de abastecimiento, por consiguiente, se la rediseñó obteniendo como resultado buenas presiones y velocidades en la red mixta conforme a los parámetros (Ver Anexo 1 y 2), e incluso como la opción más económica considerando solo elementos de la red de distribución fue la red mixta (Ver Anexo 9).

Palabras claves: *Planta de tratamiento (PT), Red de distribución, Caudal de diseño, Población de diseño, Calidad del agua, Plan de mejoras.*

## **ABSTRACT**

A descriptive and investigative study was carried out detailing the problems presented by the Piñal de Arriba enclosure with respect to its drinking water supply system. For the purpose of conducting a health testing and diagnosis of the water treatment plant and distribution network of the community to define a plan for improvements to the water treatment plant and to redesign the network.

Tools were used to be able to perform the corresponding analysis in both the water quality test, flow assessments, design population, among other parameters. Mixed surveys were applied to the inhabitants of the Piñal enclosure above in order to know their point of view in relation to water quality. The data was tabulated, the data was plotted using pastel diagram.

In conclusion, the site currently consists of a water treatment plant capable of encompassing the community, however, future population will need to increase that capacity and thus maintain its efficiency. In addition, the distribution network presents supply problems, therefore, redesigned resulting in good pressures and speeds in the mixed network according to the parameters (See Annex 1 and 2) however, the most economical option considering only elements of the distribution network was the mixed network (see Annex 9).

*Keywords: Treatment Plant (PT), Distribution Network, Design Flow, Design Population, Water Quality, Improvement Plan.*

## INTRODUCCIÓN

El agua es fundamental para todas las necesidades humanas, como la alimentación, salud, energía, la existencia de agua potable, entre otros.

El agua de consumo humano (agua potable), es un asunto de vital importancia tanto para los países desarrollados y en vías de desarrollo, por la influencia que tiene en la salud pública.

“El agua es esencial para la vida y todas las personas deben disponer de un abastecimiento satisfactorio (suficiente, seguro y accesible). La mejora del acceso al agua de consumo humano puede proporcionar beneficios tangibles para la salud” (OMS, 2011,p.1).

Pese a lo primordial que es, en ciertos sectores de cada país no cuentan con acceso sostenible de agua potable hasta la actualidad. “Casi dos mil millones de personas carecen de acceso a servicios de saneamiento. La mayoría de esas personas vive en países de ingreso bajo y mediano” (Rodriguez Ruiz, 2001). En el Ecuador, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), junto con la UNICEF y el Banco Mundial, trabajaron en el levantamiento de información de calidad del agua y prácticas de higiene en una encuesta de hogares del país, entre los principales resultados, en el 2016 el 70.1% de la población cuenta con un manejo seguro del agua, es decir, cuenta con agua de calidad, cercana, suficiente y de instalaciones mejoradas. Pese a que, el agua potable se requiere para todos los usos domésticos habituales, entre ellas y la más importante, para beber, así como para la preparación de alimentos y la higiene personal, un 29.9% no cuentan con un manejo seguro del agua.

Al no tener un 100% de la población que conste con un manejo seguro de agua potable, motiva a reducir el porcentaje de población que no consta con un buen manejo de esta, por tal motivo, se ejecutó el trabajo descriptivo e investigativo en el cantón de Santa Lucía, recinto Piñal de Arriba, cuya finalidad fue realizar un análisis y diagnóstico sanitario del sistema para definir plan de mejoras hacia la planta de potabilización y rediseño de redes, cumpliendo con las norma de calidad de agua y de diseño que rigen en nuestro medio, que son: el TULSMA LIBRO VI – ANEXO 1 “establecen límites permisibles para descargas en cuerpos de aguas además de la calidad de las aguas para los diversos usos y, métodos y procedimientos para determinar contaminantes en el agua, aplicado al agua del río” (Ministerio del ambiente, 2002, p.1).

Las normas INEN 1108 – 2014 “establecen parámetros físicos, sustancias inorgánicas y radioactivas, aplicado al agua potable”(INEN, 2014). La norma CPE INEN 5 Parte 9-1:1992, QUINTA Y SÉPTIMA PARTE (V) “son normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes”(INEN,

1992). Adicional, el MANUAL DE DISEÑO DE ACUEDUCTO que “proporciona criterios de diseño hidráulico y estructural para las redes de agua potable y obras especiales, utilizando parámetros particulares para la ciudad de Guayaquil y en la zona de influencia donde Interagua (IA) presta el servicio”(Interagua, 2015, p.2).

Se recalca que la norma NTE INEN 1108 -2014 se aplicó al agua potable, mientras que la norma TULSMA LIBRO VI – ANEXO 1 se aplicó al agua de río. También se aplicó normas de otros países con la finalidad de realizar comparaciones de parámetros de calidad de agua. Mientras que la norma CPE INEN 5 Parte 9-1:1992, QUINTA Y SÉPTIMA PARTE (V) junto con el MANUAL DE DISEÑO DE ACUEDUCTO se aplicaron a los parámetros de diseño tanto para la planta de potabilización como para la red de distribución.

Además, se utilizaron textos bibliográficos como soporte investigativo, análisis desde el punto de vista de calidad y abastecimiento de agua tanto para la planta de potabilización y red de distribución por medio de diversos métodos como: encuestas mixtas hacia los moradores del recinto, ensayos de muestras de agua potable y agua cruda, entre otros.

Concluyendo así, que la información obtenida y ejecutada sea de ayuda para mejorar la calidad de vida del recinto de Piñal de Arriba a través de un plan de mejoras a la planta de potabilización y rediseño de red de distribución.

# **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO INVESTIGATIVO**

## **5.1 Antecedentes**

El cantón Santa Lucía, es un cantón de la provincia del Guayas, Ecuador. Cuenta con comunidades rurales y urbanas, con su cabecera la ciudad de Santa Lucía, cada una de estas comunidades disponen de un sistema de abastecimiento de agua potable, sin embargo, en las comunidades rurales existe deficiencias en la potabilización y distribución de agua afectando a los habitantes del sector. Por tal motivo, se realizaron varios recorridos a sectores de dicho cantón que no cuentan con sistemas de abastecimiento de agua potable o sus sistemas son deficientes, entre los cuales, se determinó que el recinto Piñal de Arriba presenta problemas de potabilización y distribución de agua, por lo que, se vio en la necesidad de plantear el desarrollo de la presente investigación para definir las deficiencias que tiene la planta y las redes, e indicar las mejoras.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Analizar y diagnosticar el sistema de potabilización y redes de distribución de agua del recinto de Piñal de Arriba, para definir plan de mejoras hacia la planta potabilizadora y realizar el rediseño de redes.

### **1.2.2 Objetivo específico**

- a. Describir y evaluar la planta potabilizadora y red de distribución.
- b. Definir y analizar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua cruda y potable.
- c. Realizar rediseño y ampliaciones al sistema de distribución de agua potable.
- d. Revisar parámetros de diseño, de operación y mantenimiento de la planta potabilizadora para elaborar el plan de mejoras.

### 1.3 Metodología

Se analizó la factibilidad del proyecto, es decir, ver la disponibilidad de datos relacionados al recinto Piñal de Arriba como: medios de transporte, encargados de la comunidad que permitan acceso a la información del recinto, encargado de operar la PTAP, método de almacenamiento de agua potable en las viviendas, entre otros puntos. Para la verificación de estos datos se planteó visitas técnicas planificadas tanto a Piñal de Arriba, así como al municipio de Santa Lucía que es el encargado de velar por este recinto.

Se delimitó el área de la comunidad Piñal de Arriba con el líder comunitario, con base en una fotografía aérea. A su vez, se realizó la ubicación de la planta de tratamiento, las estaciones de bombeo y la red de distribución junto al operador de la planta realizando recorridos y utilizando programas como el GPS del celular, Google Maps y Google Earth.

Para la realización del diagnóstico y análisis de la planta de tratamiento y red de distribución se coordinó una visita técnica con la directiva de la comunidad y el operador de la planta. A su vez, durante el recorrido de campo se tomaron fotografías, apuntes y mediciones del sistema. Para el diagnóstico del sistema de abastecimiento, primero se verificó la capacidad de la planta es suficiente para el requerimiento de agua del recinto de Piñal de Arriba, por lo cual, se realizaron diversos cálculos entre ellos: la población futura, la determinación de caudales y el volumen de agua potable que requiere el recinto aplicando el método directo y el método analítico, se realizó el dimensionamiento de los reservorios, tanto superficial como elevado y se los comparó con los existentes y finalmente se comparó la capacidad del reservorio bajo existente en relación al diseñado (Ver Capítulo V). Para la realización de estos cálculos se aplicaron las normas vigentes en nuestro medio como son la CPE INEN 5 Parte 9-1:1992, QUINTA PARTE (V).

Segundo se verificó la calidad del agua potable que genera la planta de tratamiento para los moradores del recinto de Piñal de Arriba, con base en encuestas a usuarios y monitoreo de calidad de agua:

- La encuesta mixta (Ver Anexo 8) fue con el objetivo de conocer el punto de vista de los usuarios sobre la calidad de agua que llega a su vivienda, así como, información económica, social, entre otros. Además, para las encuestas se planteó un muestreo aleatorio simple para poder abarcar al recinto que consta con un área de 1,103.500 m<sup>2</sup> acorde a la limitación que se realizó junto al líder comunitario, para analizar los datos recolectados de la encuesta se implementó el programa IBM SPSS STATISTICS, que proporciona una mayor facilidad para la tabulación y gráfico de datos.

- El monitoreo de calidad de agua consta de parámetros de control para agua potable y agua cruda. En la red de distribución se analizó el agua que llega a las viviendas, se manejó el mismo concepto de un muestreo aleatorio abarcando las 3 zonas en que se divide el recinto. En la zona 1 se realizó un muestreo de control de calidad de agua, en la zona 2 y 3 se realizaron dos muestreos de control de calidad cada uno, teniendo un total de 5 muestreos. En la planta de tratamiento de agua potable, se estableció 3 muestreos, el primero muestreo, se realizó en el efluente de la planta (Ver ilustración #49), el segundo muestreo, se realizó en el sedimentador de la planta, mientras que el tercer muestreo se lo realizó en el reservorio de almacenamiento bajo. También se tomó muestras en el Río que bordea el recinto de Piñal de Arriba que es la fuente de abastecimiento. Los implementos que se utilizaron para parámetros físicos-químicos fueron: recipientes de plásticos de 500 cm<sup>3</sup> esterilizados, para los parámetros microbiológicos fueron: bolsa de muestra de agua de 300 ml con tiosulfato sódico y recipientes de plásticos de 150 ml esterilizados.

Una vez realizado la toma de muestras, se procedió a obtener resultados de cada uno de los parámetros de control de calidad que se establecieron para agua potable y agua cruda, entre ellos son:

- Parámetros físicos: Olor, color, sabor, temperatura, sólidos sedimentables y sólidos disueltos.
- Parámetros químicos: pH, oxígeno disuelto, cloro, conductividad, salinidad.
- Parámetros microbiológicos: Coliforme fecales.

Estos parámetros fueron medidos y realizados por el autor a través de los equipos de laboratorio de calidad de agua de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil. las pruebas de olor, color y sabor de manera empírica. Para las pruebas de temperatura, sólidos disueltos, pH, oxígeno disuelto, conductividad y salinidad se utilizó el multiparámetro, y la vidriería requerida (Ver Anexo 9 – sección 10.2). Para la prueba de sólidos sedimentables se aplicó el cono Imhoff, varilla agitadora y un cronómetro. Para la prueba de coliformes fecales se aplicaron diversos equipos entre ellos: Balanza analítica, reactivos como el buffered peptone water y culture medium, cuchara de plástico, vaso de precipitación de 40 ml, matraz de 1000 ml, frascos de vidrios, bomba de vacío, papel filtro, matraz Erlenmeyer 1000 ml, pinzas, mechero, incubadora, horno, olla de presión, agua, pipetas, franela y caja pétrik.

Finalmente, obtenido los resultados se los comparó con la respectiva norma vigente en que es la norma NTE INEN 1108 – 2014 para establecer los parámetros de control del agua potable y

la norma TULSMA Libro VI – Anexo I, para establecer los parámetros de control del agua cruda. A su vez, se aplicaron normas relacionadas como punto de comparación de los parámetros de control.

Para el rediseño de la red de distribución se implementaron diversos programas. El primer programa que se utilizó fue Google Earth, para la ubicación del recinto. En el programa se procede a realizar las 3 propuestas de red de distribución, una red abierta, una red cerrada y una red mixta, todas trazadas en el programa. Como segundo programa se utilizó Global Mapper, cuyo propósito fue pasar los trazados realizados en Google Earth a un archivo DWG. Como tercer programa, se utilizó AutoCAD, que facilita abrir el archivo DWG que contiene los trazados planteados permitiendo las modificaciones correspondientes, para posterior, ser guardado en un archivo DXF. Finalmente se implementaron dos programas en conjunto, el EPACAD que permite pasar el archivo DXF que contiene el trazado, a un formato INP que permite abrirlo en EPANET 2.0 v.

Se realizó el ingreso de datos para el diseño de la red en el programa de EPANET 2.0 v, entre ellas las unidades de trabajo, la sectorización y obtención de áreas correspondiente a cada nodo que genere el programa, tener propuestas de tuberías entre ellas: diámetros, presiones, material, entre otros., y establecer el método de análisis del programa (Hazen – Williams)

Los resultados que se obtuvieron del programa de EPANET 2.0 v, se compararon con las normas vigentes: la CPE INEN 5 Parte 9-1:1992, SEPTIMA PARTE (V), y un manual de una empresa pública reconocida que controla, diseña, construye, distribuye, entre otras actividades, el agua a nivel nacional denominada INTERAGUA S.A.

Finalmente, se elaboró el plan de mejora hacia la planta de potabilización para aumentar su eficiencia, operación y mantenimiento.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Agua potable**

El agua potable es el agua de superficie tratada y el agua no tratada, pero sin contaminación que proviene de manantiales naturales, pozos y otras fuentes. Sin agua potable, no se puede llevar una vida sana y productiva. “El agua potable, es el agua cuyas características físicas, químicas microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano” (INEN, 2014, p.2).

“El agua potable únicamente puede ser agua dulce. Es aquella, apta para el consumo humano y que no supone ningún riesgo para la salud, es decir, libre de microorganismos y sustancias tóxicas” (García, 2019).

Para verificar si el agua es apta o no para el consumo humano, debe cumplir una serie de requisitos de potabilidad, denominadas normas de calidad de agua, que normalmente se establecen en la legislación y los países deben cumplirla, debido a que, en la actualidad ya no es tan fácil disponer de una fuente de aprovechamiento de agua apropiada para dotar a la población. Esto se debe al crecimiento de las ciudades, industrias, entre otros más. que vierten sus aguas residuales sin tratamiento a las corrientes naturales como ríos, lagos y lagunas llegando a contaminarlas y no poder aprovecharlas correctamente.

### **2.2 Enfermedades transmitidas por el agua.**

Entre las enfermedades contagiosas que pueden ser transmitidas por el agua se encuentran infecciones bacteriales, virales y protozoales.

“Entre las enfermedades bacterianas están la tifoidea, la paratifoidea, la salmonelosis, la shigelosis, la disentería basilar, el cólera asiático, la enfermedad Legionaria y la fiebre Pontiac. Las enfermedades virales asociadas con el agua son la hepatitis, la poliomielitis y aquellos casos de gastroenteritis atribuibles al virus de Norwalk y el rotavirus” (McGhee, 1999).

Los organismos que causan enfermedades infecciosas son normalmente esparcidos por las descargas de materias fecales y urinarias de personas enfermas y portadoras, aunque hay algunos animales, protozoos y bacterias en reservorios en el suelo asociados con la gastroenteritis.

## 2.3 Fuentes de abastecimiento de agua.

### 2.3.1 ¿Qué es una fuente de abastecimiento de agua?

Se considera fuentes de agua a los cursos de agua superficial, agua subterránea y agua de lluvia que son utilizados para abastecimiento público y privado. Constituyen el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, en la cual, hay que definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad.

“Para la selección se deben considerar alternativas técnico-económicas factibles, tomando en cuenta lo siguiente:

“La cantidad del agua, la calidad del agua, ubicación respecto al centro de la población a ser abastecida, posibilidad de construir una obra de captación y eventuales efectos ambientales” (IBNORCA, 2013, p.25).

Según cual sea la ubicación y procedencia de la fuente de abastecimiento, incluyendo la topografía del entorno, se pueden considerar 2 tipos de sistemas de abastecimiento, el primero por gravedad y el segundo por bombeo. Siendo esta seleccionar una fuente adecuada para realizar el diseño del sistema de abastecimiento y así poder cumplir con la demanda que requiere la población.

### 2.3.2 Tipos de fuentes de agua

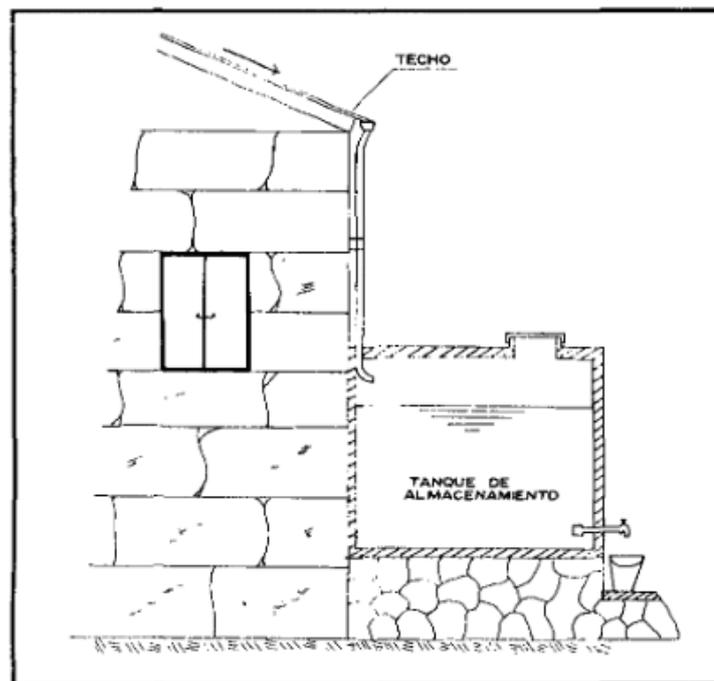
- a. **Aguas lluvias:** Se emplea en aquellas condiciones, el cual, se difícil de obtener aguas de buena calidad tanto superficiales como subterráneas. “Se aplica a la zonas rurales o urbano donde la captación de aguas superficiales o subterráneas no es factible, resulta insuficiente o la calidad no son apta para consumo” (IBNORCA, 2013, p.128).

El sistema de captación de agua lluvia para consumo humano se compone de:

- **Captación:** Para la captación de aguas lluvia como sistema de abastecimiento, debe realizarse únicamente en techos contruidos con materiales inertes y sea posible la sustitución de la superficie de techo y el sistema recolector.

Para captar las aguas lluvias se utilizan objetos como los techos de las casas o cualquier superficie que sea impermeable para obtener el agua y conducirla a sistemas donde su capacidad dependerá del gasto requerido y del régimen pluviométrico (Aguero, 2014).

- **Recolección:** Debe ser realizada mediante canaletas de materiales inertes o cualquier otro material que no altere la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua recolectada.
- **Almacenamiento:** El volumen del almacenamiento debe determinarse a partir de la demanda de agua, de la intensidad de las precipitaciones y del área de captación. Acorde a (IBNORCA, 2013): “el volumen de diseño del tanque de almacenamiento será igual al 110% del volumen neto, que considera altura de lodos y revancha” (p.130).

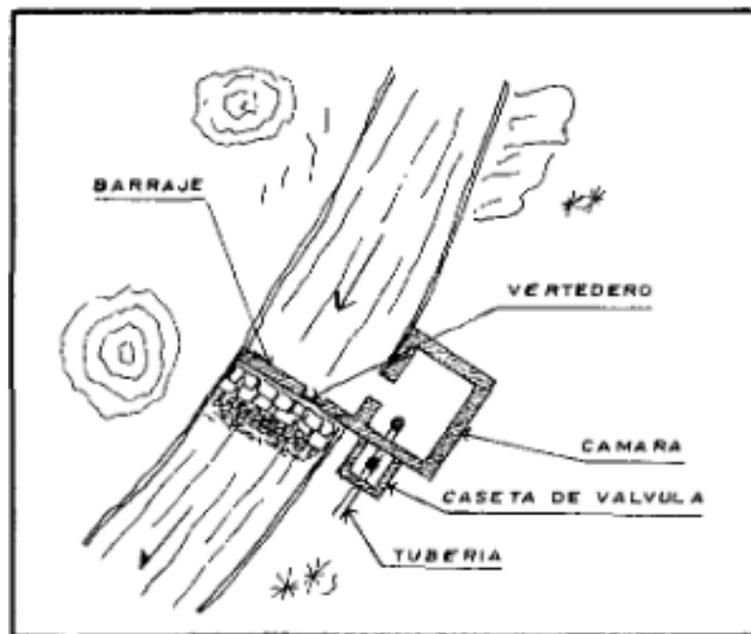


*Ilustración 1.- Captación de agua lluvia.*

Extraído de: (Aguero, 2014).

- b. **Aguas superficiales:** Aguas constituidas por los arroyos, ríos, lagos, etc. Que transitan naturalmente en la superficie terrestre. Acorde a (IBNORCA, 2013): “entre los tipos de fuentes de agua superficiales se consideran:
- **Cursos de agua natural (ríos, riachuelos, arroyos, quebradas):** Son cuerpos de agua que fluyen permanente o intermitentemente a través de depresiones geomorfológicas naturales y puede ser: cursos de agua de montaña y de llanura. Las de montaña se caracteriza por tener pendientes pronunciadas, arrastre intenso de sólidos en forma temporal, tirante bajo y altas velocidades. Mientras que la de llanuras por tener pendientes bajas, tirante alto y bajas velocidades.

- Cuerpos de agua (lagos, lagunas): Son depresiones geomorfológicas naturales que permiten la acumulación de agua con los aportes de afluentes y/o precipitaciones pluviales y puede ser: Cuerpos de agua de montaña y cuerpos de agua de llanura. Las de montaña se caracteriza por tener áreas de aporte limitadas y aguas con bajo contenido de agentes contaminantes. Mientras que la de llanura se caracteriza por tener áreas de aporte mayores a los de montaña”(p.25).



*Ilustración 2.- Captación de agua superficial.*

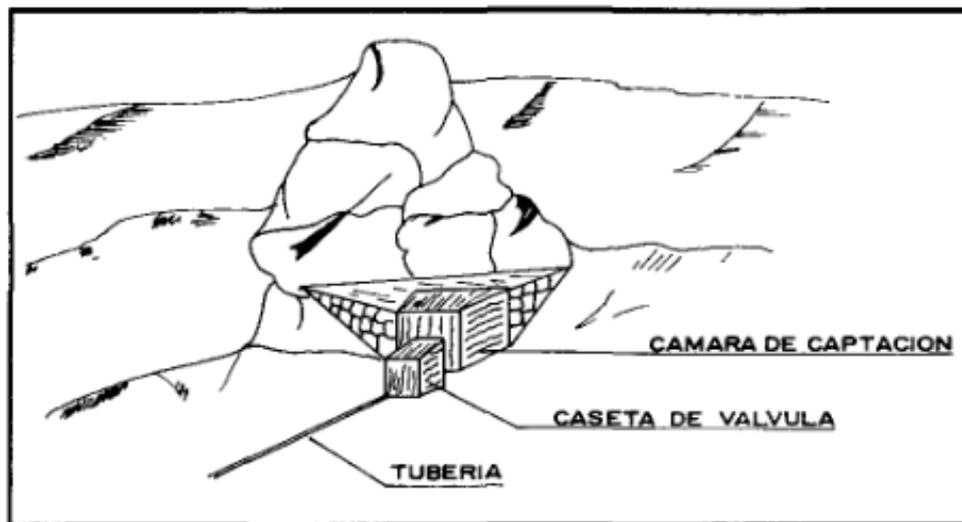
Extraído de: (Aguero, 2014)

- c. **Aguas subterráneas:** El agua contenida por una capa impermeable, o acuicierre, y que fluirá hacia pozos, manantiales u otros puntos de recuperación, se llama agua subterránea. El agua subterránea es un elemento vital en el balance del ciclo hidrológico y, debe tratarse con cuidado. “Su importancia es tal que ocupa el segundo lugar en la distribución de volúmenes de agua sobre la tierra con un 2%, mientras que el primer lugar es para los océanos y mares con un 94%” (López, 2004). Es un recurso natural que abastece de agua a una comunidad cuando la región no dispone de agua superficial factible, a menudo son de mejor calidad que las aguas superficiales, normalmente son menos costosas para explotar, sin embargo, una desventaja que se debe anotar que pueden estar contaminadas. “Las aguas subterráneas pueden estar contaminadas con materiales tóxicos o peligrosos que provienen de rellenos sanitarios, los sitios de

tratamiento de residuos u otras fuentes de las cuales posiblemente no tengan conocimiento ni el público en general ni las entidades regulares” (McGhee, 1999)

El desarrollo de los recursos de agua subterránea para su utilización en el abastecimiento a una comunidad se cumple en tres etapas:

- **Exploración:** Consiste en la localización del depósito de agua mediante diversos métodos como el geológico o geofísico. El geológico consiste en la interpretación de mapas, fotogrametría y fotointerpretación, al igual que la perforación en campo. Y el geofísico consiste en la utilización tales como refracción sísmica, resistividad y perfiles eléctricos.
- **Evaluación:** Esta segunda etapa consiste en la evaluación del caudal máximo de producción del acuífero, mediante la medición en el terreno de los parámetros hidrogeológicos y de producción del acuífero durante el bombeo de agua en un pozo. Buscando mantener un balance favorable entre los beneficios que trae el bombeo del agua y los cambios indeseados que puede causar su extracción.
- **Explotación:** Se considera las estrategias óptimas de desarrollo, la interacción entre la explotación del agua subterránea y el balance general de agua en la cuenca.



*Ilustración 3.- Captación de agua subterránea (manantial).*

Extraído de: (Aguero, 2014)

## **2.4 Sistema de tratamiento convencional**

El sistema de tratamiento de agua convencional consta de los siguientes procesos: Floculación – coagulación, sedimentación, filtración y desinfección.

#### 2.4.1 Floculación – Coagulación

En estos procesos, aparte de la remoción de turbiedad y color también se eliminan bacterias, virus, organismos patógenos susceptibles de ser separados por coagulación, algas y sustancias que producen sabor y olor. En las plantas de tratamiento, la coagulación se lleva a cabo en la unidad denominada mezcla rápida y la floculación se realiza en floculadores.

- Coagulación.

“En la coagulación se desestabilizan las partículas suspendidas por medio de coagulantes químicos para favorecer su aglomeración” (Hasang, 2015). La coagulación consiste en la adición de coagulantes con el fin de desestabilizar las partículas coloidales para que sean removidas. Este proceso depende de la concentración del coagulante y del pH final de la mezcla. Un proceso de coagulación mal realizado también puede conducir a una degradación rápida de la calidad del agua y representa gastos de operación no justificadas. “Se considera que la dosis del coagulante condiciona el funcionamiento de las unidades de decantación y que es imposible de realizar una clarificación, si la cantidad de coagulante está mal ajustada” (Andía, 2000, p.9). Entre los coagulantes utilizados para desestabilizar partículas y producir floc son: Sulfato de Aluminio, Aluminio de Sodio, Cloruro de Aluminio, Cloruro Férrico, Sulfato Férrico, Sulfato Ferroso, Polielectrolitos. “Los coagulantes más usados son: sulfato de aluminio, cloruro y sulfato férricos. Asimismo, se emplean ayudantes de coagulación, como polímeros catiónicos o aniónicos” (Barrenechea, 2004, p.6).

- Floculación.

La floculación es el proceso por el cual las partículas desestabilizadas chocan entre sí y se aglomeran formando los floc. “La floculación es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad” (Andía, 2000). La floculación es favorecida por el mezclado lento que permite juntar poco a poco los flóculos, un mezclado demasiado intenso rompe estos flóculos.

Este proceso además de aumentar el tamaño de las partículas del flóculo también hace que aumente su peso. Hay 2 tipos de floculación: la floculación pericinética que se basa en el movimiento natural de las moléculas del agua inducida por la energía térmica mientras que la floculación ortocinética se basa en las colisiones de las partículas debido

al movimiento del agua inducido por una energía exterior a la masa de agua pudiendo ser de origen mecánico o hidráulico.

#### 2.4.2 Sedimentación

“Se entiende por sedimentación la remoción por efecto gravitacional de las partículas en suspensión presentes en el agua. Estas partículas deberán tener un peso específico mayor que el fluido” (Yactayo, 2009, p.2). La sedimentación es el proceso físico mediante el cual las partículas en suspensión presentes en el agua son removidas o separadas del fluido, debido al efecto de la gravedad. Cuando se produce sedimentación de una suspensión de partículas, el resultado final será un fluido clarificado y una suspensión más concentrada. Las partículas en suspensión sedimentan en diferentes formas, dependiendo de las características de las partículas, así como de su concentración.

Acorde a (Yactayo, 2009): “La sedimentación se divide en:

- Sedimentación de partículas discretas: Son aquellas partículas que no cambian de características (forma, tamaño, densidad) durante la caída.
- Sedimentación de partículas floculantes: Son aquellas producidas por la aglomeración de partículas colides desestabilizadas a consecuencia de la aplicación de agentes químicos, cambian durante el día.
- Sedimentación por caída libre e interferida: Cuando existe baja concentración de partículas en el agua, éstas se depositan sin interferir denominándolas caída libre. Mientras que, cuando hay altas concentraciones de partículas, se producen colisiones que las mantienen en una posición fija y ocurre un depósito masivo en lugar de individual denominándolo caída de interferida o sedimentación zonal” (p.3).

No obstante, para (Barrenechea, 2004): “La sedimentación se clasifica en:

- Sedimentadores o decantadores estáticos: Donde se produce la sedimentación por caída libre. Distinguiéndose en los siguientes tipos:
  - a) Desarenadores: Eliminan la arena del agua cruda, evitando que las partículas interfieran en la operación de las bombas y demás procesos.
  - b) Unidades de flujo horizontal: Sedimentadores rectangulares, circular o cuadrados. La remoción de lodos se puede hacer en forma continua o intermitente.
  - c) Unidades de flujo vertical: Son de forma cilíndrica.

- d) Unidades de flujo helicoidal: Utilizados para tratar aguas con alto contenido de floculo y que tengan alta velocidad de sedimentación.
- Decantadores dinámicos: Requieren una alta concentración de partículas de 10 a 20 % en volumen. Teniendo los siguientes tipos:
  - a) Unidades de manto de lodos con suspensión hidráulica: No requieren de energía eléctrica y no cuentan con ninguna pieza removible.
  - b) Unidades de manto de lodos con suspensión mecánica: Puede ser de agitación, de separación y pulsante o de vacío.
- Decantadores laminares: Su eficiencia decrece a medida que aumenta la carga superficial en las celdas, también depende de las características del agua tratada y del diseño del sedimentador.
  - a) Decantadores laminares de flujo horizontal: Con láminas planas paralelas inclinadas (ángulo de 5°) que favorecen el escurrimiento de los flóculos.
  - b) Decantadores laminares de flujo inclinado: Con módulos instalados con un ángulo de 60° (p.9 y p.10).

#### 2.4.3 Filtración

Consiste en remover aquellas partículas que tienen una densidad muy cercana a la del agua o se han vuelto a suspender y no pudieron ser removidas en la sedimentación. Es un proceso que consiste en la separación de partículas y pequeñas cantidades de microorganismos (bacterias, virus) a través de un medio poroso (Barrenechea, 2004, p.11).

En general, la filtración es la operación final de clarificación que se realiza en una planta de tratamiento de agua, es considerada como el resultado de dos mecanismos distintos pero complementarios: transporte y adherencia.

#### 2.4.4 Desinfección

Consiste en la eliminación de los microorganismos patógenos que existen en el agua. La desinfección se logra mediante desinfectantes químicos y/o físicos. La desinfección es un proceso selectivo: no destruye todos los organismos existentes en el agua y no siempre elimina todos los organismos patógenos. Por eso requiere procesos previos que los eliminen mediante la coagulación, sedimentación y filtración (Barrenechea & de Vargas, 2009).

Para la desinfección química, se utilizan oxidantes fuertes que tienen gran eficiencia en la eliminación de los microorganismos entre ellos se encuentra: Los halógenos como el cloro, el bromo y el yodo. Mientras que, para la desinfección química, se utilizan métodos como la sedimentación natural, filtración o floculación-coagulación-sedimentación.

## **2.5 Red de distribución**

La red de distribución se define como el conjunto de tuberías cuya función es suministrar el agua potable a los consumidores de la localidad en condiciones de cantidad y calidad aceptables.

Una red de distribución es el conjunto de tubos, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución hasta la toma domiciliaria o hidrantes públicos. Su función es proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias. (CONAGUA, 2007, p.12)

La unión entre el tanque de almacenamiento y la red de distribución se hace mediante una conducción denominada “línea matriz”, la cual transporta el agua al punto o a los puntos de entrada de la red.

### **2.5.1 Componentes de una red de distribución.**

Acorde a (CONAGUA, 2016): “una red de distribución de agua potable se compone generalmente de:

- a. Tubería: se le llama así al conjunto formado por los tubos (conductos de sección circular) y su sistema de unión o ensamble. La red cuenta con un conjunto de tuberías que se unen formando nodos.
- b. Piezas especiales: Son todos aquellos accesorios que se emplean para llevar a cabo ramificaciones, intersecciones, cambios de dirección, modificaciones de diámetro, uniones de tubería de diferente material o diámetro y terminales de los conductos, entre otros.
- c. Válvulas: Son accesorios que se utilizan para disminuir o evitar el flujo en la tubería. Pueden ser:

- Aislamiento o seccionamiento: Utilizados para separar el flujo del resto del sistema de abastecimiento en ciertos tramos de la tubería, bombas y dispositivos de control.
  - Control: Usados para regular el gasto o la presión, facilitar la entrada de aire o la salida de sedimentos o aire atrapados en el sistema.
- d. Hidrantes: Se llama así a una toma o conexión especial instalada en ciertos puntos de la red con el propósito de abastecer de agua a varias familias (hidrante público) o conectar una manguera o una bomba destinados a proveer agua para combatir el fuego (hidrante contra incendios).
  - e. Tanques de distribución: Depósito situado generalmente entre la captación y la red de distribución que tiene por objeto almacenar el agua proveniente de la fuente.
  - f. Tomas domiciliarias: Conjunto de piezas y tubos que permite el abastecimiento desde una tubería de la red de distribución hasta el predio del usuario, así como la instalación de un medidor.
  - g. Rebombes: Tienen el objetivo de elevar la carga hidráulica en el punto de su ubicación para mantener la circulación del agua en la tubería.
  - h. Cajas rompedoras de presión: Su función es permitir que el flujo de la tubería se descargue en esta, eliminando de esta forma la presión hidrostática y estableciendo un nuevo nivel estático aguas abajo.” (p.13 y p.14)

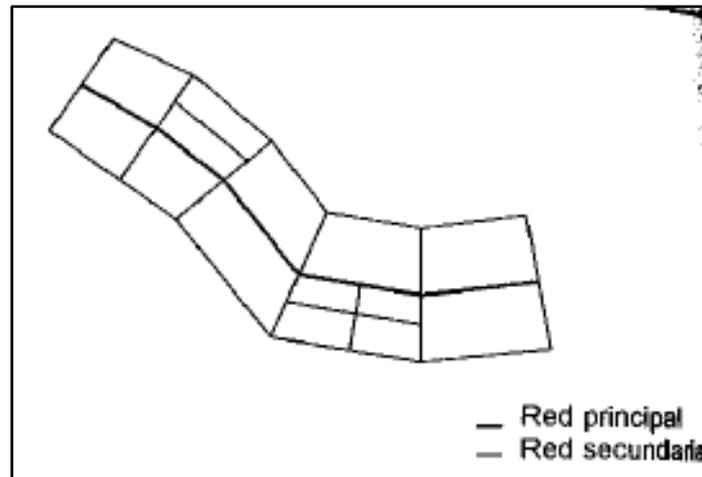
### 2.5.2 Trazado de la red

“Para realizar un correcto trazado se debe conocer las características topográficas de la población actual y futura en donde se detallan, entre otras, el perímetro urbano, las calles del municipio con toda su infraestructura vial, las áreas de desarrollo futuro, los cursos de agua y la localización de otros servicios públicos, como alcantarillados, energía, telefonía y gas. Igualmente, deben conocerse las características geológicas y del subsuelo que definan zonas de falla, deslizamiento o inundación” (López, 2004)

### 2.5.3 Configuración hidráulica del sistema

Pueden ser redes abiertas, redes cerradas o redes mixtas. Acorde a (López, 2004) existen algunos trazados típicos de redes.

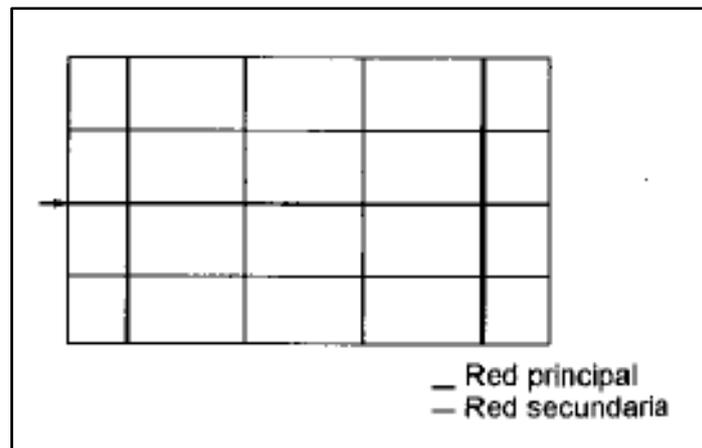
- a. De mayor a menor diámetro. Esquema que puede ser utilizado en poblaciones pequeñas, donde por lo general no existe más de una calle principal. Tiene forma alargada e irregular. El diseño hidráulico de la tubería principal se hace como una red abierta.



*Ilustración 4.- Red de mayor a menor diámetro.*

Extraído de: (López, 2004)

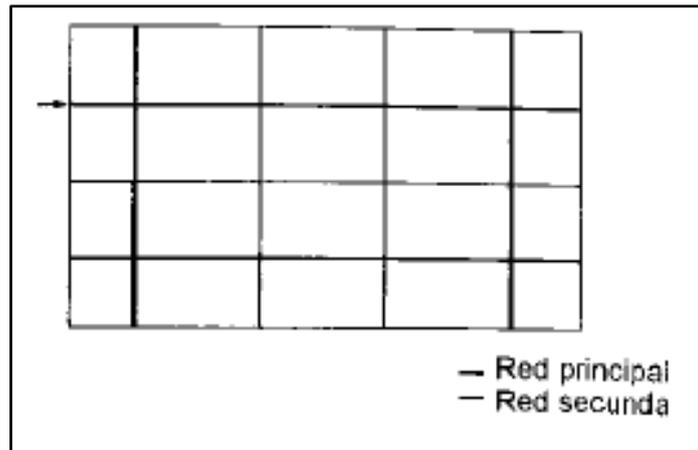
- b. En árbol. Existe un tronco principal, del cual se desprenden varias ramificaciones. El diseño hidráulico de las tuberías principales corresponde de una red abierta.



*Ilustración 5.- Red en árbol.*

Extraído de: (López, 2004)

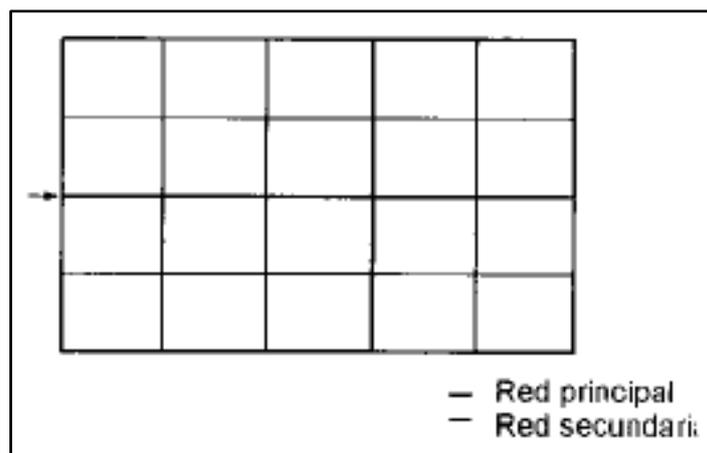
- c. En parrilla. La tubería principal forma una malla en el centro de la población y de ella se desprenden varios ramales. Al centro se conforma una red cerrada y perimetralmente se tienen ramales abiertos, es decir que se trata de una red mixta.



*Ilustración 6.- Red en parrilla.*

Extraído de: (López, 2004)

- d. En mallas. Es la forma más usual de trazada de redes de distribución se conforman varias cuadrículas o mallas alrededor de la red de relleno. Una malla estará compuesta entonces por tres o más tramos principales.



*Ilustración 7.- Red en mallas.*

Extraído de: (López, 2004)

#### 2.5.4 División de una red

La red primaria, o también denominada matriz: permite conducir el agua por medio de líneas troncales o principales y alimentar a las redes secundarias.

Conjunto de tuberías con diámetro nominal mayor o igual a 12" (300 mm). Se encarga de distribuir el agua en las diferentes zonas de la población y garantizar los caudales y presiones.

Acorde a (CONAGUA, 2016):

Se considera que el diámetro mínimo de la tubería correspondiente a la red primaria es de 100 mm. Sin embargo, en colonias urbanas populares se puede aceptar de 75 mm y en zonas rurales hasta 50 mm, aunque en grandes urbes se puede aceptar a partir de 500 mm. (p.15 y p.16)

“No debe realizarse ninguna conexión domiciliaria a partir de la red matriz” (López, 2004, p.293).

La red secundaria es un conjunto de tuberías con diámetro menores de 12 pulg (300 mm) hasta mayores o iguales a 4 pulg (100 mm). Se abastecen de las tuberías principales y alimentan las redes terciarias o menores. No deben existir conexiones domiciliarias, salvo el caso de grandes consumidores con conexiones superiores a 3 (75 mm). (López, 2004, p.292)

Distribuye el agua propiamente hasta la toma domiciliaria. Existen 3 tipos de red secundaria:

- a. Red secundaria convencional: En este tipo de red los conductos se unen a la red primaria y funcionan como una red cerrada. Se suelen tener válvulas tanto en las conexiones con la red primaria como en los cruces de la secundaria.

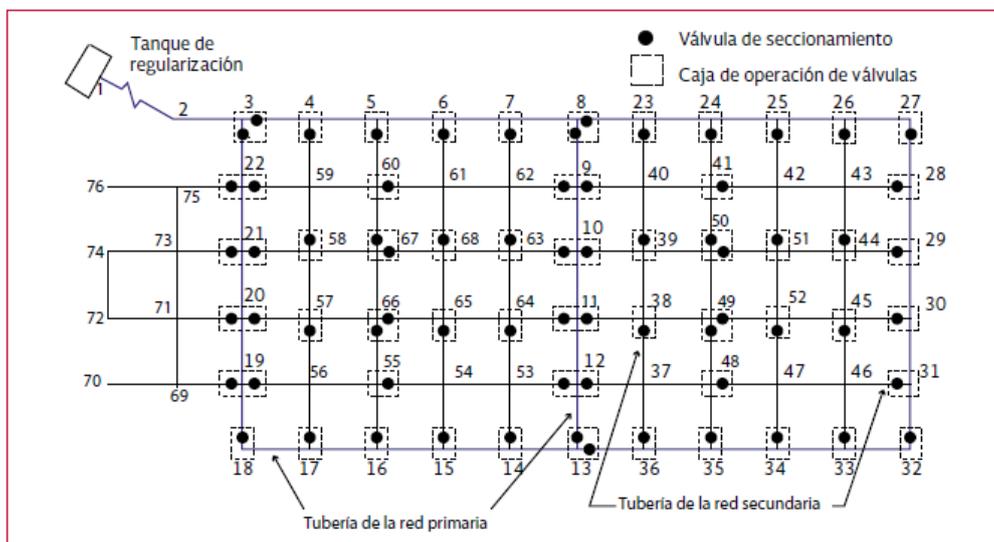


Ilustración 8.- Red secundaria convencional.

Extraído de: (CONAGUA, 2016)

- b. Red secundaria en dos planos: En una red de este tipo la tubería se conecta a la red primaria en dos puntos opuestos, cuando la red está situada en el interior de los circuitos, o bien en un solo cruce de la red primaria en los casos de líneas exteriores a ellos.

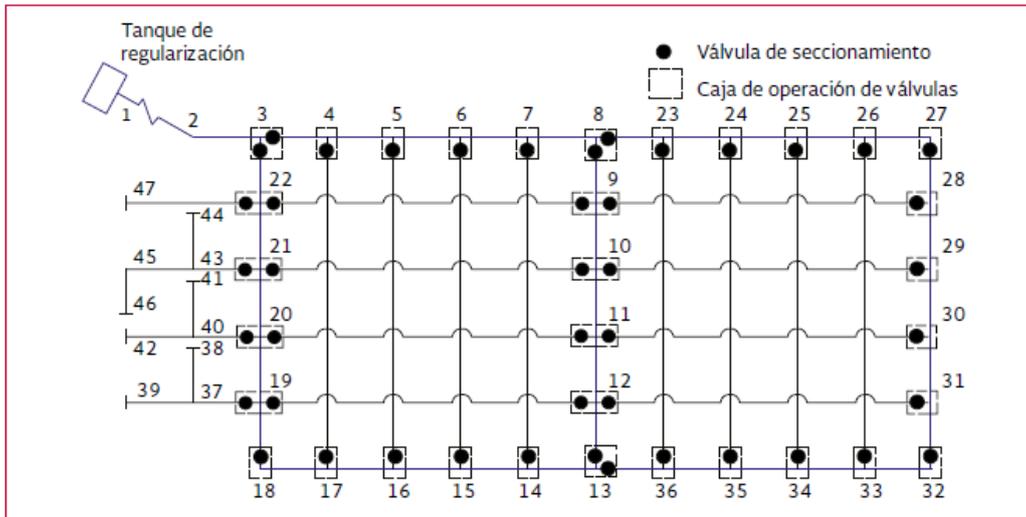


Ilustración 9.- Red secundaria en dos planos.

Extraído de: (Ruiz, 2016)

- c. Red secundaria en bloques: En este caso la tubería secundaria forma bloques que se conectan con la red primaria solamente en dos puntos y la red principal no recibe conexiones domiciliarias.

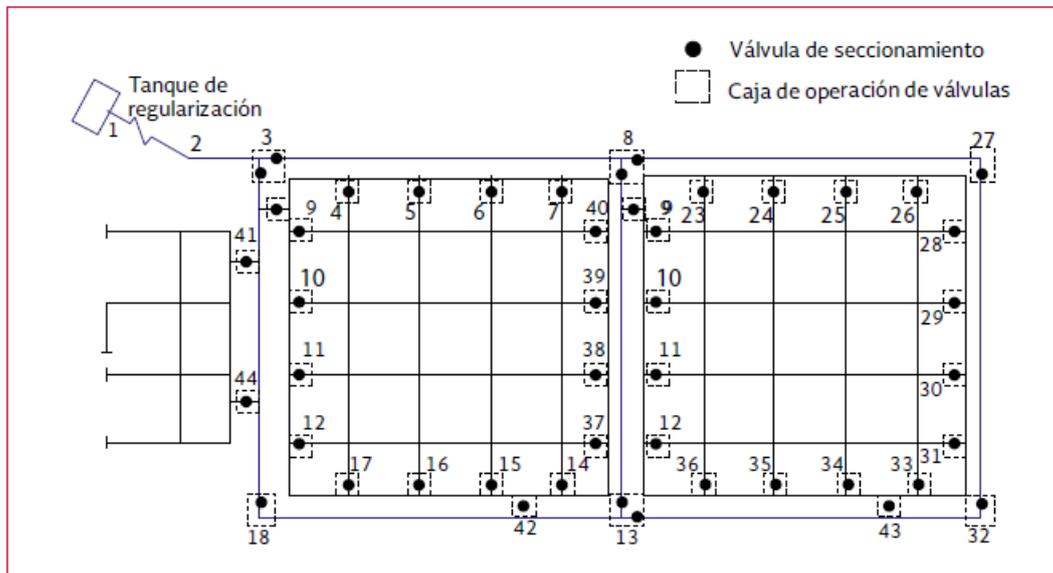


Ilustración 10.- Red secundaria convencional en bloques.

Extraído de: (Ruiz, 2016)

- d. Red terciaria o menor: Es alimentada por la red secundaria y es la encargada de realizar las conexiones domiciliarias. Sus diámetros son menores o iguales a 3" (75 mm) y el diámetro mínimo depende del uso del agua (comercial, industrial o institucional). "Nunca deberá ser menor de 1 1/2 pulgada" (López, 2004).

- e. Conexiones domiciliarias: Su diámetro se encuentra entre ½” (12.5 mm) hasta 3” (75 mm), dependerá del tipo de usuario.

#### 2.5.5 Formas de distribución.

- a. Por gravedad: El agua se bombea hasta un tanque elevado desde el cual fluye por gravedad hacia la población manteniendo una presión suficiente y prácticamente constante en la red para el servicio a los usuarios. Se debe aplicar cuando se disponga cotas de terreno suficientemente altas para la ubicación del tanque, para asegura así las presiones requeridas en la red.
- b. Por bombeo: Sistema menos deseable, debido a que, una falla en el suministro eléctrico significa una interrupción completa del servicio de agua. Al variar el consumo, la presión también cambia. Considerando estas variaciones se requieren varias bombas para proporcionar el agua cuando sea necesario.
- c. Bombeo directo a la red, con excedencias a tanques de regulación: El exceso de agua bombeada a la red durante periodos de bajo consumo son almacenadas y en periodos de alto consumo, el agua del tanque se envía a la red, para complementar la distribución por bombeo.
- d. Distribución mixta: Parte del consumo se suministra por bombeo con excedencia a un tanque, y a su vez se abastece el resto de la red por gravedad. No se recomienda este tipo de distribución debido a que parte de su sistema de red se abastece por bombeo directo.

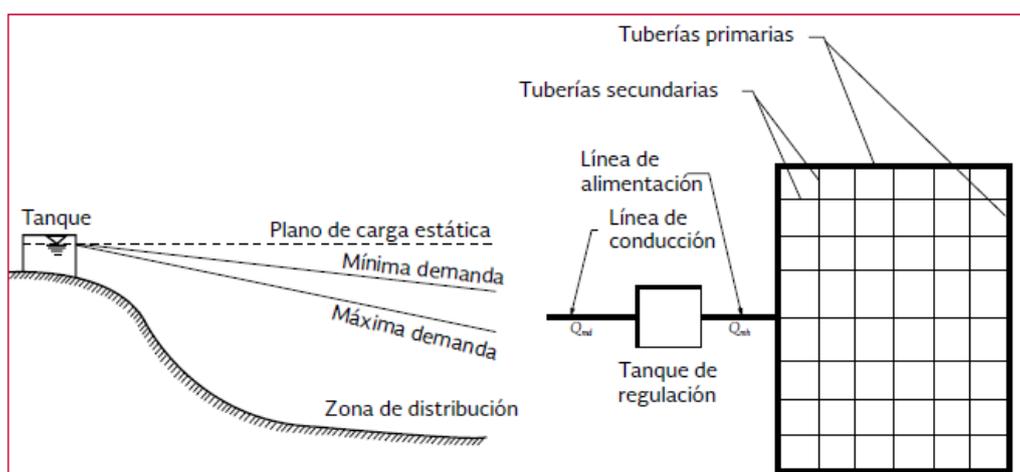
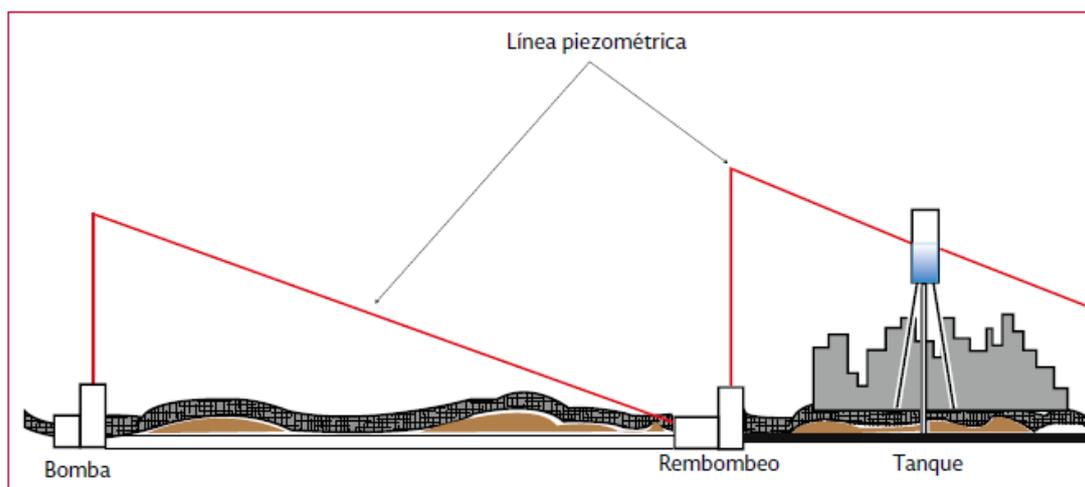


Ilustración 11.- Distribución por gravedad.



*Ilustración 12.- Distribución mixta.*

Extraído de: (CONAGUA, 2016)

## 2.6 Marco legal.

### 2.6.1 Norma para bases de diseño.

- Norma CPE INEN 5 Parte 9-1:1992.

En la QUINTA PARTE (V) se establecen disposiciones sobre: periodo de diseño, estimación de población futura, niveles de servicio, dotaciones de agua, variaciones de consumo y caudales de diseño.

En la SÉPTIMA PARTE (VII) se otorgan datos sobre parámetros de control hacia la red de distribución como: velocidades máximas de tuberías en la red de distribución, profundidad de las tuberías de la red de distribución, las presiones en cada conexión de la red existente, entre otros parámetros de control.

(Ver ANEXO 1)

- Manual de diseño de acueducto (INTERAGUA).

Proporciona criterios de diseño hidráulico y estructural para las redes de agua potable y obras especiales, utilizando parámetros particulares para la ciudad de Guayaquil y en la zona de influencia donde Interagua (IA) presta el servicio. (Ver ANEXO 2)

## 2.6.2 Normas de calidad de agua.

### a. Parámetros de calidad de agua.

Se dividen en 3 características cada una con sus respectivos parámetros, estas son:

#### • **Parámetros Físicos.**

- a. Color: Proviene generalmente de la descomposición de materia vegetal o de las sales de hierro. “El color es el resultado de la presencia de materiales de origen vegetal tales como ácidos húmicos, turba, plancton, y de ciertos metales como hierro, manganeso, cobre y cromo, disueltos o en suspensión” (Orellana, 2005)
- b. Olor y sabor: Son sensaciones que van relacionadas, sin embargo, a veces el agua puede presentar sabor sin que se aprecie olor alguno. No existe una forma explícita para medir estos dos parámetros, por lo tanto, en los análisis se indica si es aromático, rancio, etc.
- c. Sólidos sedimentables: “Es la cantidad de material que sedimenta de una muestra en un periodo de tiempo. Se suele medir en unidades de volumen (mL/L) o de una masa (mg/L), mediante volumetría y gravimetría respectivamente”.(Torres, 2016)
- d. Sólidos disueltos totales: Es la suma de todos los minerales, metales y sales disueltos en el agua y es un buen indicador de la calidad del agua. “TDS elevado proporciona al agua una apariencia turbia y disminuye el sabor” (Sigler & Bauder, 2012)

#### • **Parámetros Químicos**

- a. Potencial hidrógeno (pH): Es una medida de la concentración de iones hidronio en la disolución. Se puede medir a través de una solución utilizando una escala de valor numérico que mide las soluciones ácidas y las alcalinas de las sustancias. “Las aguas con valores de pH menores de 7 son aguas ácidas y, las que poseen valores mayores de 7 se denominan básicas”(Aznar, 2000).
- b. Oxígeno disuelto: El oxígeno, es moderadamente soluble en agua, dependiendo de la solubilidad de la temperatura, la salinidad, la turbulencia del agua y la presión atmosférica. El oxígeno disuelto disminuye cuando aumenta la temperatura y la salinidad, y cuando disminuye la presión atmosférica.
- c. Cloro residual: Es la cantidad de cloro que permanece posterior al tratamiento del agua, con la finalidad de asegurar la correcta desinfección durante un periodo establecido.

- d. Conductividad: “La conductividad del agua está relacionada con la concentración de las sales en disolución, cuya disociación genera iones capaces de transportar la corriente eléctrica”(Solís, Zúñiga, & Mora, 2018). La conductividad de una solución se determina por un movimiento iónico. La temperatura afecta al movimiento iónico, por ello es necesario compensar la temperatura cuando se realizan mediciones de precisión.
  - e. Salinidad: “Es el contenido de sal disuelta en el agua, caracterizada por el contenido del cloruro de sodio tanto en el suelo como en el agua” (EcuRed, 2020)
- **Parámetros microbiológicos**
    - a. Coliformes totales: Son microorganismos que pueden sobrevivir y proliferar en el agua. Pueden utilizarse como indicador de la eficacia de tratamientos y para evaluar la limpieza e integridad de sistemas de distribución.

En el Ecuador, la calidad del agua potable está regulada por la norma NTE INEN 1108 - 2014, establece parámetros físicos, sustancias inorgánicas y radioactivas. Y la norma TUSLMA LIBRO VI– ANEXO 1, dispone límites permisibles para descargas en cuerpos de aguas además de la calidad de las aguas para los diversos usos y, métodos y procedimientos para determinar contaminantes en el agua, se recalca que la norma se aplica al agua cruda (río). A estas normas como método comparativo del agua potable se añade la NORMA BOLIVIANA – 2014 y la NORMA COLOMBIANA – 2004.

- Norma NTE INEN 1108 – 2014

“Esta norma se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros. Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano” (INEN, 2014, p.2).

(Ver ANEXO 3)

- Norma TUSLMA LIBRO VI – ANEXO 1

La norma tiene como objetivo la prevención y control de la contaminación ambiental, en lo relativo al recurso agua.

La presente norma técnica determina o establece: Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de

alcantarillado. Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos. Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

(Ministerio del ambiente, 2002, p.1)

(Ver ANEXO 4)

- NORMA BOLIVIANA – 2014

La norma establece los criterios técnicos de diseño de sistemas de agua potable de carácter público y/o privado, en el área urbana, periurbana y rural del país, para obtener obras con calidad, seguridad, durabilidad y economía; y de esa manera, contribuir al mejoramiento del nivel de vida y salud de la población.

(IBNORCA, 2013, p.15).

(Ver ANEXO 5)

- NORMA COLOMBIANA – 2004

“Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos físicos, químicos y microbiológicos que debe cumplir el agua potable. Esta norma también se aplica al agua potable proveniente de cualquier sistema de abastecimiento” (ICONTEC, 2004, p.3).

(Ver ANEXO 6)



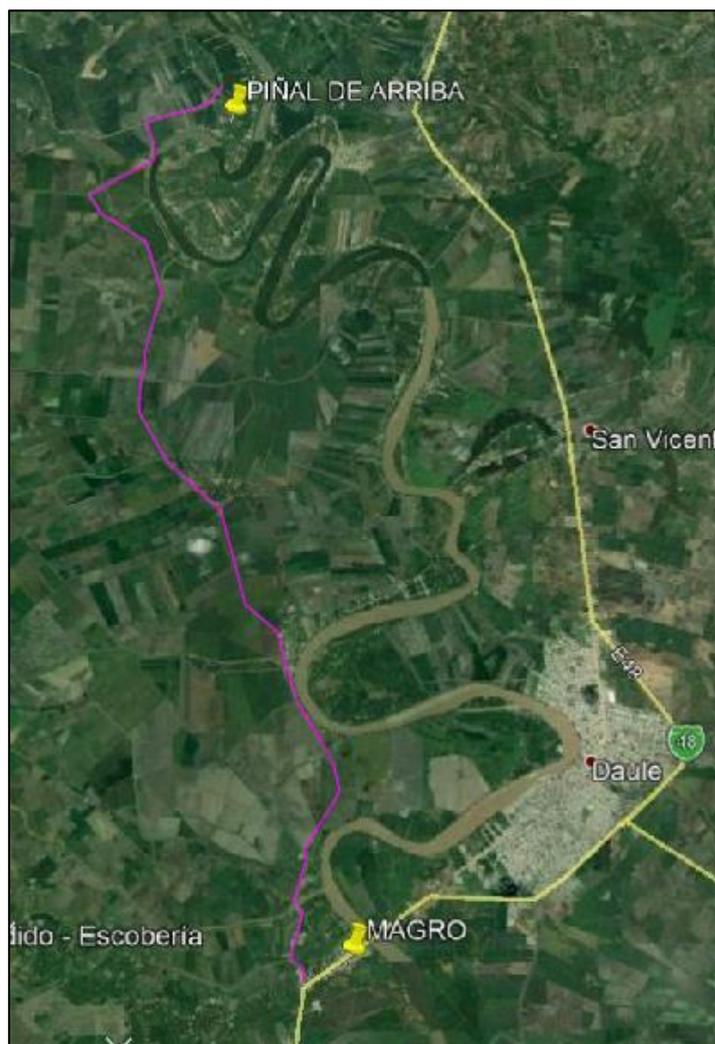


Ilustración 14.- Vía para llegar a Piñal de Arriba desde el Magro por la vía Daule.

Extraído de: (Google Earth, 2016). Fuente: (Autor, 2019)

### 3.2 Demografía del recinto Piñal de Arriba.

Se limitó el recinto de Piñal de Arriba, en base a las entrevistas realizadas al operador del sistema de la planta de tratamiento el Sr. Freddy Sarco y al líder de la comunidad el Sr. Leonidas Espinoza, ambos entrevistados disponen ese cargo hasta la actualidad.

Se consta con un censo poblacional realizado en el mes de julio del presente año, el cual, dio como resultado un total de 231 viviendas y un total de 780 personas. Cabe recalcar que este censo lo realizó la directora de la comunidad la Srta. Nury Espinoza.



*Ilustración 15.- Limitación del recinto Piñal de Arriba.*

Extraído de: (Google Earth,2016). Fuente: (Autor, 2019)

Posterior a la limitación se obtuvo un área total de 1,103.500 m<sup>2</sup> y un perímetro de 8,986 m. De la misma manera, se divide en 3 zonas de distribución de agua potable. La zona 1 cuenta con un área de 526,484 m<sup>2</sup> y un perímetro 3,439 m, mientras que la zona 2 cuenta con un área de 338,978 m<sup>2</sup> y un perímetro de 2,623 m, finalizando con la zona 3 que cuenta con un área de 238,038 m<sup>2</sup> y un perímetro de 2,924 m.



*Ilustración 16.- Limitación del recinto Piñal de Arriba, conforme a la distribución de agua.*

Extraído de: (Google Earth,2016). Fuente: (Autor, 2019)



“La Llanura Aluvial Reciente, ubicada en la parte central del cantón, se caracteriza por la presencia de relieves de origen deposicional. Se trata principalmente de niveles aluviales recientes con depósitos aluviales jóvenes transportados y depositados principalmente por la dinámica del río Daule, que atraviesa el cantón de norte a sur con un curso de aguas meandriformes y depositados de banco en sus orillas. Por la forma de su superficie se identifican la morfología de: Nivel plano, Nivel ligeramente ondulado, Nivel ondulado con presencia de agua, Dique o banco aluvial, Cauce abandonado, Meandro abandonado, Basin y Valla fluvial”.

Además, a través de la ilustración 17, el recinto está representada con la simbología D, el significado se describe en la siguiente tabla:

Tabla 1.- Descripción de la simbología obtenida en la ilustración 17, para el recinto Piñal de Arriba.

<b>FORMACIÓN GEOLÓGICA O SUPERFICIAL</b>	<b>FORMA DEL RELIEVE</b>		
	<b>Origen</b>	<b>Morfología</b>	<b>Morfometría</b>
Depósitos aluviales de textura variable (arcilla, limos y arenas no consolidados)	Deposicional	Dique o banco aluvial	Pend. Dominante 0-2% Desnivel relativo 0-5 m

Extraído de: (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Cantón Santa Lucía, 2014).

Uno de los relieves más representativos por su extensión e importancia comercial y agrícola en el cantón Santa Lucía es el nivel plano de Llanura Aluvial Reciente.

### 3.2.2 Geología

Al no contar con datos concretos del recinto, se extrae datos existentes provenientes del cantón Santa Lucía, debido a que, el recinto pertenece al sector. Entonces, el cantón Santa Lucía presenta 7 tipos de formaciones: Depósitos aluviales: Depósitos coluvio-aluviales, formación Pichilingue, Formación Balzar, Formación Borbón, Formación Onzole y Formación Piñón. El tipo de formación que más predomina son los depósitos aluviales.

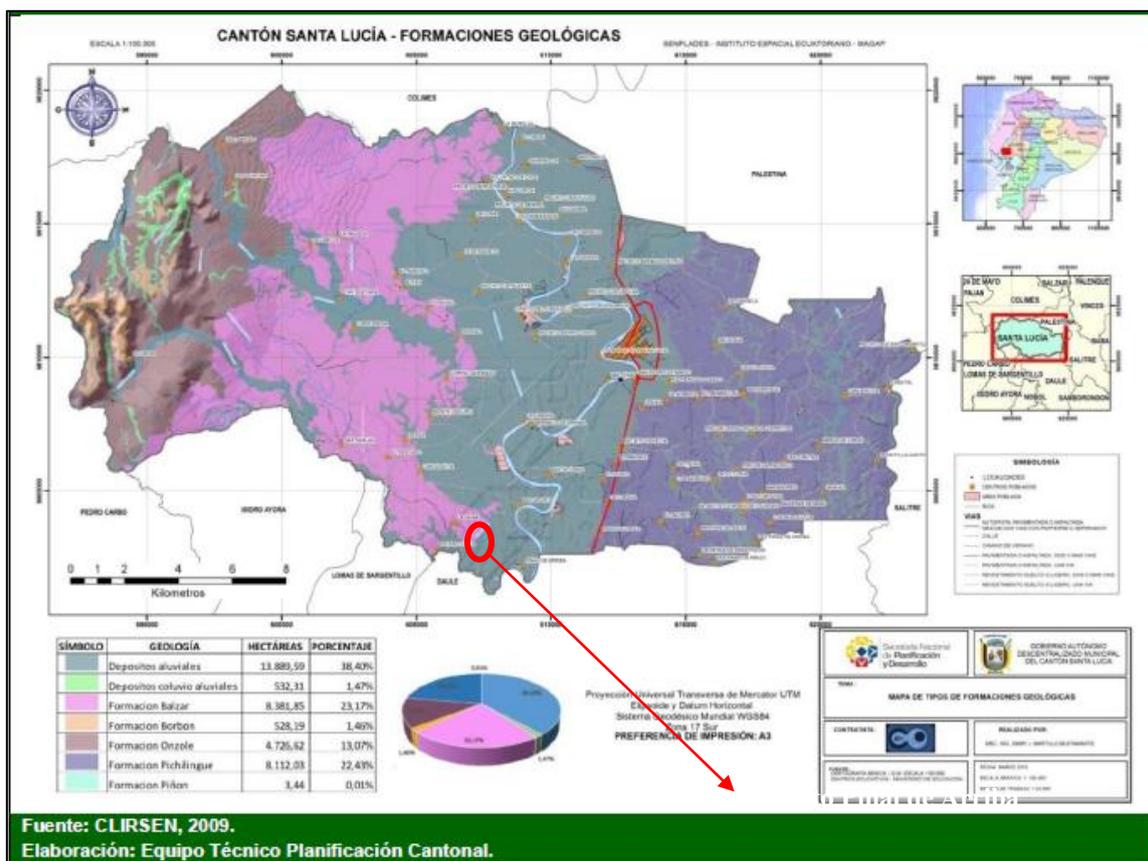


Ilustración 18.- Mapa de formaciones geológicas del cantón Santa Lucía.

Extraído de: (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Cantón Santa Lucía, 2014)

Según el mapa presentado en la ilustración 18, el recinto Piñal de Arriba, su geología es: Depósitos aluviales. Acorde a (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Cantón Santa Lucía, 2014):

“Los depósitos aluviales son depósitos cuaternarios compuestos generalmente de arcillas, limos y arenas acarreados por cuerpos aluviales”.

### 3.2.3 Clima

Al no disponer datos concretos del recinto, se procede a extraerlos de datos existentes provenientes del cantón Santa Lucía, ya que este recinto pertenece al sector. Entonces, en el cantón existen dos climas: Tropical Megatérmico Seco que cubre un 6% y el Tropical Megatérmico Semi-Húmedo que constituye el 96% del territorio cantonal.

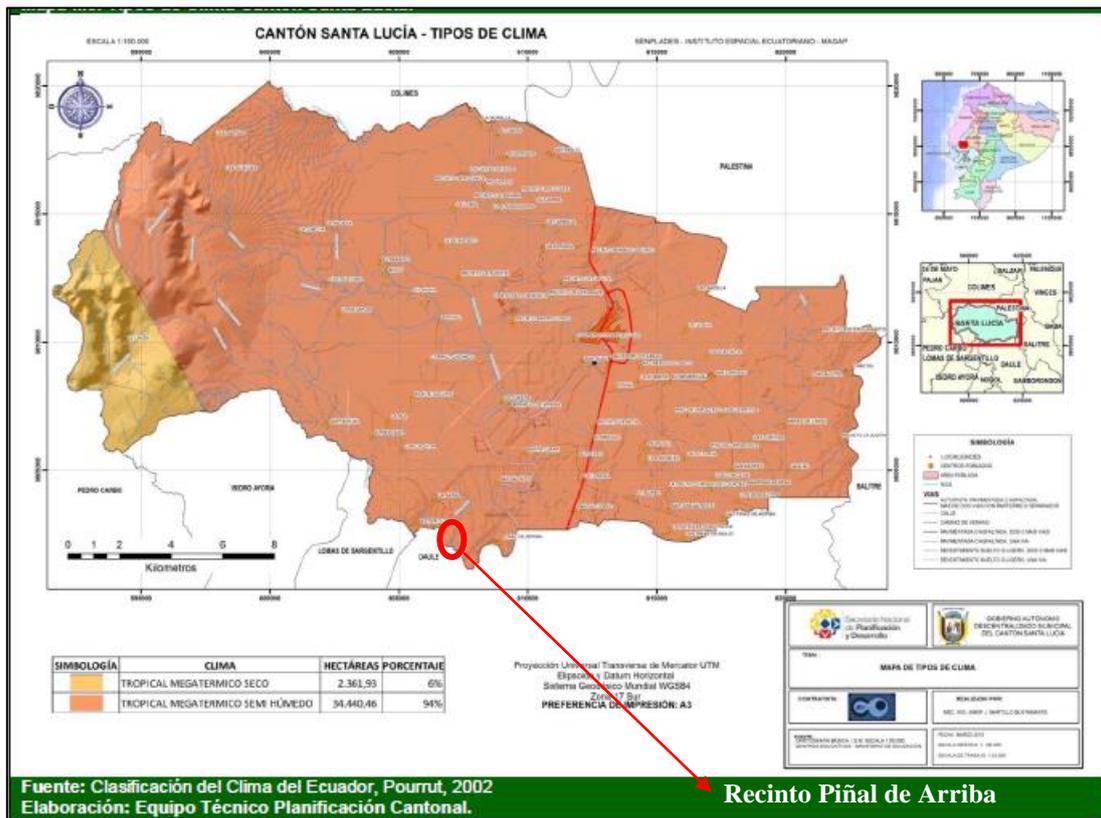


Ilustración 19.- Mapa de tipos de clima del cantón Santa Lucía.

Extraído de: (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Cantón Santa Lucía, 2014)

Según el mapa presentado en la ilustración 19, el recinto Piñal de Arriba, su clima es: Tropical Megatérmico semi húmedo. Acorde a (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Cantón Santa Lucía, 2014):

“El clima tropical Megatérmico semi húmedo, es un clima muy caluroso, posee una estación seca (junio a noviembre), y la lluvia total anual está entre 1000 y 2000 mm. Temperatura promedio 25 °C”

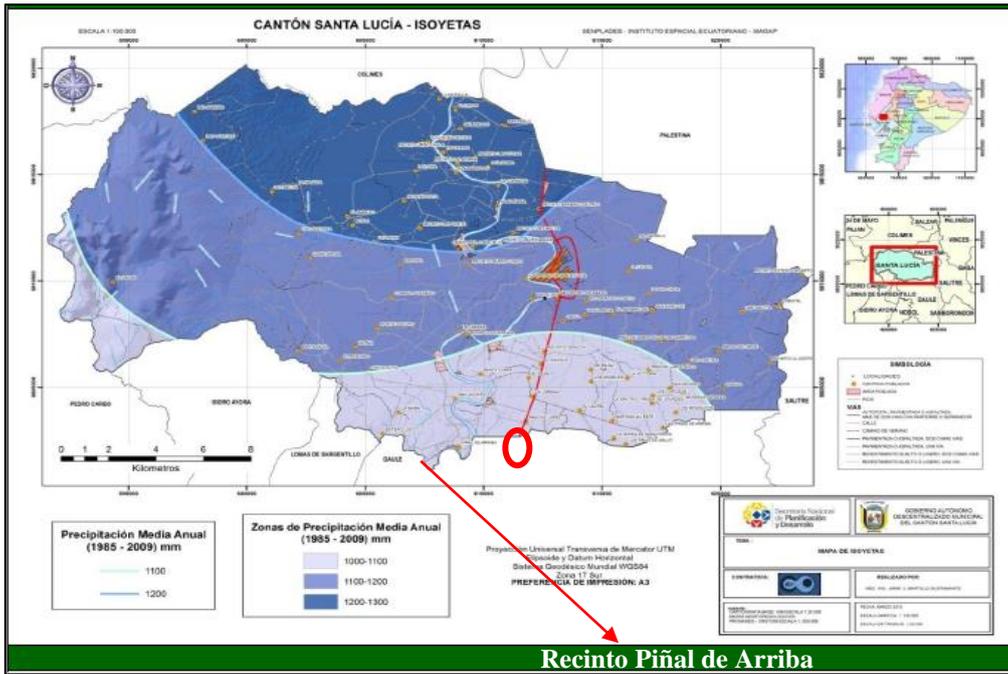


Ilustración 20.- Mapa de isoyetas del cantón Santa Lucía.

Extraído de: (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Cantón Santa Lucía, 2014)

Según el mapa de isoyetas (líneas de igual precipitación) de la ilustración 20, el recinto Piñal de Arriba presenta una precipitación media anual (1985 - 2009) de 1000 – 1100 mm. Así mismo si se observa el mapa de isotermas de la ilustración 21, el cantón presenta temperaturas entre 25 a 26 °C.

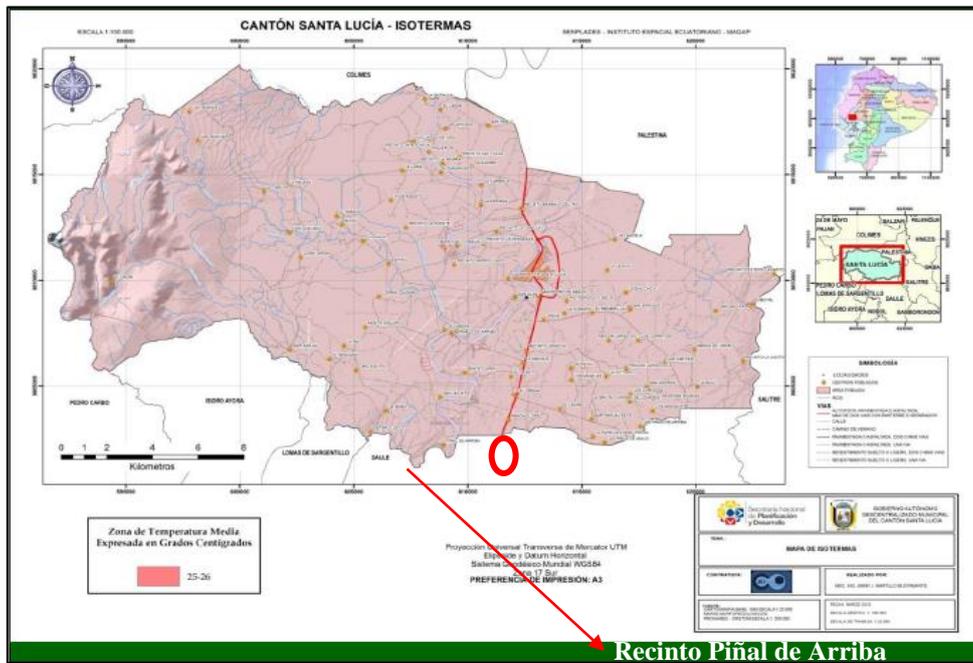


Ilustración 21.- Mapa de isotermas del Cantón Santa Lucía.

Extraído de: (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Cantón Santa Lucía, 2014)

### 3.4 Situación socioeconómica y de salud del recinto Piñal de Arriba.

Para conocer la situación económica y salud del recinto Piñal de Arriba, se basó, a través de una encuesta mixta realizada por el autor. Sin embargo, no todos los encuestados quisieron responder las preguntas de cuestiones económicas planteadas. Por ende, se procedió a obtener un rango mensual económico de los habitantes de Piñal de Arriba (Ver tabla# 38).

Así mismo, se obtuvo un resultado general con respecto a la salud de los habitantes de Piñal de Arriba, la principal enfermedad que presentan es dolor de huesos, de ahí presentan síntomas comunes en personas de edad avanzada como la hipertensión, diabetes, entre otros (Ver tabla# 67).

Disponen de centro de salud en el recinto, denominada “Centro de Salud TIPO A – Piñal de Arriba”, tal como se puede observar en la siguiente imagen:



*Ilustración 22.- Centro de Salud de Piñal de Arriba.*

Fuente: (Autor, 2019)

### 3.5 Infraestructura vial y transporte del recinto Piñal de Arriba.

La infraestructura vial que parte desde Magro hasta Piñal de Arriba, la av. principal está totalmente asfaltada, sin embargo, existen tramos cortos de la vía con abultamientos y hundimientos. Durante el ingreso al recinto de Piñal de Arriba y dirigiéndose a la planta de tratamiento de agua presenta una vía de tierra, donde para reducir velocidad a los vehículos utilizan trozos de las llantas o a su vez un cabo largo. No obstante, se puede transitar con los vehículos.

Además, como medio de transporte utilizan las motos y camionetas, usualmente pagan entre \$0.5 – 1.50 dólares americano (Ver tabla# 37) para movilización desde Piñal de Arriba hacia la av. principal que es vía a Daule. La razón para que paguen este tipo de servicio, se debe a que, el transporte público hacia ese recinto es escaso, o pasa eventualmente.



*Ilustración 23.- Infraestructura vial Magro - Piñal de Arriba. Daño: Abultamientos y hundimientos.*

Fuente: (Autor, 2019)

### 3.6 Recurso Hídrico del recinto Piñal de Arriba.

Al no disponer datos concretos del recinto, se procede a extraerlos de datos existentes provenientes del cantón Santa Lucía, ya que este recinto pertenece al sector. Entonces, el cantón Santa Lucía cuenta con redes hídricas naturales formada por los ríos Daule, Pula y una red de drenajes menores, se encuentra dentro del sistema hidrográfico de la subcuenca del río Daule.

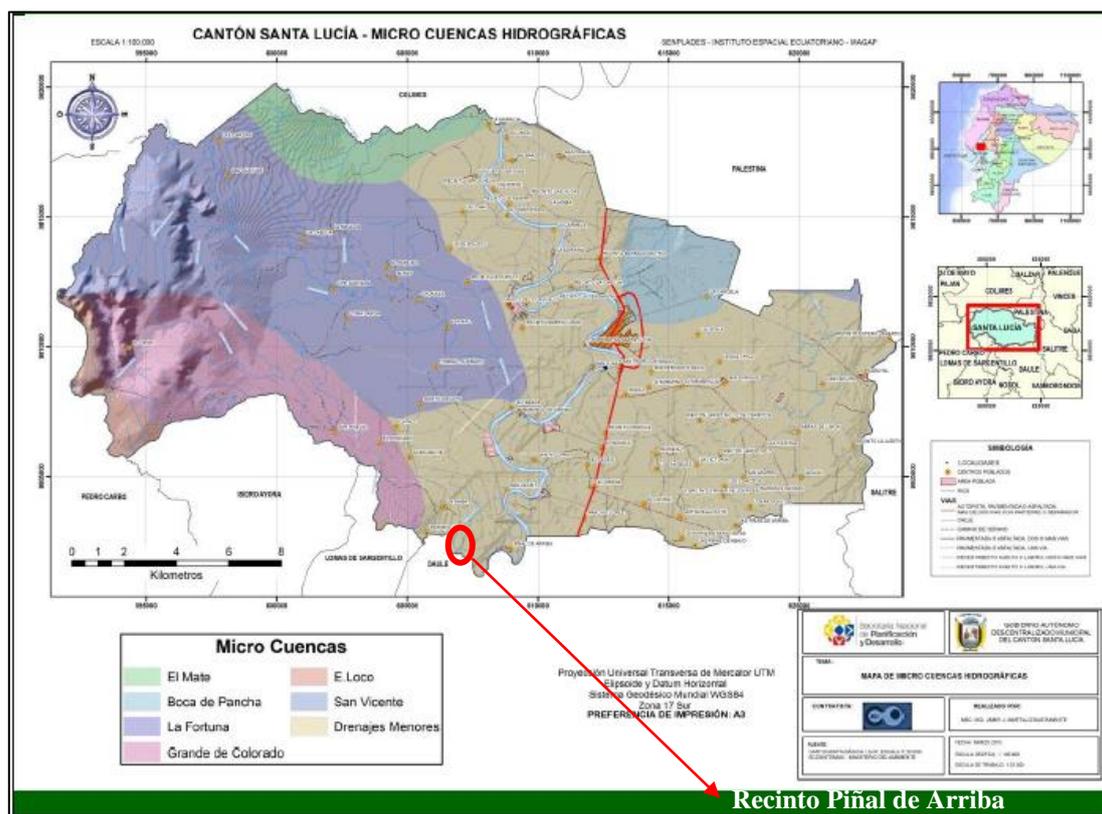


Ilustración 24.- Mapa de microcuencas del cantón Santa Lucía.

Extraído de:(Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Cantón Santa Lucía, 2014)

Y acorde a la ilustración 24, el recinto presenta drenajes menores, sin embargo, a lo observado durante las visitas, el recinto se abastece directamente del río Daule y es la que disponen como principal fuente hídrica.

### **3.7 Alcantarillado Sanitario y manejo de desechos**

El recinto de Piñal de Arriba no consta con un sistema de alcantarillado sanitario, para su manejo de desechos lo realizan por medio de un pozo séptico u otro medio (Ver tabla# 33).

A su vez, constan con un servicio público como es el carro recolector de basura que cubre el 100% de la población.

Y acorde a los moradores del recinto, el carro recolector de basura lo realiza todos los miércoles o jueves por semana (Ver tabla# 32).

## CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO EN EL RECINTO DE PIÑAL DE ARRIBA

### 4.1 Planta de tratamiento de agua potable.



*Ilustración 25.- Vista General del sistema de potabilización del recinto Piñal de Arriba.*



*Ilustración 26.- Ubicación de la planta de potabilización.*

Fuente: (Autor, 2019)

La planta de potabilización tiene 8 años de operación, se encuentra en la zona 17 N, en las siguientes coordenadas:

*Tabla 2.- Coordenadas UTM de la planta de potabilización Piñal de Arriba.*

Al este:	<b>609169.35 m E</b>
Al norte:	<b>9803304.28 m S</b>

#### 4.1.1 Fuentes de abastecimiento de agua.



*Ilustración 27.- Río Daule.*

Fuente: (Autor, 2019)

La principal red hidrográfica es el río Daule, abastece del líquido vital a lo largo del cauce. Los niveles y velocidades del agua en los ríos referidos son bajas o nulas en verano, pero en invierno adquieren grandes proporciones.

#### 4.1.2 Captación de agua.



*Ilustración 28.- Sistema de captación del agua.*

Fuente: (Autor, 2019)

El agua que utilizan para la potabilización es superficial proveniente del río Daule. El sistema de captación es directo. Acorde al operador de la planta de tratamiento la tubería de captación se encuentra enterrada a 1.5 m por debajo de la superficie y en el río se encuentra a 3 m de profundidad, su material es de PVC con un diámetro de 2.5” (63 mm) y una longitud de 26 m. Dispone de dos estaciones de bombeo, la primera estación consta de la bomba centrífuga# 1 que capta el agua del río a 2 lt/s y envía el agua hacia la planta de tratamiento.



*Ilustración 29.-* Primera estación de bombeo. Función: Captar y enviar el agua del río Daule hacia la planta de potabilización.

Fuente: (Autor, 2019)

Y la segunda estación de bombeo, capta el agua proveniente de las redes, la almacena en otro reservorio y por medio de la bomba centrífuga# 2 continúa repartiendo el agua al recinto de Piñal de Arriba.



Ilustración 30.- Segunda estación de bombeo. Función: Captar y enviar agua del reservorio hacia el sector faltante de Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

Las características de la bomba centrífuga# 1 y 2 son las siguientes:

Tabla 3.- Características de la bomba que se encuentra en la estación de bombeo.

<b>Modelo</b>	SAER
<b>Voltaje</b>	220
<b>HZ</b>	60
<b>HP</b>	3
<b>KW</b>	2.2

Considerando la función de ambas bombas se la cataloga como bomba centrífuga. Debido a, “Las bombas centrífugas mueven un cierto volumen de líquido entre dos niveles; son maquinas hidráulicas que transforman un trabajo mecánico en otro tipo hidráulico” (Díez, 2015). Considerando las partes características de la bomba centrífuga son: una tubería de aspiración, un impulsor o rodete, un difusor y una tubería de impulsión.



*Ilustración 31.- Bomba# 1 de la primera estación de bombeo marca SAER.*

Fuente: (Autor, 2019)

#### 4.1.3 Líneas de conducción.

La línea de conducción dispone de una sola tubería con un diámetro de 63 mm (2.5”) se encuentra a 1m de profundidad enterrada y conecta directamente a la planta potabilizadora, cuenta con 8 años de operación y no se le ha realizado cambio alguno hasta ahora.



*Ilustración 32.- Tubería de conducción.*

Fuente: (Autor, 2019)

Posterior, el agua atraviesa por una serie de tubos en forma de U de manera horizontal, en esta serie de tubos se va añadiendo el coagulante de sulfato de aluminio con su respectiva dosis y se realiza el proceso de mezclado. A medida que va circulando el agua captada directamente del río a través de esta serie de tubos, se deposita en el tanque. El material, es diferente al de la línea de captación, es de acero inoxidable con un diámetro de 63 mm (2.5”).



Tuberías de acero inoxidable, en forma de U horizontal

Zona por donde añaden el coagulante (Sulfato de aluminio)

*Ilustración 33.-* Línea de conducción, tubería de acero inoxidable y zona de aplicación del coagulante.

Fuente: (Autor, 2019)

#### 4.1.4 Sistema de tratamiento para potabilización del agua.



*Ilustración 34.-* Vista frontal del sistema de tratamiento para potabilización del agua.

Fuente: (Autor, 2019)

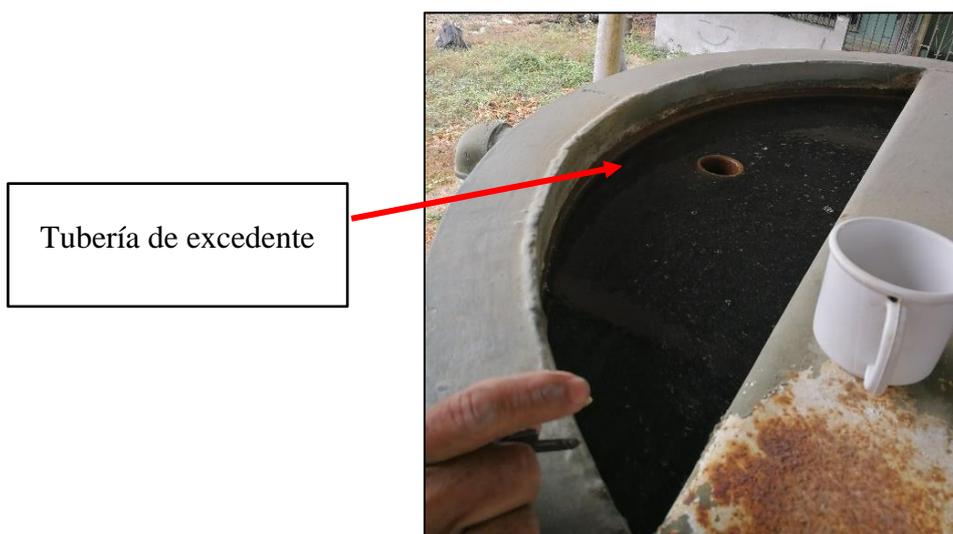
La planta de potabilización cuenta con el siguiente sistema:

- a. Tanque receptor del agua proveniente de la línea de conducción (Coagulación-floculación). Presenta una tubería para eliminar el exceso de agua en caso de que rebose en el tanque. El material del tanque es de acero, y con el transcurso de los años comienza a observarse oxidación en su exterior tal como se muestra en la ilustración 35



*Ilustración 35.- Tanque receptor del agua proveniente de la línea de conducción.*

Fuente: (Autor, 2019)



*Ilustración 36.- Tubería de excedente del tanque de coagulación-floculación.*

Fuente: (Autor, 2019)

Así mismo, este tanque presenta una tubería en zona inferior, para eliminar sedimentos que quedan reposando en el fondo. Tal como se muestra en la siguiente imagen:

Tubería para eliminar sedimentos que reposan en el fondo del tanque.



*Ilustración 37.-* Tubería para eliminar sedimentos que están reposando al fondo del reservorio.

Fuente: (Autor, 2019)

Además, que en el mismo reservorio añaden el cloro manualmente, y el coagulante ya viene mezclado previamente. Ambos químicos se añaden por dosificación, con máquinas dosificadoras que se muestran a continuación:



*Ilustración 38.-* Reguladores de dosificación para el sulfato de aluminio y el cloro.

Fuente: (Autor, 2019)

En la ilustración 38 en el lado izquierdo se muestra el dosificador de cloro y en una entrevista realizada al operador de la planta menciona que no se encuentra en operación, debido a que, está dañado. Por ende, coloca de forma manual y directa al tanque de coagulación la dosificación de  $100 \text{ cm}^3$  por hora.

En el lado derecho de la ilustración 38 se encuentra el dosificador de sulfato de aluminio, se encuentra en continua operación, no ha presentado defecto alguno hasta la actualidad. Previo a estos dosificadores, el sulfato de aluminio se lo mezcla de manera manual en un tanque de PVC común tal como se muestra en la ilustración 39, y por medio de una manguera color azul pasan esa mezcla a las tuberías de conducción antes mencionada, de la misma manera el cloro se lo añade a un tanque de PVC común y es trasladada a la tubería de conducción.



*Ilustración 39.- Mezcla manual del sulfato de aluminio en tanque de PVC común.*

Fuente: (Autor, 2019)

b. Tanque sedimentador.



Tanque  
sedimentador

*Ilustración 40.- Tanque sedimentador.*

Fuente: (Autor, 2019)

El tanque sedimentador tiene forma de cono invertido, dispone de 3 tuberías, la primera tubería sirve para trasladar el agua libre de sedimentos hacia los filtros, la segunda y tercera tubería sirven para eliminar los sedimentos del agua y trasladarla hacia otra tubería que se encarga de llevar estos residuos hacia el río. La segunda tubería se encuentra junto con la primera tubería que traslada el agua libre de sedimentos y la tercera tubería se encuentra en la parte inferior del tanque presenta una llave de cierre. El material del tanque sedimentador es de acero, este no presenta oxidación en su exterior.



Ilustración 41.- Primera tubería y segunda tubería del tanque sedimentador.

Fuente: (Autor, 2019)

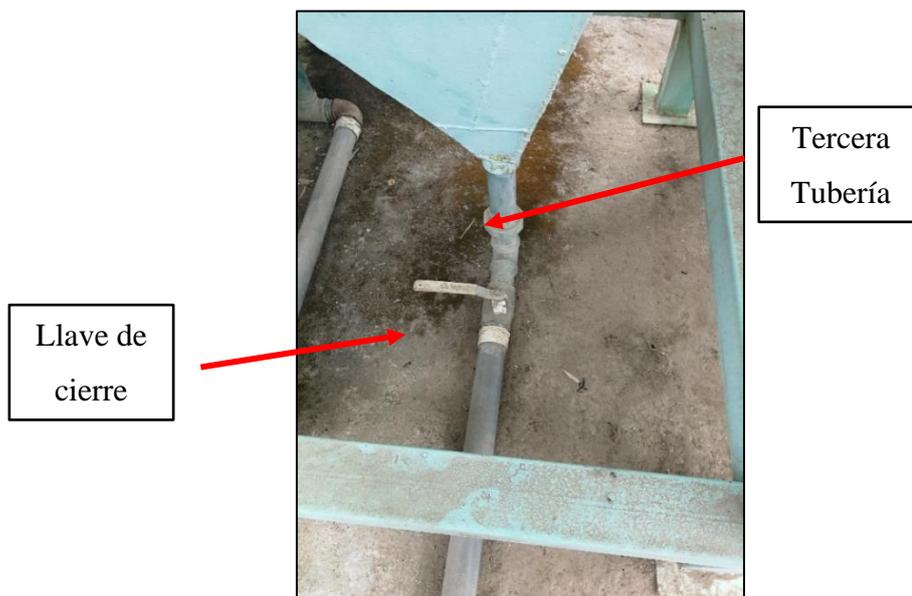


Ilustración 42.- Tercera tubería del tanque sedimentador.

Tomado por (Autor, 2019)

Presenta un sistema que aplica láminas de zinc para facilitar el proceso de sedimentación. El operador de la planta menciona que se realiza mantenimiento dependiendo de la estación climática que se encuentre, es decir, en verano le realiza mantenimiento cada 8 días y en invierno le realiza mantenimiento cada 4 días a las láminas de zinc y no se ha realizado algún cambio hasta ahora.



*Ilustración 43.- Láminas de zinc en reservorio filtrante.*

Fuente: (Autor, 2019)

Y a los costados del tanque sedimentador presenta canales que trasladan el agua libre de sedimentos, tal como se muestra en la siguiente figura:



*Ilustración 44.- Traslado del agua a través de canales extremos que presenta el tanque sedimentador.*

Fuente: (Autor, 2019)

c. Bomba centrífuga# 3 del sistema de potabilización.

Luego de los tanques de coagulación-floculación y sedimentación, el agua pasa por una tubería de 63 mm (2,5") a una bomba centrífuga, con una válvula y un manómetro para medir la presión con la que se envía el agua hacia los tanques filtro (Ver ilustración# 47), de los filtros se envía el agua al reservorio de almacenamiento bajo.



Ilustración 45.- Bomba centrífuga# 3 del sistema de potabilización de agua, con presencia de válvula y manómetro.

Fuente: (Autor, 2019)

Las características de la bomba centrífuga# 3 son las siguientes:

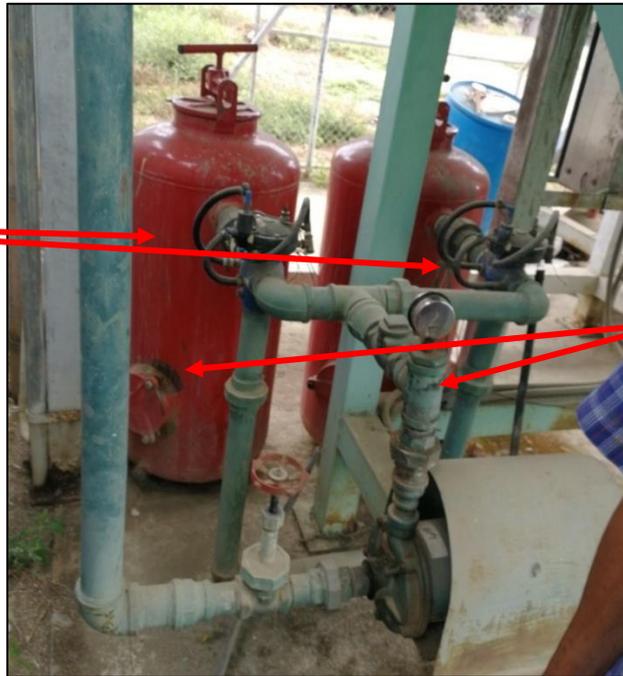
Tabla 4.- Características de la bomba que se encuentra en el sistema de potabilización del agua.

Modelo	SAER
V	220
HZ	60
HP	3
KW	2.2

Posterior a la bomba, el agua pasa a un sistema regulador perteneciente a los tanques filtro (Ver ilustración# 46), el cual, limita el paso de más sedimentos, los acumula y luego los expulsa por unas tuberías de diámetro menor hacia la tubería encargada de expulsar los sedimentos obtenidos durante el proceso de tratamiento hacía el río Daule.

Una vez realizada la acción de expulsión de sedimentos, el agua pasa a los tanques filtros que se encargaran de enviar el agua por medio de tuberías que se conectan y hacen una sola línea hacia el reservorio de almacenamiento bajo.

Sistema regulador, posterior a los filtros



Tuberías que expulsan sedimento

Ilustración 46.- Esquema del sistema posterior a los tanques de filtros.

Fuente: (Autor, 2019)



Tuberías que se dirigen al reservorio de almacenamiento

Ilustración 47.- Tanques filtro.

Fuente: (Autor, 2019)



Línea de tubería que conecta las 2 tuberías provenientes de los tanques filtro

Ilustración 48.- Línea de tubería que se dirige hacia el reservorio.

Fuente: (Autor, 2019)

En la ilustración 48 se observa la línea que conecta las 2 tuberías proveniente de los tanques filtros. Esta línea presenta 3 llaves el cual están encargadas de regular el paso del agua, es decir, el cierre y abertura de esta. A su vez presentan un manómetro para medir la presión en que se envía el agua hacia el reservorio de almacenamiento bajo.



Ilustración 49.- Presencia de manómetro en la línea de conducción que se dirige hacia el primer reservorio de almacenamiento bajo.

Fuente: (Autor, 2019)

d. Reservorios de almacenamiento bajo.

Cuenta con dos reservorios bajo, ambos separados con una distancia de 1.152 m medido en línea recta. El primer reservorio se encuentra en la planta potabilizadora y almacena el agua proveniente de los tanques filtros (Ver ilustración# 49), tiene una capacidad de 41.97 m<sup>3</sup>, su geometría es 3.06 m de ancho, 2.70 m de profundidad y 5.08 m de largo. Se observa que en el exterior del reservorio tiene desmoronamiento de la capa de pintura, presenta leves grietas en

la zona inferior del reservorio y ambos reservorios tienen una tapa metálica con presencia de oxidación y deterioro.

El segundo reservorio se encuentra en la segunda estación de bombeo (Ver ilustración# 50) tiene una capacidad de 15.3 m<sup>3</sup>, su geometría es 3.06 m de ancho, 1 m de profundidad y 5 de largo. Se observa que en el exterior del reservorio no dispone de desmoronamiento y como medio de sellado tiene una tapa metálica con presencia de oxidación y deterioro.



*Ilustración 50.- Medición y vista exterior del primer reservorio de almacenamiento bajo.*

Fuente: (Autor, 2019)



*Ilustración 51.- Segundo reservorio de almacenamiento bajo.*

Fuente: (Autor, 2019)

e. Bomba centrífuga# 4 del sistema de potabilización.



*Ilustración 52.* - Bomba centrífuga# 4 que impulsa el agua del reservorio hacia los tanques elevados.

Fuente: (Autor, 2019)

Presenta las mismas características que las bombas# 1, 2 y 3 ya mencionadas. Hay que recalcar que a partir de esta bomba nace la tubería que se encarga de llevar el agua a los reservorios de almacenamientos elevados.

#### 4.1.5 Químicos para potabilización de agua.

Para la potabilización del agua utilizan los siguientes químicos:

a. Sulfato de aluminio.

Acorde al operador de la planta menciona que este coagulante (Ver ilustración# 51) lo compra por saco y en temporada de invierno le añade 40 kg, mientras que en temporada de verano añade 25 kg. Y añade un saco a un taque de plástico de 150 litros, cuando el operador observa que se está agotando le vuelve añadir un segundo saco, alega que dura entre 1 a 3 días 1 saco



Ilustración 53.- Saco de sulfato de aluminio implementado en la planta de potabilización.

Fuente: (Autor, 2019)

Acorde a (Barrenechea, 2004), el sulfato de aluminio presenta las siguientes ventajas y desventajas:

Tabla 5.- Sulfato de aluminio características.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es el coagulante más usado, y domina el mercado.</li> <li>• Bajo costo.</li> <li>• Manejo sencillo por parte del personal, puesto que no requiere de cuidados especiales para su uso.</li> <li>• No se modifica químicamente en el tiempo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si no se controla adecuadamente la dosificación, la concentración de aluminio residual puede exceder los límites máximos permisibles establecidos para la calidad del agua potable (0,2 mg/l).</li> <li>• Dependiendo de las características del agua cruda, puede disminuir su eficiencia, por lo que requiere de un ayudante de coagulación, lo que implica un mayor costo.</li> </ul>

Además según (ICONTEC, 2004) el contenido de aluminio que debe tener una agua potable es de 0.2 mg/l (Ver Anexo 6).

b. Cloro como desinfección.

Acorde al operador de la planta menciona que actualmente se le está colocando 100 cm<sup>3</sup> de manera manual cada hora por daño en el dosificador.

La dosificación de los componentes químicos (Sulfato de aluminio y cloro) el operador de la planta lo realiza de forma mecánica mas no de forma técnica. Y dentro del periodo de 8 años no se ha actualizado la dosificación de ambos componentes.

#### 4.1.6 Diagnóstico de la torre y tanques elevados existentes.



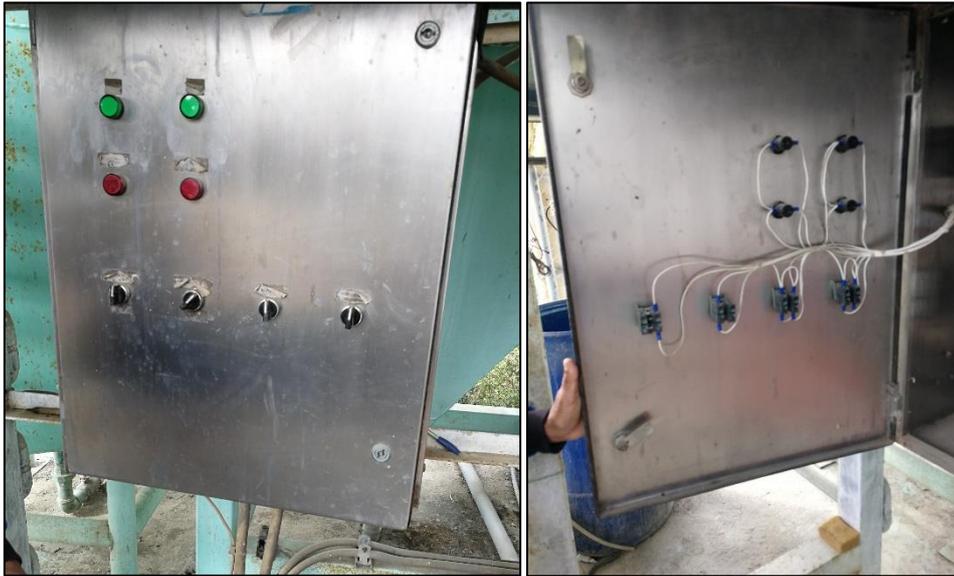
*Ilustración 54.- Torre metálica, donde están asentado los tanques elevados.*

Fuente: (Autor, 2019)

Actualmente consta de una torre metálica con una altura de 15 m con su respectiva escalera metálica a un costado y medida de seguridad, a simple vista se encuentra en buenas condiciones, sin embargo, presenta corrosión en ciertos sectores. El operador de la planta menciona que se necesita quitar la corrosión y comprar pintura anticorrosiva, para preservarla de mejor manera.

Además, sobre la torre metálica reposan 5 tanques elevados que almacenan el agua proveniente del reservorio de almacenamiento bajo de la planta potabilizadora, el conjunto de tanques tiene la capacidad de almacenar  $5\text{m}^3$ , también se pudo observar que se encuentran en buena condición, sin embargo, se debe recalcar que son tanques comunes, es decir, no presentan una marca en específico. El operador de la planta comenta que los tanques elevados en temporada de verano se llegan a comportar de forma plástica, es decir, flexibilidad producto a la exposición directa del sol.

#### 4.1.7 Sistema eléctrico de la planta potabilizadora.



*Ilustración 55.- Sistema eléctrico de la planta potabilizadora.*

Fuente: (Autor, 2019)

La planta potabilizadora presenta un sistema eléctrico que permite operar las funciones de potabilización. Actualmente se encuentra en funcionamiento, no ha presentado problema alguno, se observa desgastes en las letras y en sus manijas y botones de operación (Ver ilustración# 55). Presenta un conjunto de breques que se encuentran en buenas condiciones y operando normalmente. (Ver ilustración# 56)



*Ilustración 56.- Conjunto de breques del sistema eléctrico de la planta potabilizadora.*

Fuente: (Autor, 2019)

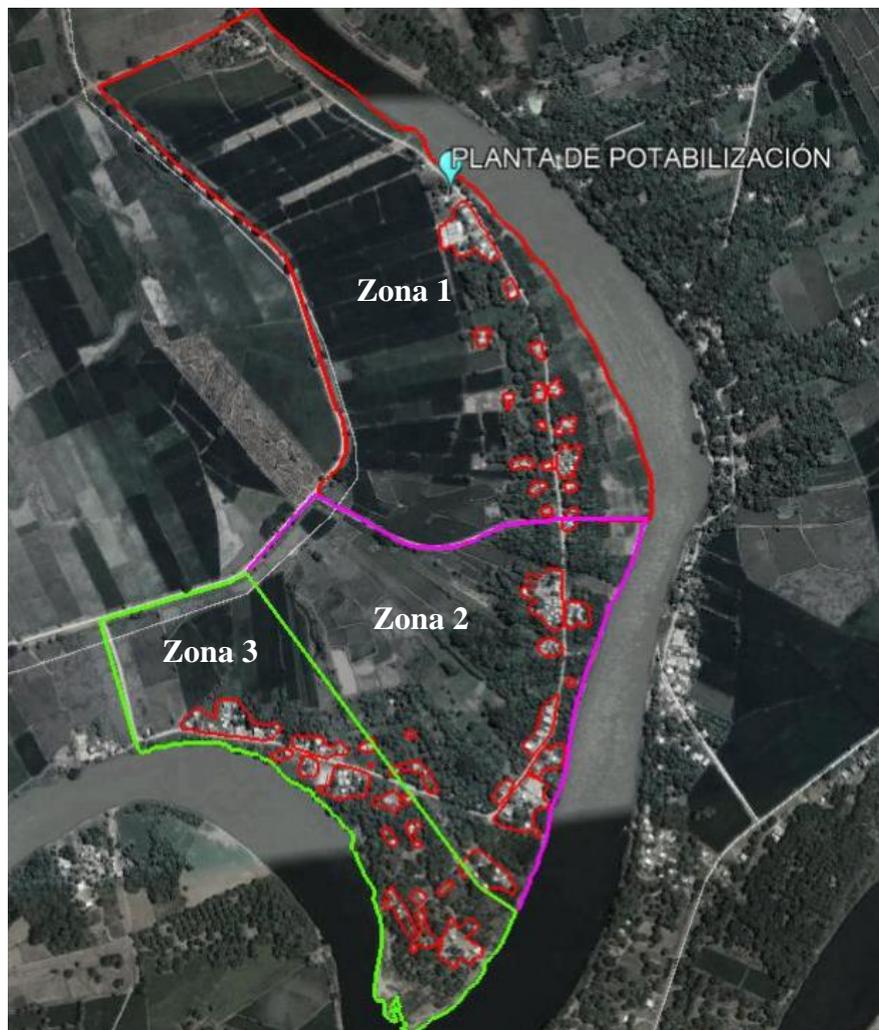
## 4.2 Red de distribución de agua potable.

### 4.2.1 Topología de la red.

Actualmente, el recinto de Piñal de Arriba no cuenta con un trazado de red ya sea en un plano físico o en AutoCAD u alguna otra herramienta que permita conocer las ubicaciones de las tuberías que presenta la red.

### 4.2.2 Cobertura de agua potable.

A continuación, se muestra por áreas las viviendas que se abastecen de agua potable por medio de la red de distribución en las 3 zonas que está dividido el recinto de Piñal de Arriba.



*Ilustración 57.- Cobertura del agua en el recinto Piñal de Arriba.*

Extraído de: (Google Earth, 2016). Fuente: (Autor, 2019)

#### 4.2.3 Diagnóstico de la red.

El sistema de red de distribución lleva 8 años de funcionamiento, presenta solo redes secundarias con 2 diámetros de tubería (50 mm y 63 mm), actualmente no se le ha hecho mantenimiento, únicamente ha existido tramos que han sido cambiados producto de algún daño en la tubería de la red como se muestra en la siguiente ilustración:



*Ilustración 58.- Rotura de tubería de la red secundaria del recinto Piñal de Arriba.*

Fuente: (Autor, 2019)

Además, la línea que conecta a la red de distribución presenta fugas de agua, tal como se muestra en la siguiente ilustración.



*Ilustración 59.- Fuga de agua en la planta de tratamiento de Piñal de Arriba.*

Fuente: (Autor, 2019)

Por último, acorde al operador de la planta, la red de distribución solo fue diseñada para una población menor a 100 habitantes, por ende, se tuvieron que hacer extensiones de redes, alterando las presiones del agua que llega a cada una de las viviendas.

#### 4.2.4 Conexiones domiciliarias.

Actualmente los moradores del recinto Piñal de Arriba, cuentan con conexiones domiciliarias con tuberías de PVC con un diámetro de ½” que les sirve para captar el agua proveniente de la red de distribución y no constan de medidores de agua potable en sus viviendas.

## CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1 Evaluación del Sistema de Abastecimiento de agua potable.

#### 5.1.1 Planta de tratamiento de agua potable.

##### a. Proyección poblacional para Piñal de Arriba.

El recinto Piñal de Arriba dispone de un censo con una población de 780 habitantes realizado por la directora de comunidad en el mes de julio del 2019 (Ver Anexo 7). A partir de este censo, se procedió a realizar el cálculo poblacional a un periodo de 30 años por medio del método poblacional geométrico. Se seleccionó una tasa de crecimiento del 1.75% tal y como menciona el INEC 2010 para el cantón de Santa Lucía, área rural.

Tabla 6.- Consideraciones para el cálculo de la proyección poblacional para Piñal de Arriba acorde a la norma CPE INEN 5 PARTE 9-1: 1992.

<b>Datos generales</b>	
<i>Tasa de crecimiento promedio (%)</i>	1,75
<i>Año proyectado</i>	30
<i>Proyeccion inicial</i>	2020
<i>Proyeccion final</i>	2050



Ilustración 60.- Proyección poblacional del recinto Piñal de Arriba a un periodo de 30 años.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la gráfica se observa que existe un incremento de 542 personas durante el año 2020 al año 2050 donde para este periodo se estima que tendrá una población de 1336 habitantes.

b. Evaluación de caudales.

Tabla 7.- Consideraciones para el cálculo de caudales para Piñal de Arriba acorde a la norma CPE INEN - 1992.

Datos generales		
Dotación	100	lt/hab/días
Kmax_diario	1,3	
Kmax_horario	2	

Tabla 8.- Caudales para las poblaciones proyectadas.

AÑO	POBLACIÓN	DOT (l/hab-d)	Qmed_d (l/s)	Qmax_d (l/s)	Qdiseño (l/s)
2019	780	100	0,90	1,17	1,29
2020	794	100	0,92	1,19	1,31
2025	866	100	1,00	1,30	1,43
2030	944	100	1,09	1,42	1,56
2035	1030	100	1,19	1,55	1,70
2040	1123	100	1,30	1,69	1,86
2045	1225	100	1,42	1,84	2,03
2050	1336	100	1,55	2,01	2,21

Fuente: (Autor, 2019)

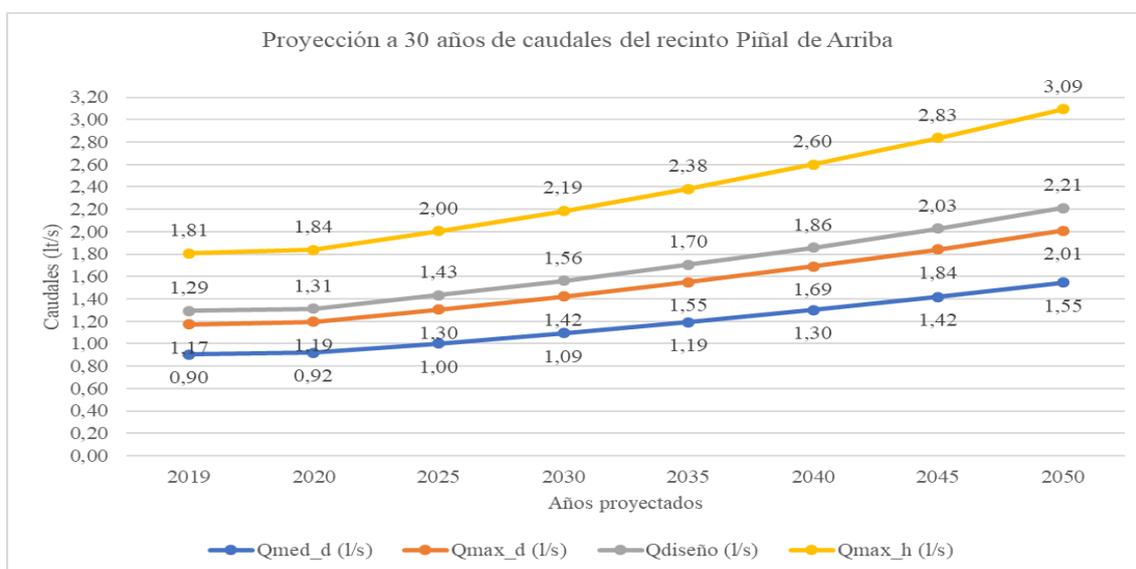


Ilustración 61.- Caudales medio, máximo y de diseño, para el periodo de diseño.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración #61 se observa que para el año 2020 la planta va a requerir un caudal de 1.291 lt/s y así abastecer a la población, actualmente produce un caudal de 2 lt/s, por ende, no debería existir problema alguno para distribuir el agua. Además de acotar que los cálculos posteriores para la población actual se analizarán con el caudal de 2 lt/s que produce actualmente la planta.

- ✓ Para el año 2050 va a requerir un caudal de 2.210 lt/s para abastecer a la población, por consiguiente, se debería plantear un análisis y diseño para una nueva planta potabilizadora o ampliación de esta y así distribuir el agua normalmente. Este análisis toma en consideración que la planta de tratamiento opera las 24 horas.

c. Dimensionamiento de tanques superficiales y elevados para agua potable.

- Método analítico.

Tabla 9.- Consideraciones para la realización del método analítico en la zona 1 y zona 2 (Población Actual).

<i>Datos generales</i>	
Qmed_d (l/s)	1,3
Qmed_d (m3/h)	4,68
Qentrada (horas)	17
Qsalida (horas)	12

Tabla 10.- Método analítico para la zona 1 y zona 2 considerando la población actual del recinto.

<i>Horas</i>	<i>Qentrada (m3/h)</i>	<i>Qsalida (m3/h)</i>	<i>Diferencia</i>	<i>Diferencia Acumulada</i>
0 -- 1	0	0	0	0
1 -- 2	0	0	0	0
2 -- 3	0	0	0	0
3 -- 4	0	0	0	0
4 -- 5	0	0	0	0
5 -- 6	0	0	0	0
6-- 7	3,30	4,68	-1,38	-1,38
7-- 8	3,30	4,68	-1,38	-2,75
8 -- 9	3,30	4,68	-1,38	-4,13
9 -- 10	3,30	4,68	-1,38	-5,51
10 -- 11	3,30	4,68	-1,38	-6,88
11 -- 12	3,30	4,68	-1,38	-8,26
12 -- 13	3,30	4,68	-1,38	-9,64
13 -- 14	3,30	4,68	-1,38	-11,01
14 -- 15	3,30	4,68	-1,38	-12,39
15 -- 16	3,30	4,68	-1,38	-13,76
16 -- 17	3,30	4,68	-1,38	-15,14
17 -- 18	3,30	4,68	-1,38	-16,52
18 -- 19	3,30	0	3,30	-13,21
19 -- 20	3,30	0	3,30	-9,91
20 -- 21	3,30	0	3,30	-6,61
21 -- 22	3,30	0	3,30	-3,30
22 -- 23	3,30	0	3,30	0,00
23 -- 24	0,00	0	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>56,16</b>	<b>56,16</b>		

Fuente: (Autor, 2019)

Tabla 11.- Resultados del método analítico para la zona 1 y 2 (volumen máximo y mínimo y volumen total).

<i>Volúmenes</i>		
<b>Vmax</b>	1,38	m3
<b>Vmin</b>	16,52	m3
<b>Vreg (m3)</b>	17,89	m3
<b>Vt (m3)</b>	17,89	m3

**Vmax:** Volumen máximo **Vmin:** Volumen mínimo **Vreg:** Volumen de regulación **Vt:** Volumen total  
Fuente: (Autor, 2019)

Tabla 12.- Consideraciones para la realización del método analítico en la zona 3 (Población Actual).

<i>Datos generales</i>	
Qmed_d (l/s)	1,3
Qmed_d (m3/h)	4,68
Qentrada (horas)	12
Qsalida (horas)	6

Tabla 13.- Método analítico para la zona 3 considerando la población actual del recinto.

<i>Horas</i>	<i>Qentrada (m3/h)</i>	<i>Qsalida (m3/h)</i>	<i>Diferencia</i>	<i>Diferencia Acumulada</i>
0 -- 1	0,00	0,00	0,00	0,00
1 -- 2	0,00	0,00	0,00	0,00
2 -- 3	0,00	0,00	0,00	0,00
3 -- 4	0,00	0,00	0,00	0,00
4 -- 5	0,00	0,00	0,00	0,00
5 -- 6	0,00	0,00	0,00	0,00
6-- 7	2,34	4,68	-2,34	-2,34
7-- 8	2,34	4,68	-2,34	-4,68
8 -- 9	2,34	4,68	-2,34	-7,02
9 -- 10	2,34	4,68	-2,34	-9,36
10 -- 11	2,34	4,68	-2,34	-11,70
11 -- 12	2,34	4,68	-2,34	-14,04
12 -- 13	2,34	0,00	2,34	-11,70
13 -- 14	2,34	0,00	2,34	-9,36
14 -- 15	2,34	0,00	2,34	-7,02
15 -- 16	2,34	0,00	2,34	-4,68
16 -- 17	2,34	0,00	2,34	-2,34
17 -- 18	2,34	0,00	2,34	0,00
18 -- 19	0,00	0,00	0,00	0,00
19 -- 20	0,00	0,00	0,00	0,00
20 -- 21	0,00	0,00	0,00	0,00
21 -- 22	0,00	0,00	0,00	0,00
22 -- 23	0,00	0,00	0,00	0,00
23 -- 24	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>28,08</b>	<b>28,08</b>		

Fuente: (Autor, 2019)

Tabla 14.- Resultados del método analítico para la zona 3 (volumen máximo y mínimo y volumen total).

<b>Volúmenes</b>		
<b>Vmax</b>	2,34	m3
<b>Vmin</b>	14,04	m3
<b>Vreg (m3)</b>	16,38	m3
<b>Vt (m3)</b>	16,38	m3

**Vmax:** Volumen máximo **Vmin:** Volumen mínimo **Vreg:** Volumen de regulación **Vt:** Volumen total  
Fuente: (Autor, 2019)

Tabla 15.- Consideraciones para la realización del método analítico (Población Futura).

<b>Datos generales</b>	
Qmed_d (l/s)	1,55
Qmed_d (m3/h)	5,56
Qentrada (horas)	18
Qsalida (horas)	24

Tabla 16.- Método analítico considerando la población futura del recinto.

<b>Horas</b>	<b>Qentrada (m3/h)</b>	<b>Qsalida (m3/h)</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Diferencia Acumulada</b>
0 -- 1	0,00	5,56	-5,56	-5,56
1 -- 2	0,00	5,56	-5,56	-11,13
2 -- 3	0,00	5,56	-5,56	-16,69
3 -- 4	0,00	5,56	-5,56	-22,26
4 -- 5	0,00	5,56	-5,56	-27,82
5 -- 6	0,00	5,56	-5,56	-33,39
6-- 7	7,42	5,56	1,85	-31,53
7-- 8	7,42	5,56	1,85	-29,68
8 -- 9	7,42	5,56	1,85	-27,82
9 -- 10	7,42	5,56	1,85	-25,97
10 -- 11	7,42	5,56	1,85	-24,11
11 -- 12	7,42	5,56	1,85	-22,26
12 -- 13	7,42	5,56	1,85	-20,40
13 -- 14	7,42	5,56	1,85	-18,55
14 -- 15	7,42	5,56	1,85	-16,69
15 -- 16	7,42	5,56	1,85	-14,84
16 -- 17	7,42	5,56	1,85	-12,98
17 -- 18	7,42	5,56	1,85	-11,13
18 -- 19	7,42	5,56	1,85	-9,27
19 -- 20	7,42	5,56	1,85	-7,42
20 -- 21	7,42	5,56	1,85	-5,56
21 -- 22	7,42	5,56	1,85	-3,71
22 -- 23	7,42	5,56	1,85	-1,85
23 -- 24	7,42	5,56	1,85	0,00
<b>Total</b>	<b>133,56</b>	<b>133,56</b>		

Fuente: (Autor, 2019)

Tabla 17.- Resultados del método analítico (volumen máximo y mínimo y volumen total).

<b>Volúmenes</b>		
<b>Vmax</b>	1,85	m3
<b>Vmin</b>	33,39	m3
<b>Vreg (m3)</b>	35,24	m3
<b>Vt (m3)</b>	35,24	m3

**Vmax:** Volumen máximo **Vmin:** Volumen mínimo **Vreg:** Volumen de regulación **Vt:** Volumen total

Fuente: (Autor, 2019)

- Diseño de los tanques superficiales (TS) y elevado (TE) aplicando resultados del método analítico.

Tabla 18.- Consideraciones y dimensionamiento de tanques para la zona 1 y zona 2 (Población actual).

<b>Datos generales</b>			
<b>Vtotal (m3)</b>	17,89		
<b># tanques</b>	1		
<b>Vactual (m3)</b>	17,89		
<b>V</b>	0,18		
<b>K</b>	2		

<b>Dimensionamiento del tanque superficial</b>			
<b>H</b>	2,1	<b>3</b>	m
<b>B=L</b>	2,4	<b>3</b>	m

**B:** ancho del tanque superficial **L:** Largo del tanque superficial **H:** Profundidad del tanque superficial

Fuente: (Autor, 2019)

Tabla 19.- Volúmenes de los tanques diseñados para la zona 1 y zona 2.

<b>Volúmenes de tanques dimensionados</b>		
TS	<b>Volumen (m3)</b>	27
TE	<b>Volumen (m3)</b>	2

Fuente: (Autor, 2019)

Tabla 20.- Consideraciones y dimensionamiento de tanques para la zona 3 (Población actual).

<b>Datos generales</b>			
<b>Vtotal (m3)</b>	16,38		
<b># tanques</b>	1		
<b>Vactual (m3)</b>	16,38		
<b>V</b>	0,16		
<b>K</b>	2		

<b>Dimensionamiento del tanque</b>			
<b>H</b>	2,1	<b>3</b>	m
<b>B=L</b>	2,3	<b>3</b>	m

**B:** ancho del tanque superficial **L:** Largo del tanque superficial **H:** Profundidad del tanque superficial

Fuente: (Autor, 2019)

Tabla 21.- Volúmenes de los tanques diseñados para la zona 3.

<b>Volúmenes de tanques dimensionados</b>		
TS	<b>Volumen (m3)</b>	27
TE	<b>Volumen (m3)</b>	2

Fuente: (Autor, 2019)

Tabla 22.- Consideraciones y dimensionamiento de tanques (Población futura)

<b>Datos generales</b>			
<b>Vtotal (m3)</b>	35,24		
<b># tanques</b>	1		
<b>Vactual (m3)</b>	35,24		
<b>V</b>	0,35		
<b>K</b>	2		
<b>Dimensionamiento del tanque</b>			
<b>H</b>	2,1	<b>3</b>	m
<b>B=L</b>	3,4	<b>4</b>	m

**B:** ancho del tanque superficial    **L:** Largo del tanque superficial    **H:** Profundidad del tanque superficial

Fuente: (Autor, 2019)

Tabla 23.- Volúmenes de los tanques diseñados.

<b>Volúmenes de tanques dimensionados</b>		
TS	<b>Volumen (m3)</b>	48
TE	<b>Volumen (m3)</b>	3

Fuente: (Autor, 2019)

- Obtención de volúmenes por método directo (Fórmula).

Tabla 24.- Aplicación del método directo (Fórmula) y volúmenes obtenidos de esta, usando la población actual.

<b>Datos generales</b>		
Población (hab)	780	
Año de diseño	2019	
Qmed_d (l/s)	1,30	
Qmed_d (m3/d)	112,32	
<b>Volúmenes</b>		
<b>Ve (m3)</b>	< 5000 hab	No se considera
<b>Vi (m3)</b>	3000 - 5000	No se considera
<b>Vreg (m3)</b>	30% Qmed_d	33,70
<b>Vt (TS)</b>	33,70	m3
<b>Vt (TE)</b>	2,02	m3

**Vi:** Volumen de incendio                      **Ve:** Volumen de emergencia                      **Vreg:** Volumen de regulación

**Vt(TS):** Volumen total del tanque superficial                      **Vt(TE):** Volumen total del tanque elevado.

Fuente: (Autor, 2019)

Tabla 25.- Aplicación del método directo (Fórmula) y volúmenes obtenidos de esta, usando la población futura.

<b>Datos generales</b>		
<b>Población (hab)</b>		1336
<b>Año de diseño</b>		2050
<b>Qmed_d (l/s)</b>		1,55
<b>Qmed_d (m3/d)</b>		133,56
<b>Volúmenes</b>		
<b>Ve (m3)</b>	< 5000 hab	No se considera
<b>Vi (m3)</b>	3000 - 5000	No se considera
<b>Vreg (m3)</b>	30% Qmed_d	40,07
<b>Vt (TS)</b>	40,07	m3
<b>Vt (TE)</b>	2,40	m3

**Vi:** Volumen de incendio

**Ve:** Volumen de emergencia

**Vreg:** Volumen de regulación

**Vt(TS):** Volumen total del tanque superficial

**Vt(TE):** Volumen total del tanque elevado.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En las tablas #24 y #25 se aplica el método directo (fórmula). Al no cumplir con los parámetros necesarios no se implementan los volúmenes de emergencia e incendio, solo el de regulación. En las tablas mencionadas se analizan 2 casos tanto para la población futura y actual, donde para la población actual se requiere un volumen de 33.70 m<sup>3</sup> para el reservorio de almacenamiento bajo mientras que para los tanques elevados requiere un volumen de 2.02 m<sup>3</sup>. Así mismo, para la población futura se requiere de un volumen de 40.07 m<sup>3</sup> para el reservorio de almacenamiento bajo mientras que para los tanques elevados requiere un volumen de 2.40 m<sup>3</sup>. Considerando que son los volúmenes necesarios para abastecer a la comunidad durante las 24 horas.
- ✓ En las tablas #13 y #16 se aplica el método analítico. De la misma manera, al no cumplir con los parámetros necesarios no se implementan los volúmenes de emergencia e incendio solo el de regulación. En las tablas mencionadas se analizan 2 casos para la población futura y población actual. Para la población actual se considera las divisiones que tiene el recinto, en la zona 1 y 2 se requiere un volumen de 27 m<sup>3</sup> para el reservorio de almacenamiento bajo, mientras que para los tanques elevados se requiere 2 m<sup>3</sup> según las tablas# 18 y #19, así mismo la zona 3 requiere las mismas proporciones que la zona 1 y zona 2 según se observa en las tablas #20 y # 21. Por otra parte, para la población futura para calcular los volúmenes no se considera las divisiones que tiene recinto actualmente, sino que se toma como una zona general, dando como resultado un volumen de 48 m<sup>3</sup> para el reservorio de almacenamiento bajo, mientras que para los

tanques elevados se requiere un volumen de 3 m<sup>3</sup> acorde a las tablas #22 y #23. Se añade que para la población futura se analiza considerando un abastecimiento de 24 horas.

- ✓ Actualmente la planta de tratamiento consta con 41.97 m<sup>3</sup> para el reservorio de almacenamiento bajo y 5 m<sup>3</sup> para los tanques elevados, por ende, tanto para el análisis de población futura y actual por el método directo es capaz de contener el agua proveniente del proceso de potabilización tanto para los tanques elevados como el reservorio de almacenamiento bajo considerando una operación de 24 horas, sin embargo, por el método analítico para la población actual considerando las divisiones es capaz de contener el agua considerando las horas de operación que ejerce actualmente la planta. Por otro lado, para la población futura el reservorio de almacenamiento bajo no es capaz de almacenar el agua proveniente del proceso de potabilización ya que requiere un volumen mayor mientras que en el caso de los tanques elevados aún pueden contener el agua sin problema alguno considerando que la planta opera las 24 horas.
- ✓ De los cálculos obtenido se selecciona el método analítico, debido a que, no solo considera la población, sino que considera los caudales de entrada y salida de la planta potabilizadora otorgando resultados cercanos a las condiciones actuales. Por ende, se concluye que actualmente el reservorio bajo puede acaparar el agua potabilizada, mientras que para la población futura va a requerir un volumen de 48 m<sup>3</sup> para el reservorio bajo y 3 m<sup>3</sup> para los tanques elevados.

### 5.1.2 Red de distribución de agua potable

- Evaluación de caudales.

Tabla 26.- Consideraciones para el cálculo de caudales para Piñal de Arriba acorde a la norma CPE INEN 5 PARTE 9-1: 1992.

<b>Datos generales</b>		
Dotación	100	lt/hab/días
Kmax_diario	1,3	
Kmax_horario	2	

Fuente: (Autor, 2019)

Tabla 27.- Caudales para las poblaciones proyectadas.

AÑO	POBLACIÓN	DOT (l/hab-d)	Qmed_d (l/s)	Qmax_h (l/s)	Qdiseño (l/s)
2019	780	100	0,90	1,81	1,81
2020	794	100	0,92	1,84	1,84
2025	866	100	1,00	2,00	2,00
2030	944	100	1,09	2,19	2,19
2035	1030	100	1,19	2,38	2,38
2040	1123	100	1,30	2,60	2,60
2045	1225	100	1,42	2,83	2,83
2050	1336	100	1,55	3,09	3,09

Fuente: (Autor, 2019)

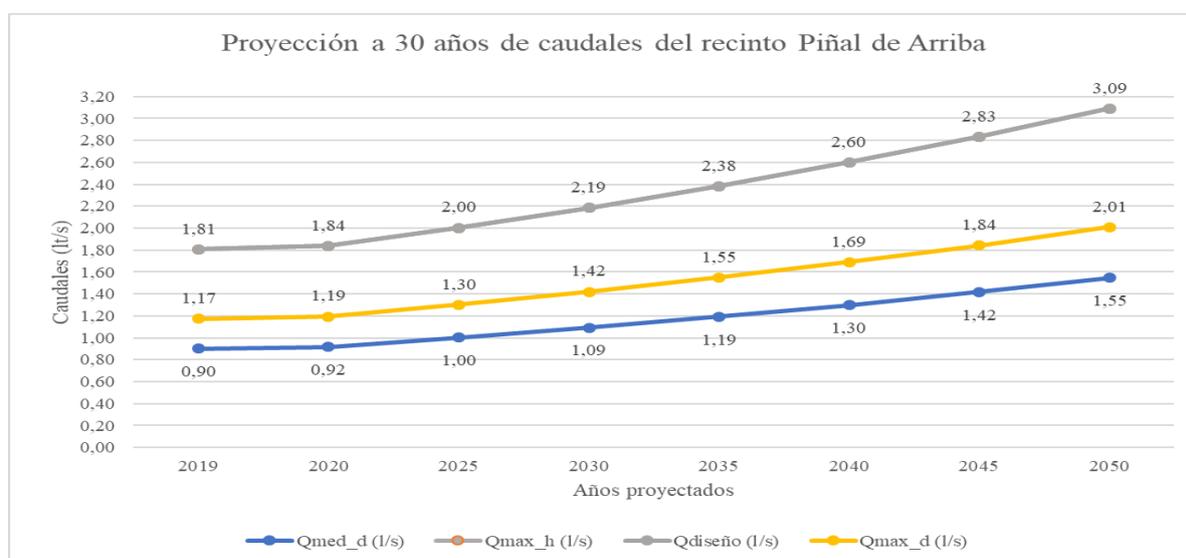


Ilustración 62.- Caudales medio, máximo y de diseño, para los diferentes periodos.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración #62 se observa que para el año 2019 la red de distribución va a requerir un caudal de diseño de 1.81 lt/s durante las 24 horas y acorde al operador de la planta actualmente se trabaja con un caudal de 2 lt/s. Por consiguiente, no debe existir problema alguno al momento de distribuir el agua potable proveniente de la planta potabilizadora hacia el recinto. Mientras que para el año 2050 se va a requerir un caudal de diseño de 3.09 lt/s, es decir, la red no va a poder acaparar la demanda, ocasionando posibles problemas como roturas, fugas, entre otras fallas.
- ✓ Actualmente el sistema de red cuenta con una torre de 15 m de altura según el operador de la planta. Se recalca que en ciertas zonas del recinto existe elevaciones de terreno de 14 m, por ende, existe la diferencia de 1 mca ocasionando presiones irregulares e incumplimiento de los parámetros establecidos por la norma CPE INEN 5 PARTE 9-1:1992.

## 5.2 Evaluación de la calidad de agua para el Sistema de Abastecimiento de agua potable.

### 5.2.1 Fuente de abastecimiento (Río Daule).

<b>Fecha de toma muestra:</b>	Sábado, 25 de enero 2020	 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL</b>
<b>Fecha de muestreo:</b>	Sábado, 25 de enero 2020	
<b>Hora de muestreo:</b>	15:00 pm	
<b>Realizado por:</b>	Joseph Vera Romero	
<b>Lugar de toma de muestras:</b>	Recinto Piñal de Arriba	
<b>Lugar de ejecución de parámetros</b>	Laboratorio de calidad de agua de la UCSG	

<b>MUESTRA# 1:</b>	Fuente de abastecimiento (Río Daule)
--------------------	--------------------------------------

Parámetros	Resultados	Normas				Estado
		TUSLMA *	INEN 1108 - 2014	Boliviana -2014	Colombiana -2004	
Cloro (mg/l)	0	---	---	---	---	---
pH	7,14	6,0 - 9,0	---	---	---	OK
Sólidos Disueltos (mg/l)	49,1	1000	---	---	---	OK
Temperatura (°C)	24,6	---	---	---	---	---
Conductividad (µS/cm)	102,5	---	---	---	---	---
Oxígeno Disuelto (mg/l)	6,12	> 6	---	---	---	Ok
Salinidad (%)	0,05	---	---	---	---	---
Coliformes Fecales (ufc/100 ml)	1100,00	3000,00	---	---	---	Ok

TUSLMA LIBRO VI- ANEXO 1 <sup>a\*</sup>

---

Responsable

5.2.2 Planta de tratamiento de agua potable.

<b>Fecha de toma muestra:</b>	Sábado, 25 de enero 2020	 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL</p>
<b>Fecha de muestreo:</b>	Sábado, 25 de enero 2020	
<b>Hora de muestreo:</b>	15:00 pm	
<b>Realizado por:</b>	Joseph Vera Romero	
<b>Lugar de toma de muestras:</b>	Recinto Piñal de Arriba	
<b>Lugar de ejecución de parámetros</b>	Laboratorio de calidad de agua de la UCSG	

<b>MUESTRA# 2:</b>	Sedimentador de la planta de tratamiento
--------------------	--

Parámetros	Resultados	Normas				Estado
		TUSLMA *	INEN 1108 - 2014	Boliviana -2014	Colombiana -2004	
Cloro (mg/l)	0,75	---	0,3 - 1,5	---	---	Ok
pH	7,66	---	---	6,5 - 9,0	---	Ok
Sólidos Disueltos (mg/l)	62,6	---	---	1000	---	Ok
Temperatura (°C)	25,3	---	---	---	---	---
Conductividad (µS/cm)	132,8	---	---	1500	---	Ok
Oxígeno Disuelto (mg/l)	7,01	---	---	> 4	---	Ok
Salinidad (%)	0,06	---	---	---	---	---
Coliformes Fecales (ufc/100 ml)	---	---	< 1	0,00	---	---

TUSLMA LIBRO VI- ANEXO 1 \*

---

Responsable

<b>Fecha de toma muestra:</b>	Sábado, 25 de enero 2020	 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
<b>Fecha de muestreo:</b>	Sábado, 25 de enero 2020	
<b>Hora de muestreo:</b>	15:00 pm	
<b>Realizado por:</b>	Joseph Vera Romero	
<b>Lugar de toma de muestras:</b>	Recinto Piñal de Arriba	
<b>Lugar de ejecución de parámetros</b>	Laboratorio de calidad de agua de la UCSG	

<b>MUESTRA# 2:</b>	Reservorio de almacenamiento bajo de la planta de tratamiento
--------------------	---

Parámetros	Resultados	Normas				Estado
		TUSLMA *	INEN 1108 - 2014	Boliviana -2014	Colombiana -2004	
Cloro (mg/l)	---	---	0,3 - 1,5	---	---	---
pH	7,59	---	---	6,5 - 9,0	---	Ok
Sólidos Disueltos (mg/l)	60,7	---	---	1000	---	Ok
Temperatura (°C)	25,4	---	---	---	---	---
Conductividad (µS/cm)	129,4	---	---	1500	---	Ok
Oxígeno Disuelto (mg/l)	6,13	---	---	> 4	---	Ok
Salinidad (%)	0,06	---	---	---	---	---
Coliformes Fecales (ufc/100 ml)	0,00	---	< 1	0,00	---	Ok

TUSLMA LIBRO VI- ANEXO 1 \*

---

Responsable

<b>Fecha de toma muestra:</b>	Sábado, 25 de enero 2020	 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL</b>
<b>Fecha de muestreo:</b>	Sábado, 25 de enero 2020	
<b>Hora de muestreo:</b>	15:00 pm	
<b>Realizado por:</b>	Joseph Vera Romero	
<b>Lugar de toma de muestras:</b>	Recinto Piñal de Arriba	
<b>Lugar de ejecución de parámetros</b>	Laboratorio de calidad de agua de la UCSG	

<b>MUESTRA# 3:</b>	Efluente de la planta de tratamiento
--------------------	--------------------------------------

Parámetros	Resultados	Normas				Estado
		TUSLMA *	INEN 1108 - 2014	Boliviana -2014	Colombiana -2004	
Cloro (mg/l)	0,75	---	0,3 - 1,5	---	---	Ok
pH	7,93	---	---	6,5 - 9,0	---	Ok
Sólidos Disueltos (mg/l)	62,5	---	---	1000	---	Ok
Temperatura (°C)	25,9	---	---	---	---	---
Conductividad (µS/cm)	134,4	---	---	1500	---	Ok
Oxígeno Disuelto (mg/l)	6,68	---	---	> 4	---	Ok
Salinidad (%)	0,06	---	---	---	---	---
Coliformes Fecales (ufc/100 ml)	0,00	---	< 1	0,00	---	Ok

TUSLMA LIBRO VI- ANEXO 1 \*

---

Responsable

5.2.3 Red de distribución de agua potable

<b>Fecha de toma muestra:</b>	Sábado, 25 de enero 2020	 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL</p>
<b>Fecha de muestreo:</b>	Sábado, 25 de enero 2020	
<b>Hora de muestreo:</b>	15:00 pm	
<b>Realizado por:</b>	Joseph Vera Romero	
<b>Lugar de toma de muestras:</b>	Recinto Piñal de Arriba	
<b>Lugar de ejecución de parámetros</b>	Laboratorio de calidad de agua de la UCSG	

<b>MUESTRA# 5:</b>	Vivienda# 1 (Zona 1)
--------------------	----------------------

Parámetros	Resultados	Normas				Estado
		TUSLMA *	INEN 1108 - 2014	Boliviana -2014	Colombiana -2004	
Cloro (mg/l)	0,3	---	0,3 - 1,5	---	---	Ok
pH	7,37	---	---	6,5 - 9,0	---	Ok
Sólidos Disueltos (mg/l)	64,2	---	---	1000	---	Ok
Temperatura (°C)	25	---	---	---	---	---
Conductividad (µS/cm)	136,2	---	---	1500	---	Ok
Oxígeno Disuelto (mg/l)	6,77	---	---	> 4	---	Ok
Salinidad (%)	0,06	---	---	---	---	---
Coliformes Fecales (ufc/100 ml)	251,00	---	< 1	0,00	---	Mal

TUSLMA LIBRO VI- ANEXO 1 \*

---

Responsable

<b>Fecha de toma muestra:</b>	Sábado, 25 de enero 2020	 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
<b>Fecha de muestreo:</b>	Sábado, 25 de enero 2020	
<b>Hora de muestreo:</b>	15:00 pm	
<b>Realizado por:</b>	Joseph Vera Romero	
<b>Lugar de toma de muestras:</b>	Recinto Piñal de Arriba	
<b>Lugar de ejecución de parámetros</b>	Laboratorio de calidad de agua de la UCSG	

<b>MUESTRA# 6:</b>	Vivienda# 2 (Zona 2)
--------------------	----------------------

Parámetros	Resultados	Normas				Estado
		TUSLMA *	INEN 1108 - 2014	Boliviana -2014	Colombiana -2004	
Cloro (mg/l)	0,3	---	0,3 - 1,5	---	---	Ok
pH	7,65	---	---	6,5 - 9,0	---	Ok
Sólidos Disueltos (mg/l)	61	---	---	1000	---	Ok
Temperatura (°C)	25	---	---	---	---	---
Conductividad (µS/cm)	128,8	---	---	1500	---	Ok
Oxígeno Disuelto (mg/l)	7,21	---	---	> 4	---	Ok
Salinidad (%)	0,06	---	---	---	---	---
Coliformes Fecales (ufc/100 ml)	2,00	---	< 1	0,00	---	Mal

TUSLMA LIBRO VI- ANEXO 1 \*

---

Responsable

<b>Fecha de toma muestra:</b>	Sábado, 25 de enero 2020	 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
<b>Fecha de muestreo:</b>	Sábado, 25 de enero 2020	
<b>Hora de muestreo:</b>	15:00 pm	
<b>Realizado por:</b>	Joseph Vera Romero	
<b>Lugar de toma de muestras:</b>	Recinto Piñal de Arriba	
<b>Lugar de ejecución de parámetros</b>	Laboratorio de calidad de agua de la UCSG	

<b>MUESTRA# 7:</b>	Vivienda# 3 (Zona 2)
--------------------	----------------------

Parámetros	Resultados	Normas				Estado
		TUSLMA *	INEN 1108 - 2014	Boliviana -2014	Colombiana -2004	
Cloro (mg/l)	0,3	---	0,3 - 1,5	---	---	Ok
pH	7,37	---	---	6,5 - 9,0	---	Ok
Sólidos Disueltos (mg/l)	65,8	---	---	1000	---	Ok
Temperatura (°C)	25,3	---	---	---	---	---
Conductividad (µS/cm)	138,5	---	---	1500	---	Ok
Oxígeno Disuelto (mg/l)	7,28	---	---	> 4	---	Ok
Salinidad (%)	0,06	---	---	---	---	---
Coliformes Fecales (ufc/100 ml)	110,00	---	< 1	0,00	---	Mal

TUSLMA LIBRO VI- ANEXO 1 \*

---

Responsable

<b>Fecha de toma muestra:</b>	Sábado, 25 de enero 2020	 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
<b>Fecha de muestreo:</b>	Sábado, 25 de enero 2020	
<b>Hora de muestreo:</b>	15:00 pm	
<b>Realizado por:</b>	Joseph Vera Romero	
<b>Lugar de toma de muestras:</b>	Recinto Piñal de Arriba	
<b>Lugar de ejecución de parámetros</b>	Laboratorio de calidad de agua de la UCSG	

<b>MUESTRA# 8:</b>	Vivienda# 4 (Zona 3)
--------------------	----------------------

Parámetros	Resultados	Normas				Estado
		TUSLMA *	INEN 1108 - 2014	Boliviana -2014	Colombiana -2004	
Cloro (mg/l)	0,3	---	0,3 - 1,5	---	---	Ok
pH	7,41	---	---	6,5 - 9,0	---	Ok
Sólidos Disueltos (mg/l)	63	---	---	1000	---	Ok
Temperatura (°C)	25,2	---	---	---	---	---
Conductividad (µS/cm)	133,4	---	---	1500	---	Ok
Oxígeno Disuelto (mg/l)	7,24	---	---	> 4	---	Ok
Salinidad (%)	0,06	---	---	---	---	---
Coliformes Fecales (ufc/100 ml)	0,00	---	< 1	0,00	---	Ok

TUSLMA LIBRO VI- ANEXO 1 \*

---

Responsable

<b>Fecha de toma muestra:</b>	Sábado, 25 de enero 2020	 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
<b>Fecha de muestreo:</b>	Sábado, 25 de enero 2020	
<b>Hora de muestreo:</b>	15:00 pm	
<b>Realizado por:</b>	Joseph Vera Romero	
<b>Lugar de toma de muestras:</b>	Recinto Piñal de Arriba	
<b>Lugar de ejecución de parámetros</b>	Laboratorio de calidad de agua de la UCSG	

<b>MUESTRA# 9:</b>	Vivienda# 5 (Zona 3)
--------------------	----------------------

Parámetros	Resultados	Normas				Estado
		TUSLMA *	INEN 1108 - 2014	Boliviana -2014	Colombiana -2004	
Cloro (mg/l)	0,3	---	0,3 - 1,5	---	---	Ok
pH	7,41	---	---	6,5 - 9,0	---	Ok
Sólidos Disueltos (mg/l)	63,7	---	---	1000	---	Ok
Temperatura (°C)	25	---	---	---	---	---
Conductividad (µS/cm)	134,7	---	---	1500	---	Ok
Oxígeno Disuelto (mg/l)	7,12	---	---	> 4	---	Ok
Salinidad (%)	0,06	---	---	---	---	---
Coliformes Fecales (ufc/100 ml)	4,00	---	< 1	0,00	---	Mal

TUSLMA LIBRO VI- ANEXO 1 \*

---

Responsable

#### 5.2.4 Gráficas de parámetros de control.

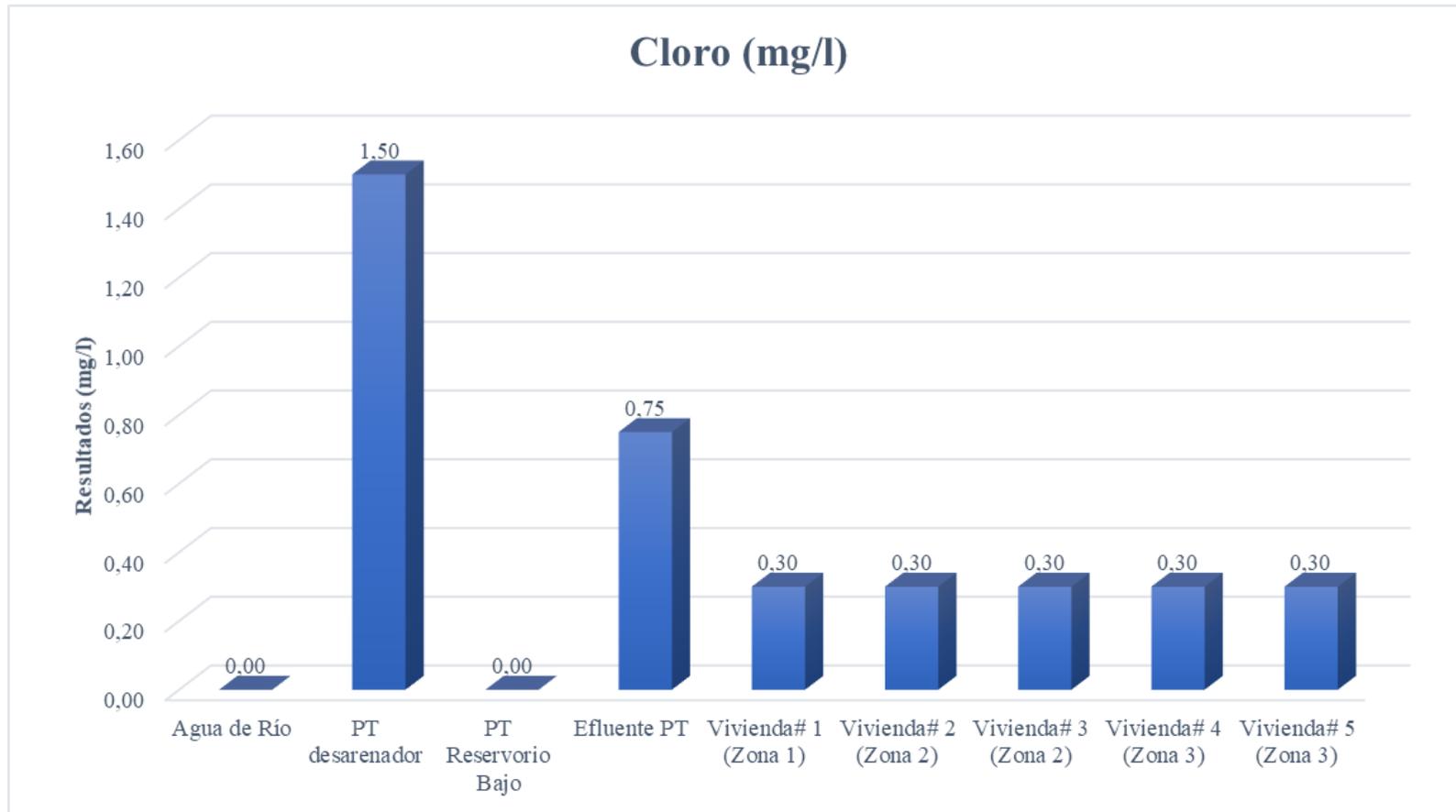


Ilustración 63.- Resultado de muestras en medición de cloro del recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

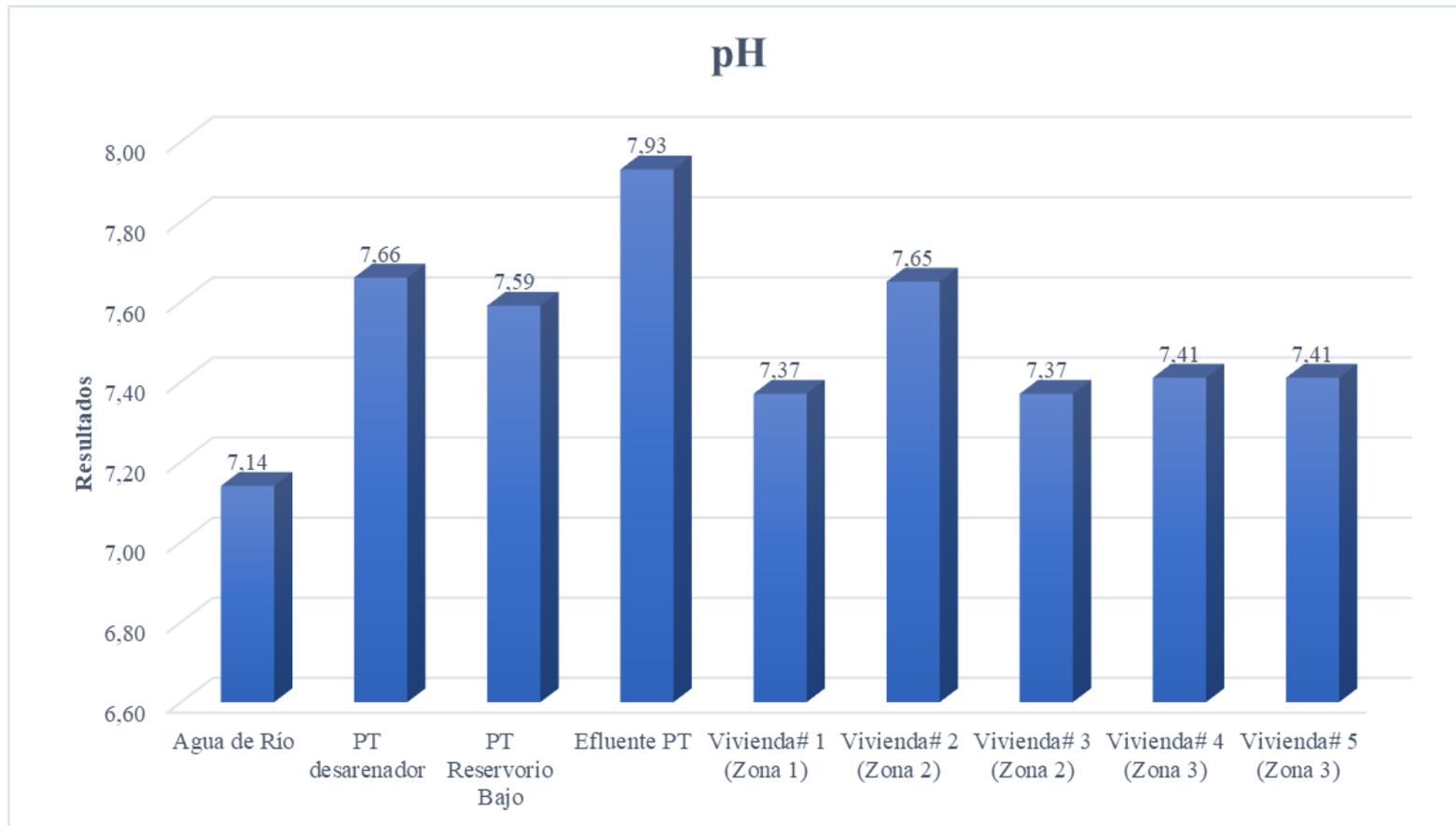
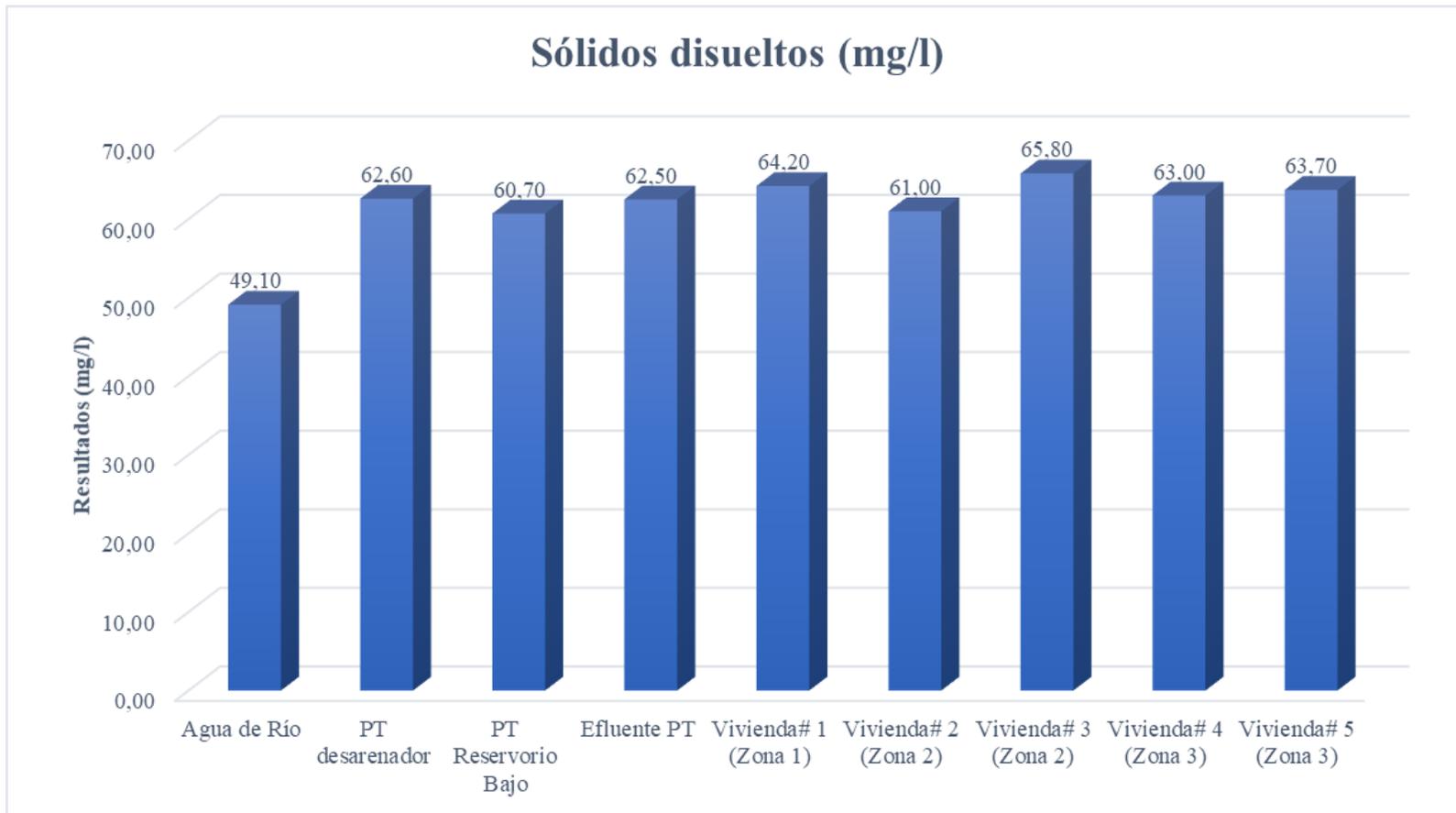


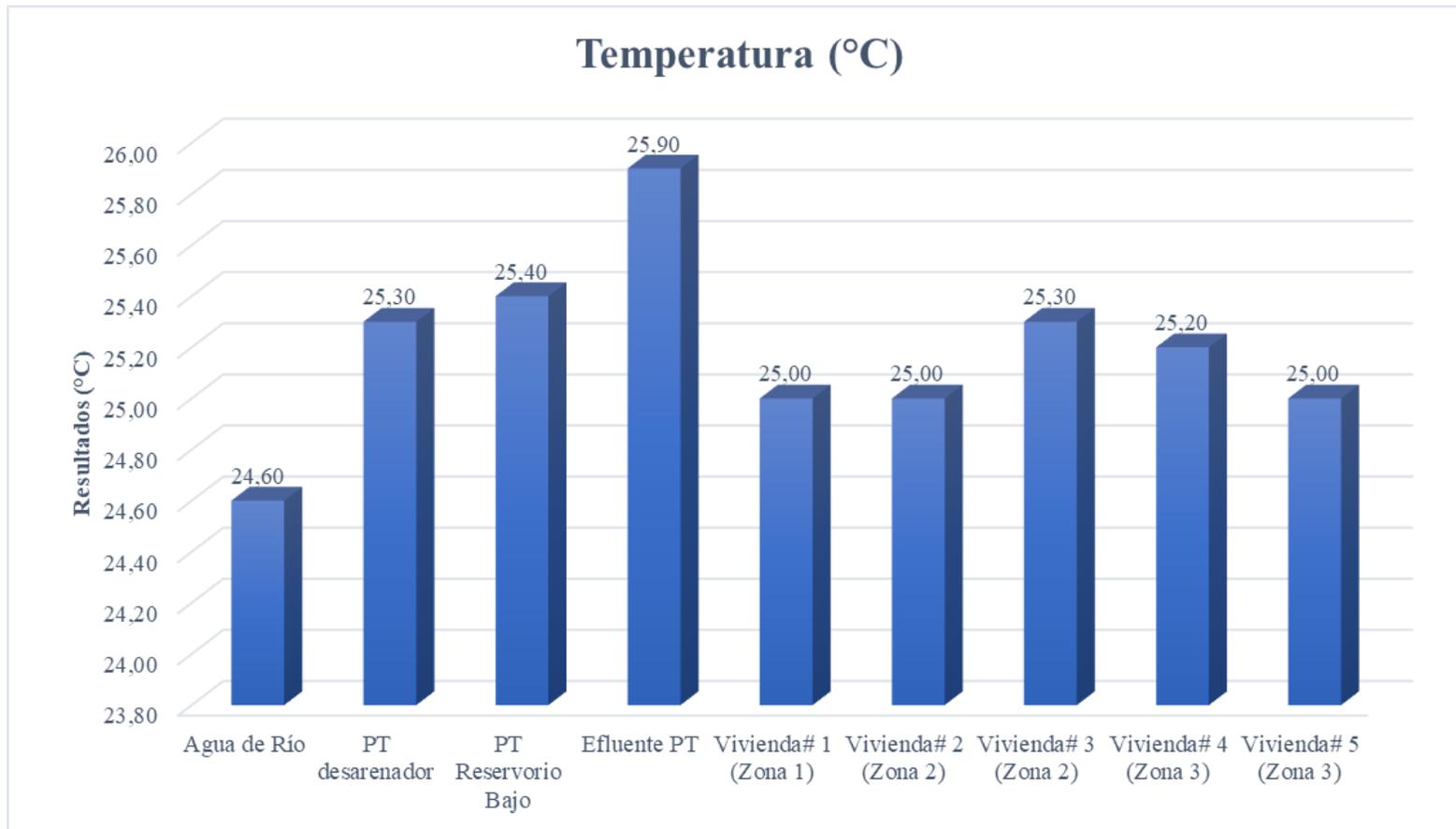
Ilustración 64.- Resultado de muestras en medición de pH del recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)



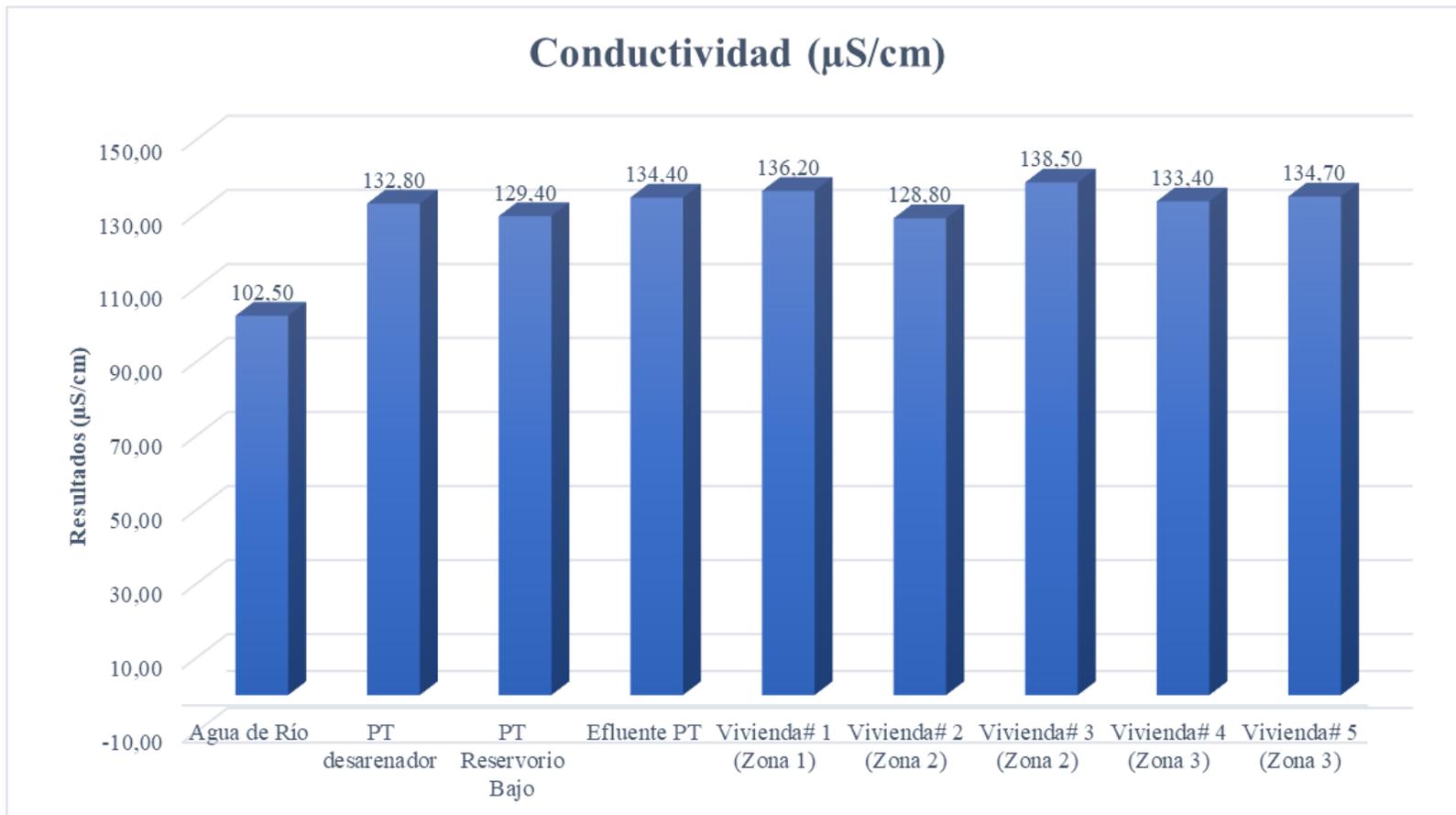
*Ilustración 65.-* Resultado de muestras en medición de Sólidos Disueltos del recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)



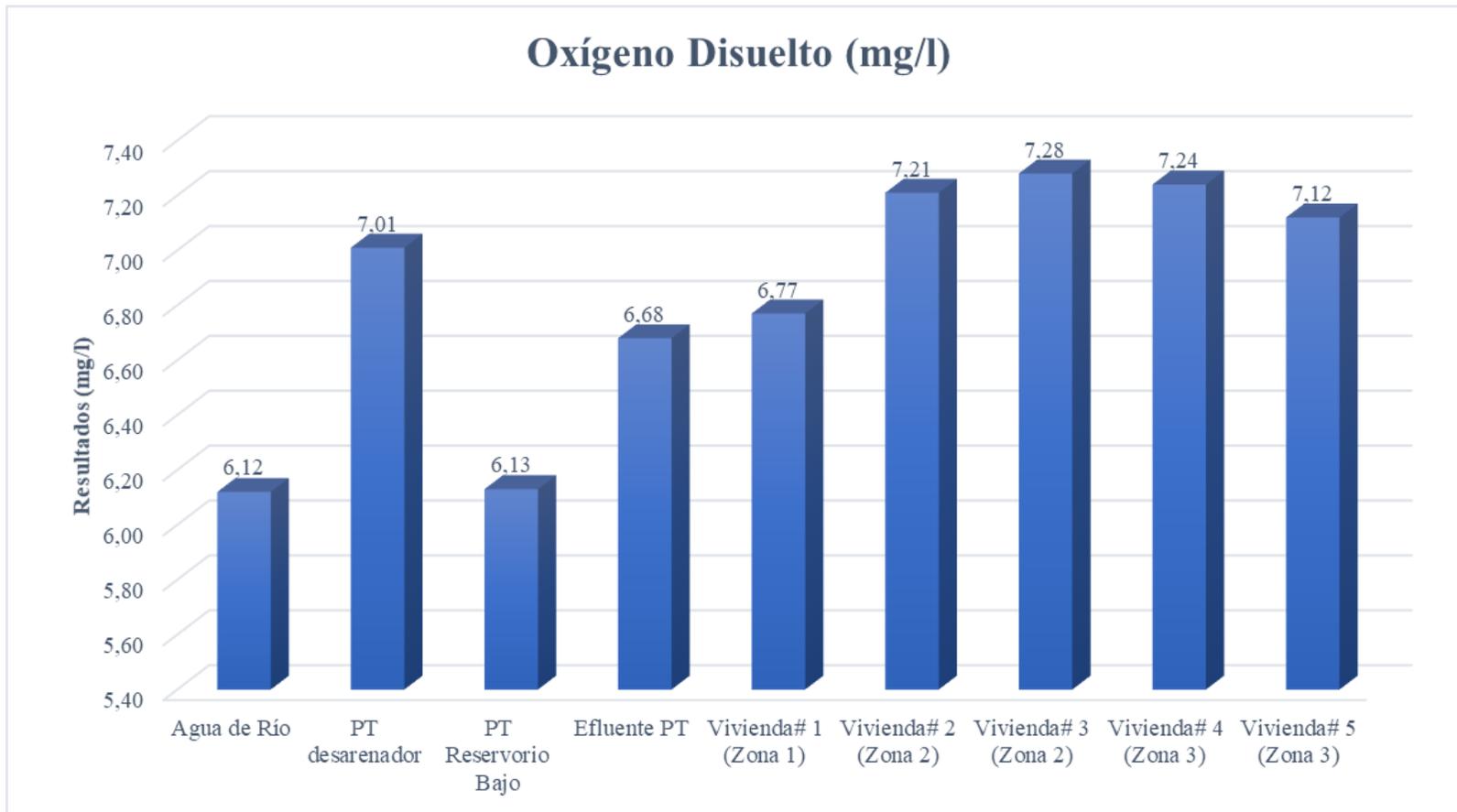
*Ilustración 66.* - Resultado de muestras en medición de Temperatura del recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)



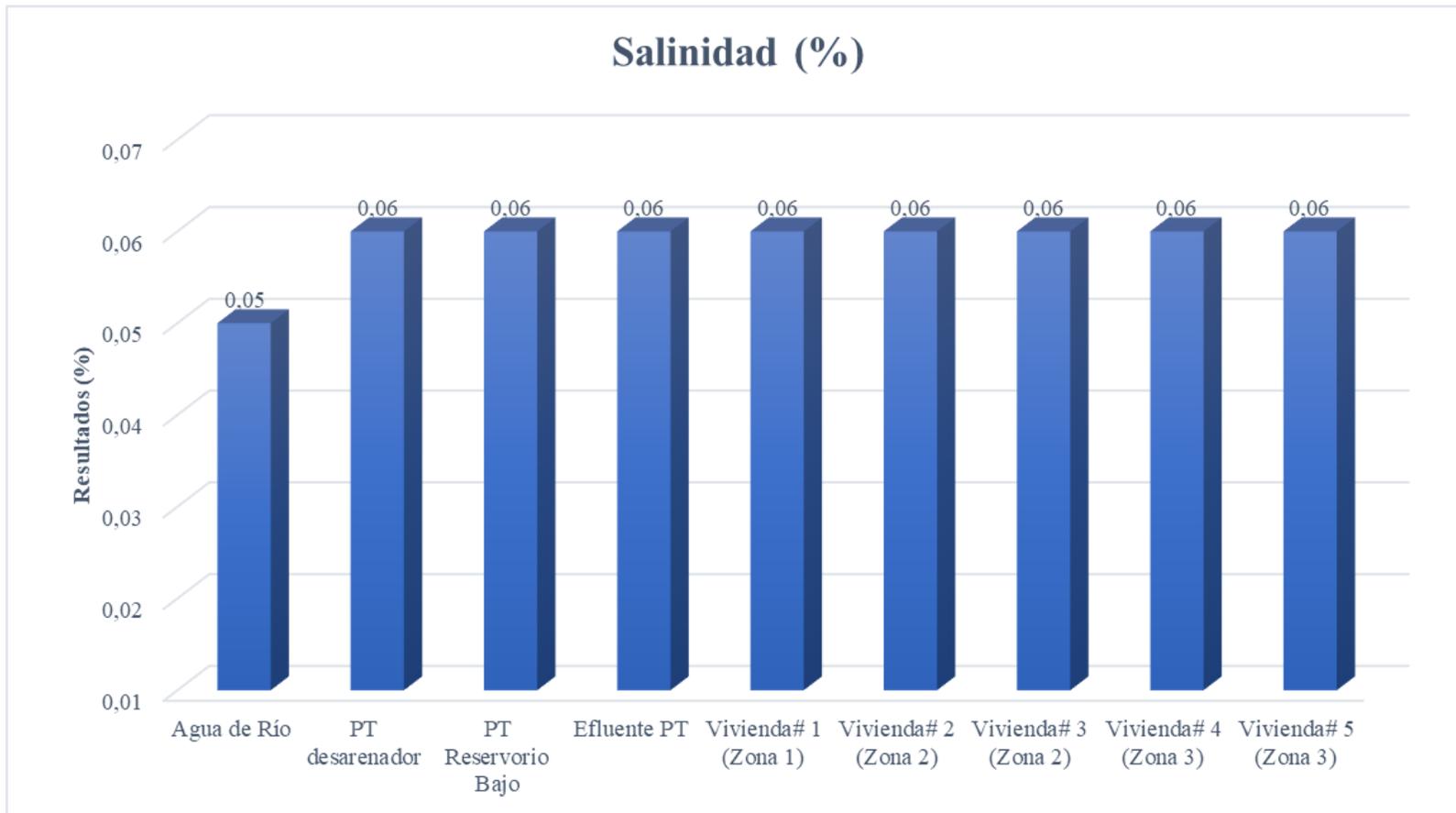
*Ilustración 67.-* Resultado de muestras en medición de Conductividad del recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)



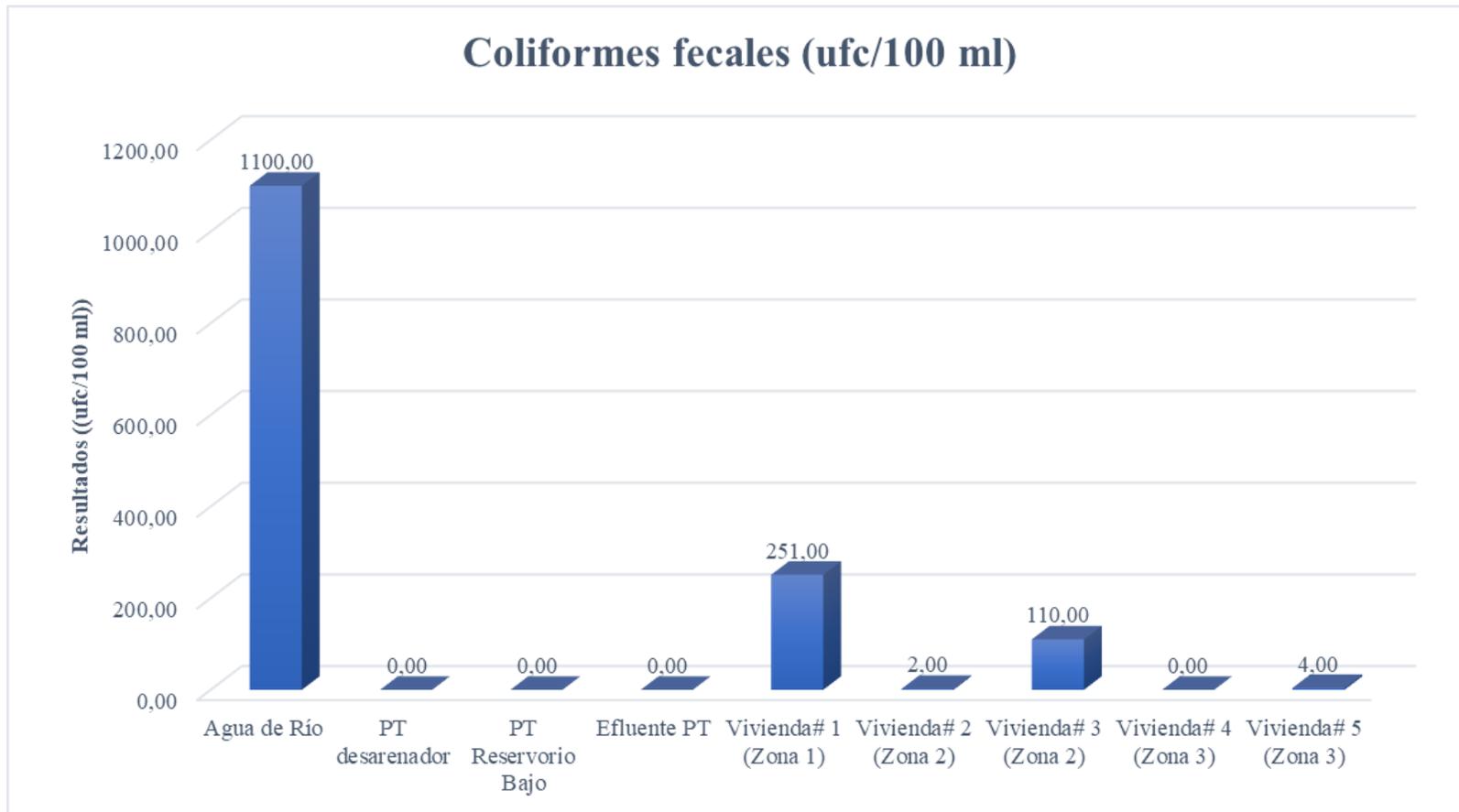
*Ilustración 68.- Resultado de muestras en medición de Oxígeno Disuelto del recinto Piñal de Arriba.*

Fuente: (Autor, 2019)



*Ilustración 69.-* Resultado de muestras en medición de Salinidad del recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)



*Ilustración 70.-* Resultado de muestras en medición de Coliformes fecales del recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ De los resultados obtenidos, se observa que dentro de los parámetros de control de calidad de agua potable establecidos cumplen con límites permisibles en cada uno de ellos como es en el caso de la fuente de abastecimiento y en la planta de tratamiento.
- ✓ De los datos obtenidos en la red de distribución de agua potable se presenta inconvenientes con los parámetros de control establecidos como es el caso de los coliformes fecales, en donde la muestras #5, 6, 7 y 9 presentan valores que pasan los límites permisibles por las normas que están siendo evaluadas. Esto puede ser por una posible falla en el sistema de red de distribución que está permitiendo el ingreso de contaminantes externos, perjudicando así la calidad del agua potable.

### 5.3 Resultados de encuestas realizadas al recinto Piñal de Arriba.

#### 5.3.1 Tabulación y gráfica de datos.

Tabla 28.- Datos de título de la vivienda que residen en el recinto de Piñal de Arriba.

Datos sobre el título de propiedad de la vivienda					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Propia	77	70,0	85,6	85,6
	Otro	13	11,8	14,4	100,0
	Total	90	81,8	100,0	
Perdidos	Sistema	20	18,2		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

TÍTULO DE PROPIEDAD DE LA VIVIENDA

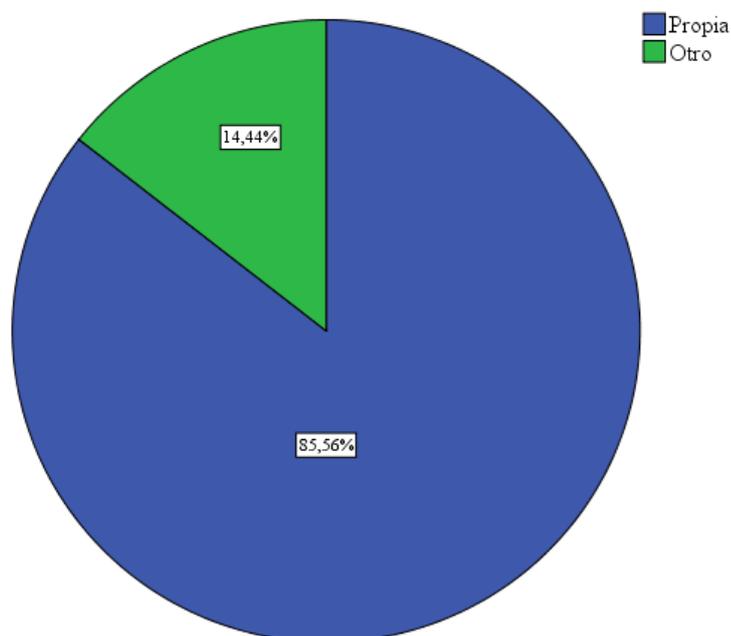


Ilustración 71.- Datos de título de la vivienda que residen en el recinto de Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 71 se observa que el 85.56% del total de encuestados presentan vivienda propia mientras que el 14.44% puede ser alquilada o perteneciente a otra persona.

Tabla 29.- Número de habitantes que residen en la vivienda.

Número de habitantes residentes en la vivienda					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
# de habitantes	1	4	3,6	4,4444	4,4
	2	20	18,2	22,2	26,7
	3	26	23,6	28,9	55,6
	4	17	15,5	18,9	74,4
	5	5	4,5	5,6	80,0
	6	10	9,1	11,1	91,1
	7	3	2,7	3,3	94,4
	8	3	2,7	3,3	97,8
	11	2	1,8	2,2	100,0
	Total		90	81,8	100,0
Perdidos	Sistema	20	18,2		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

CANTIDAD DE HABITANTES QUE RESIDEN EN LA VIVIENDA

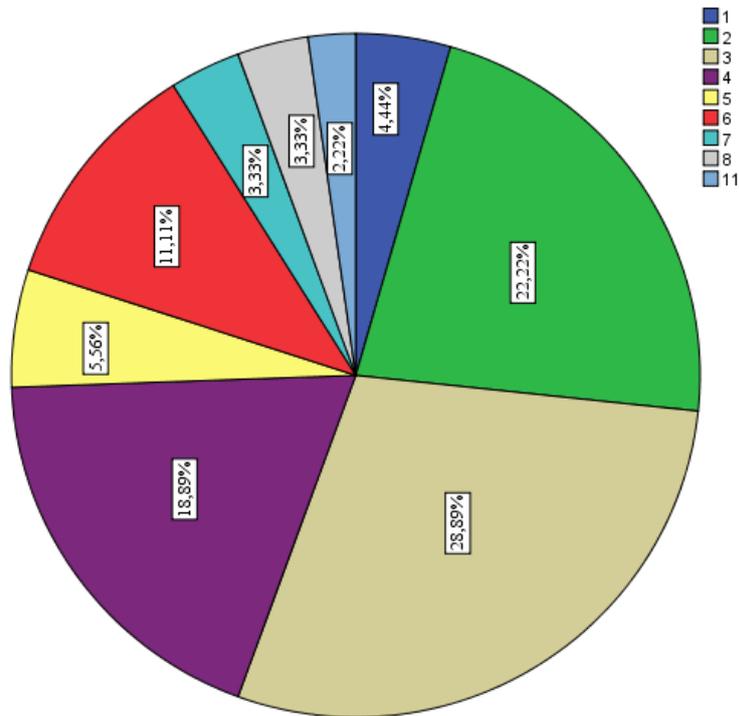


Ilustración 72.- Número de habitantes que residen en la vivienda.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración #72 se observa que, del total de los encuestados, en una vivienda puede llegar a residir un total de 3 hab., siendo esta el de mayor porcentaje con 28.89%, consecuente a este residen un total de 2 hab., siendo el segundo mayor porcentaje con 22.22%. Y así sucesivamente con los demás porcentajes

Tabla 30.- Eliminación de basura del recinto Piñal de Arriba.

**¿Cómo eliminan la basura?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Carro recolector de basura	88	80,0	97,8	97,8
	Incinera	1	,9	1,1	98,9
	Bota al terreno baldío/río	1	,9	1,1	100,0
	Total	90	81,8	100,0	
Perdidos	Sistema	20	18,2		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

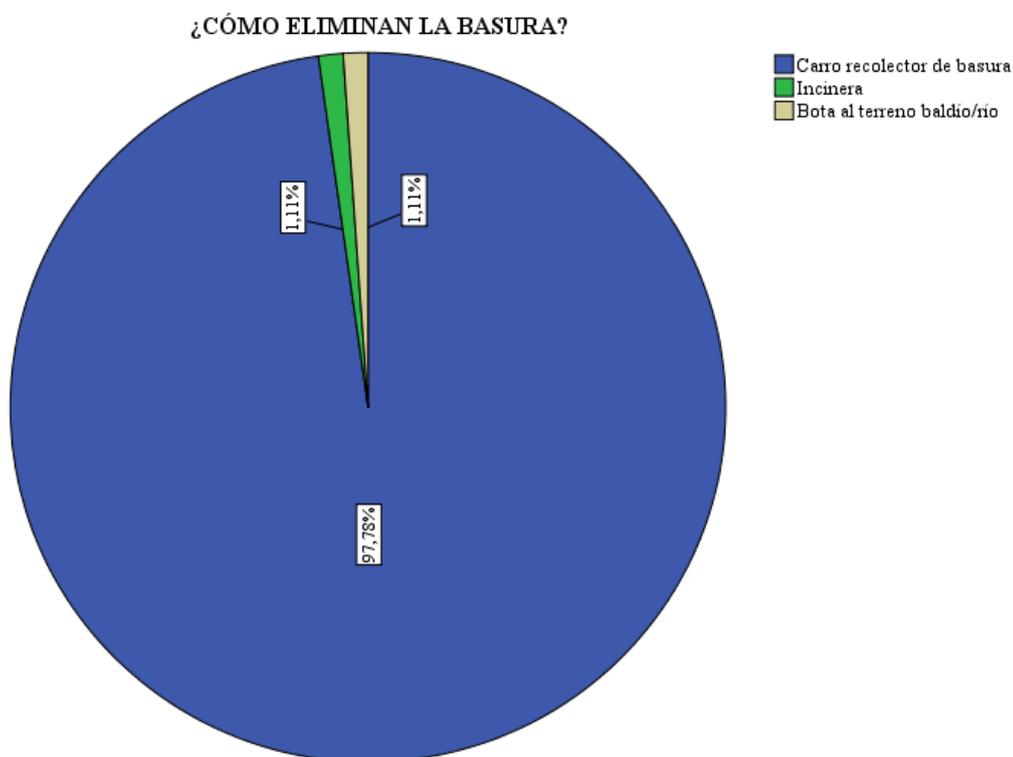


Ilustración 73.- Eliminación de basura del recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 73 se observa que, del total de encuestados, el 97.78% botan la basura por medio del carro recolector de basura, mientras que un porcentaje menor del 1.11% incineran e igual el 1.11% botan al terreno baldío/río.

Tabla 31.- Pago de servicio de recolección de basura en el recinto de Piñal de Arriba.

**¿Pagan por el servicio de recolección de basura?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	6	5,5	6,7	6,7
	No	83	75,5	93,3	100,0
	Total	89	80,9	100,0	
Perdidos	Sistema	21	19,1		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.  
 Para el pago del servicio de recolección lo realizan por medio de la planilla de luz eléctrica.

**¿PAGAN POR EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE BASURA?**

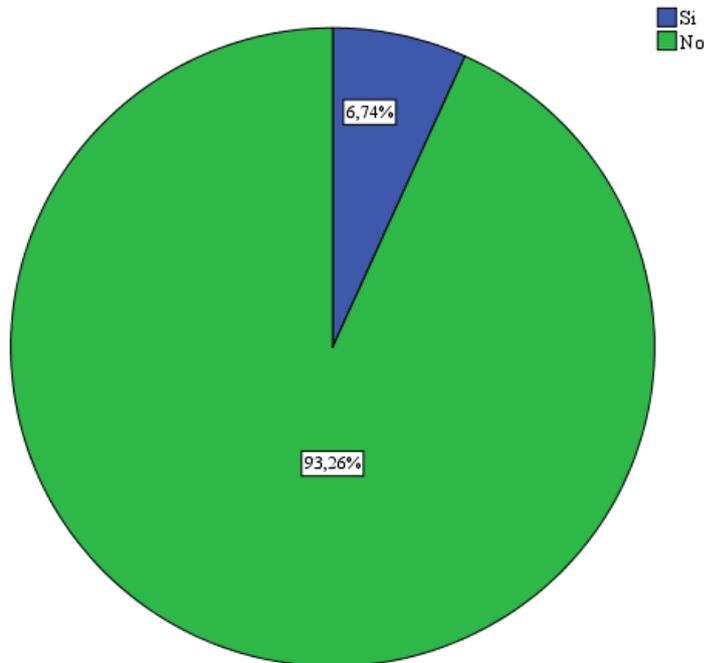


Ilustración 74.- Pago de servicio de recolección de basura en el recinto de Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 74 se observa que, del total de encuestados el 93.26% no pagan el servicio de recolección de basura y un 6.74% si paga por el servicio. A su vez comentan que lo realizan por medio de las planillas de luz eléctrica.

Tabla 32.- Días de recolección de basura en el recinto Piñal de Arriba.

**¿Qué días pasa el servicio de recolección?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Días de la semana	Miércoles	77	70,0	86,5	86,5
	Jueves	12	10,9	13,5	100,0
	Total	89	80,9	100,0	
Perdidos	Sistema	21	19,1		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿QUÉ DÍAS PASA EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN?**

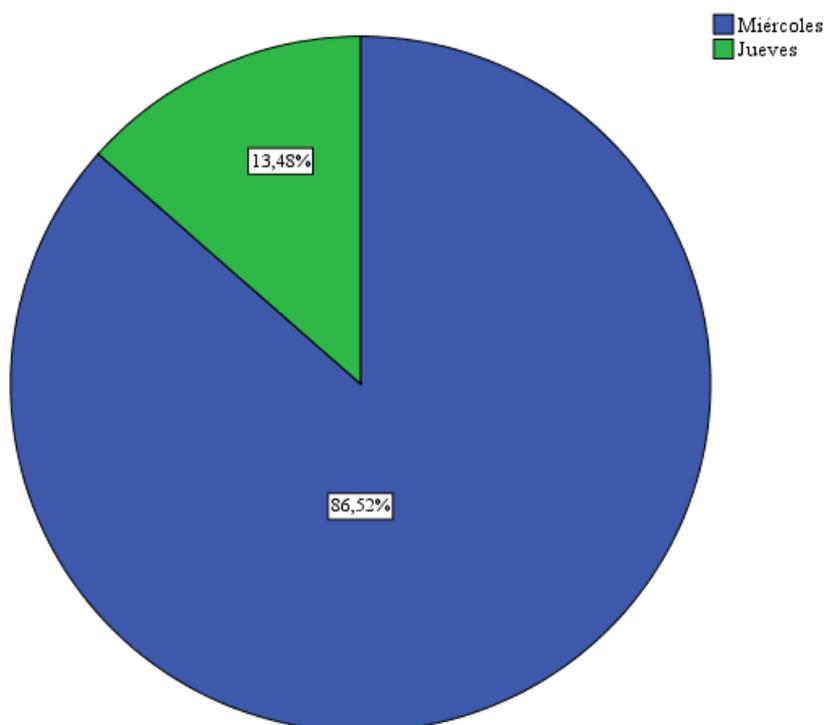


Ilustración 75.- Días de recolección de basura en el recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 75 se observa que, del total de encuestados el 86.52% mencionan que pasa los miércoles, mientras que el 13.48% dice que paso los jueves el carro recolector de basura.

Tabla 33.- Eliminación de las aguas servidas en el recinto Piñal de Arriba.

**¿Cómo eliminan las aguas servidas?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Fosa séptica	83	75,5	94,3	94,3
	Pozo ciego	1	,9	1,1	95,5
	Otros	4	3,6	4,5	100,0
	Total	88	80,0	100,0	
Perdidos	Sistema	22	20,0		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿CÓMO ELIMINAN LAS AGUAS SERVIDAS?**

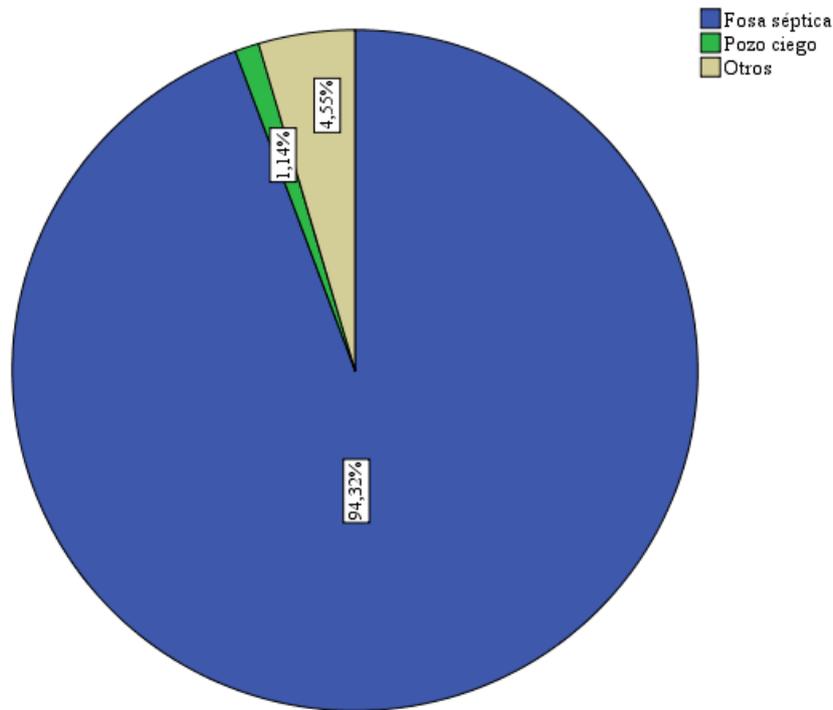


Ilustración 76.- Eliminación de las aguas servidas en el recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 76 se observa que, del total de encuestados el 94.32% eliminan las aguas servidas por medio de fosa séptica, el 1.14% a través de pozo ciego y el 4.55% eliminan las aguas botándola a sus alrededores.

Tabla 34.- Disponibilidad de transporte propio de los residentes del recinto Piñal de Arriba.

**¿Cuentan con medio de transporte propio?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	21	19,1	23,3	23,3
	No	69	62,7	76,7	100,0
	Total	90	81,8	100,0	
Perdidos	Sistema	20	18,2		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿CUENTAN CON MEDIO DE TRANSPORTE PROPIO?**

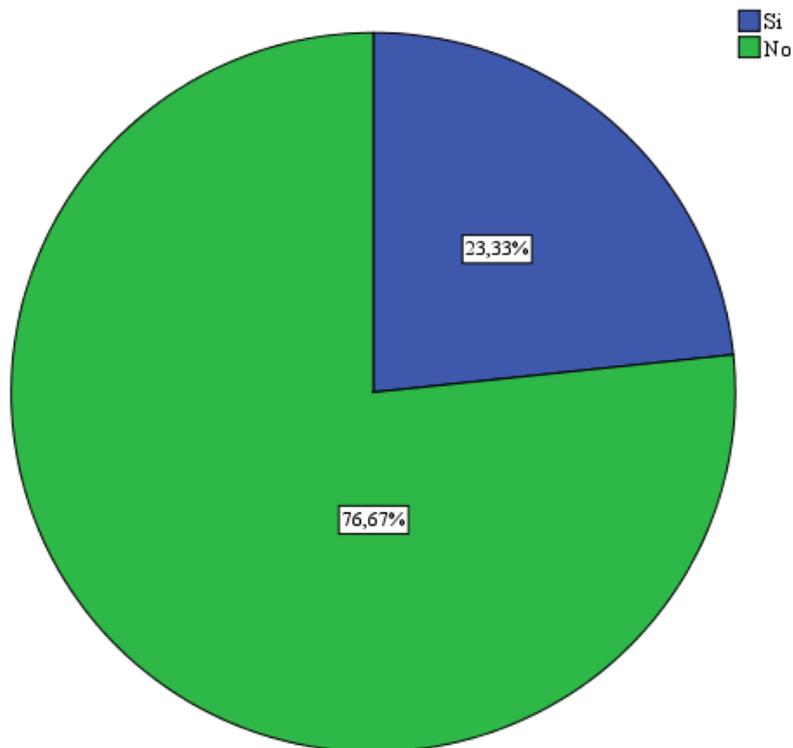


Ilustración 77.- Disponibilidad de transporte propio de los residentes del recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 77 se observa que, del total de encuestados el 76.67% de la comunidad no consta de un medio de transporte propio mientras que el 23.33% tienen la facilidad de tenerlo.

Tabla 35.- Tipo de transporte propio que tienen los residentes de Piñal de Arriba.

**¿Qué tipo de transporte propio tienen?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Moto	15	13,6	71,4	71,4
	Auto	6	5,5	28,6	100,0
	Total	21	19,1	100,0	
Perdidos	Sistema	89	80,9		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

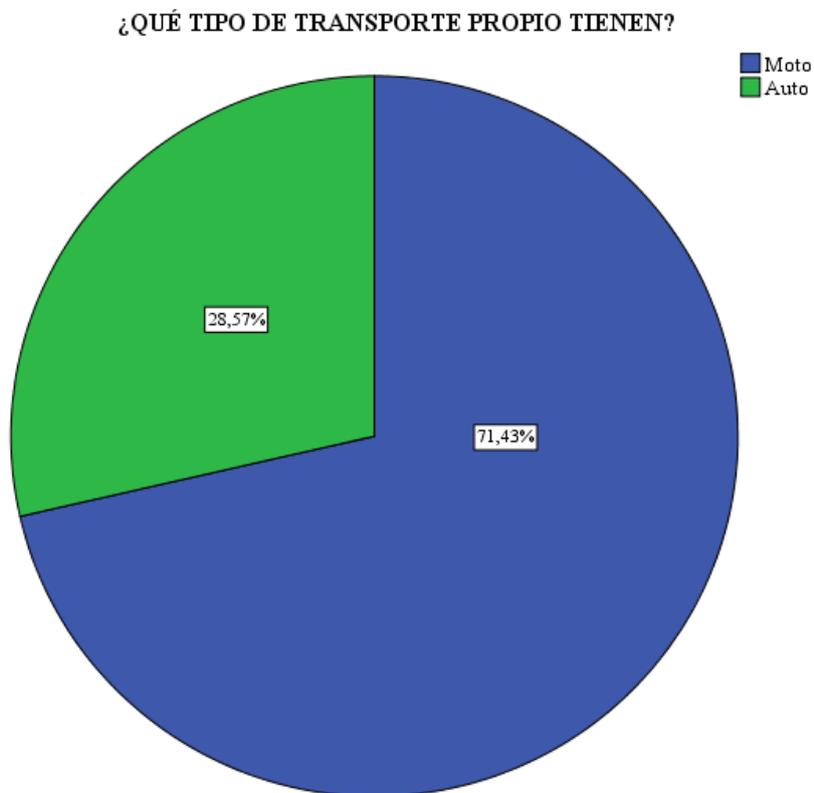


Ilustración 78.- Tipo de transporte propio que tienen los residentes de Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 78 se observa que, del total de encuestados el 71.43% de la comunidad como transporte propio consta de una moto, la cual facilita su movilización, mientras que un 28.57% dispone de un automóvil.

Tabla 36.- Tipo de transporte público que utilizan los residentes de Piñal de Arriba.

**¿Qué tipo de transporte público utiliza?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Moto-taxi	9	8,2	12,5	12,5
	Bus	60	54,5	83,3	95,8
	Otro	3	2,7	4,2	100,0
	Total	72	65,455 <sup>a</sup>	100,0	
Perdidos	Sistema	38	34,5		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

a. Entre los otros medio de transporte público que utilizan son camionetas o camiones.

**¿QUÉ TIPO DE TRANSPORTE PÚBLICO UTILIZA?**

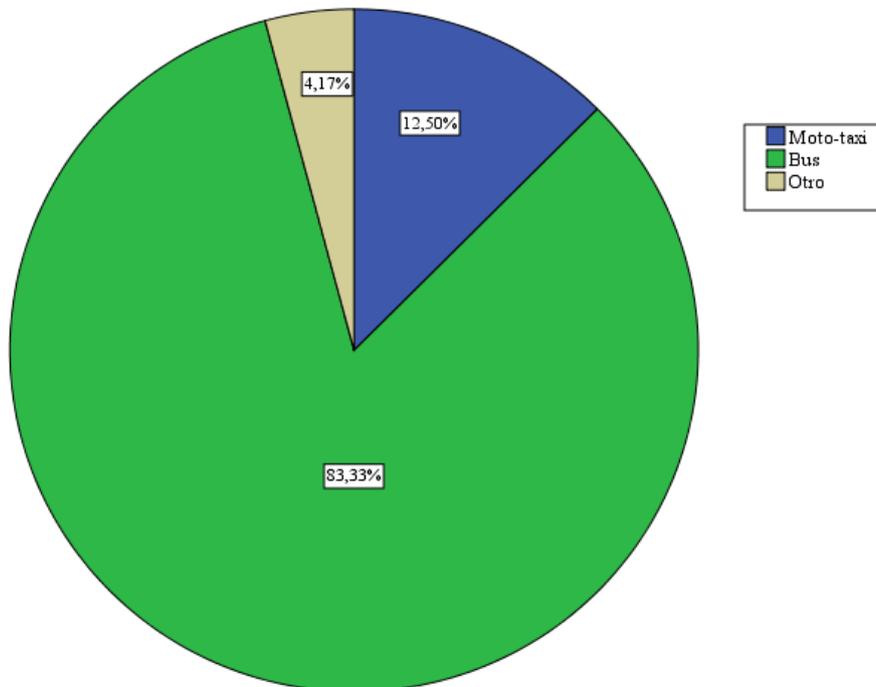


Ilustración 79.- Tipo de transporte público que tienen los residentes de Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 79 se observa que, del total de encuestados el 83.33% de la población utiliza como transporte público el bus, mientras que un 12.50% utiliza el mototaxi, y el 4.17% paga servicios a una camioneta para su transporte.

Tabla 37.- Costo del transporte público en el recinto de Piñal de Arriba.

**¿Qué precio tiene el transporte público**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	\$ 0,25 - 0,5	6	5,5	8,7	8,7
	\$ 0,5 - 0,75	18	16,4	26,1	34,8
	\$ 0,75 - 1,00	19	17,3	27,5	62,3
	\$ 1,00 - 1,50	17	15,5	24,6	87,0
	\$ 1,50 - 2,00	9	8,2	13,0	100,0
	Total	69	62,7	100,0	
Perdidos	Sistema	41	37,3		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿QUÉ PRECIO TIENE EL TRANSPORTE PÚBLICO?**

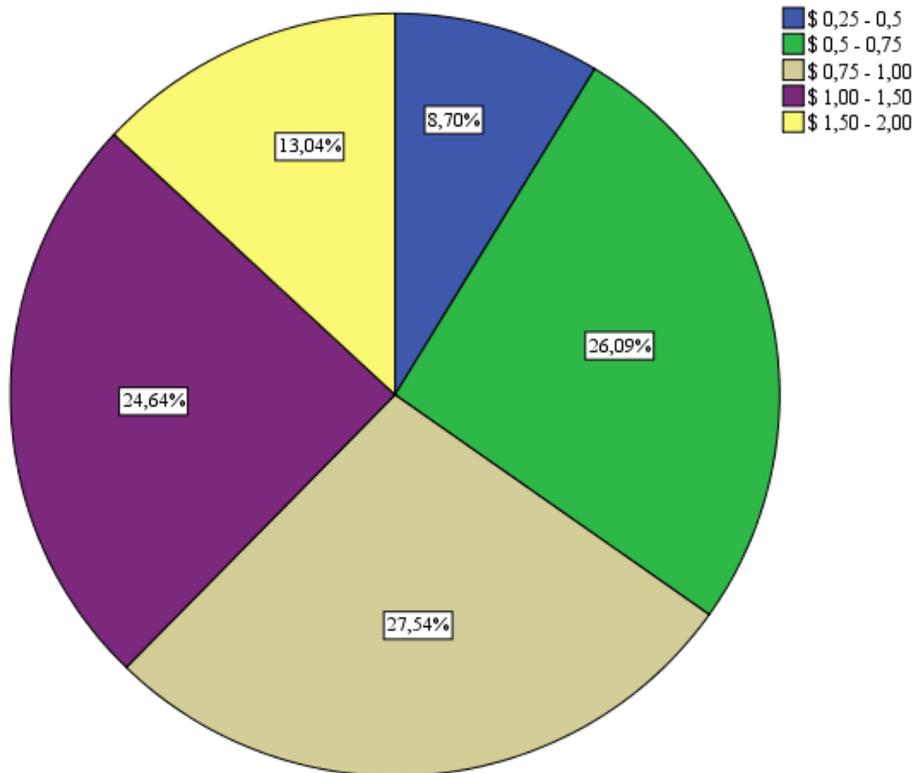


Ilustración 80.- Precio del transporte público que utilizan los residentes de Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 80 se observa que, del total de encuestados el 27.54% menciona que el precio está entre \$0.75 – 1.00 dólar americano, mientras que el 26.09% menciona que cuesta \$0.50 – 0.75 dólar americano, esto dependerá del medio de transporte que utilicen.

Tabla 38.- Ingreso mensual de los habitantes de Piñal de Arriba.

**¿Cuánto es el ingreso monetario que presenta al mes?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	\$ 50,00 - 100,00	6	5,5	10,0	10,0
	\$ 100,00 - 150,00	8	7,3	13,3	23,3
	\$ 150,00 - 200,00	14	12,7	23,3	46,7
	\$ 200,00 - 250,00	4	3,6	6,7	53,3
	\$ 250,00 - 300,00	4	3,6	6,7	60,0
	\$ 300,00 - 350,00	13	11,8	21,7	81,7
	\$ 350,00 - 400,00	11	10,0	18,3	100,0
	Total	60	54,5	100,0	
Perdidos	Sistema	50	45,5		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿CUÁNTO ES EL INGRESO MONETARIO QUE PRESENTA AL MES?**

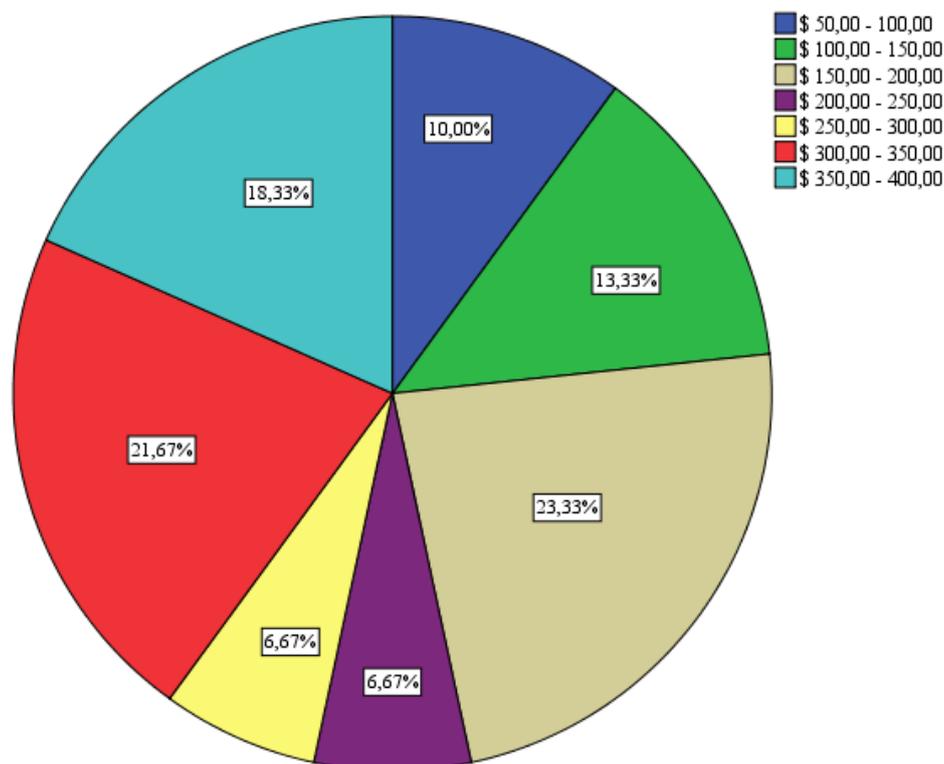


Ilustración 81.- Ingreso mensual de los habitantes de Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 81 se observa que, del total de encuestados el 21.67% de la población cuenta con un ingreso mensual de \$300 – 350 dólares americano en cierta forma representa un dinero estándar y sustentable para subsistir, y 10% cuenta con un ingreso mensual de \$ 50 -100 dólares americano siendo esta el monto más bajo.

Tabla 39.- Gasto mensual en alimentación de los habitantes de Piñal de Arriba.

¿Cuánto gasta en alimentación al mes?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	\$ 50,00 - 100,00	28	25,5	40,0	40,0
	\$ 100,00 - 150,00	18	16,4	25,7	65,7
	\$ 150,00 - 200,00	2	1,8	2,9	68,6
	\$ 20,00 - 50,00	16	14,5	22,9	91,4
	\$ 10,00 - 20,00	1	,9	1,4	92,9
	\$ 200,00 - 250,00	1	,9	1,4	94,3
	\$ 250,00 - 300,00	4	3,6	5,7	100,0
	Total	70	63,6	100,0	
Perdidos	Sistema	40	36,4		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

¿CUÁNTO GASTA EN ALIMENTACIÓN AL MES?

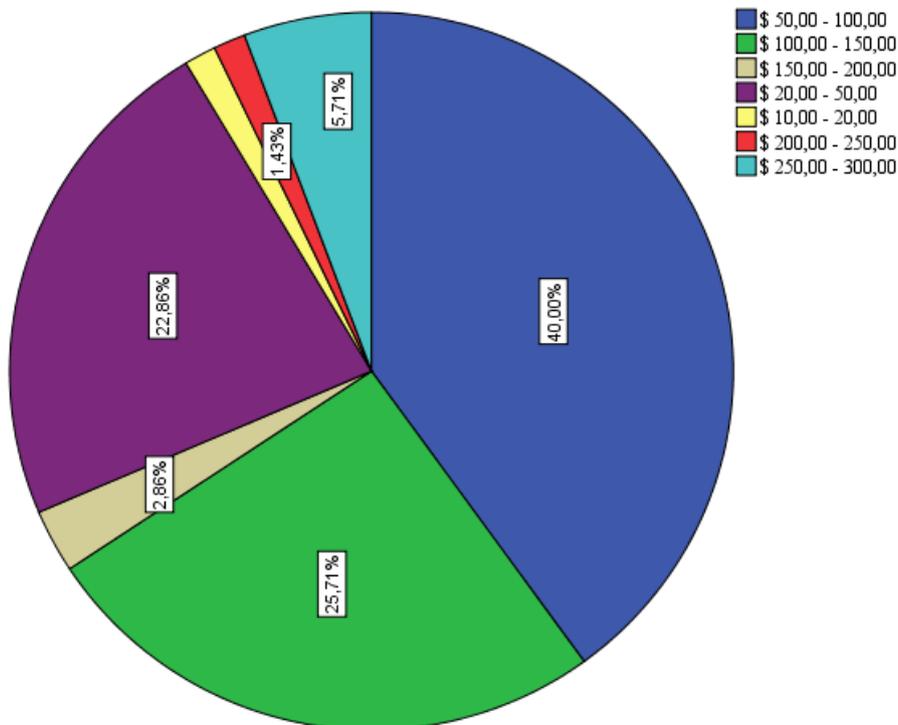


Ilustración 82.- Gasto mensual en alimentación de los habitantes de Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 82 se observa que, del total de encuestados el 40% de la población tiene un gasto mensual de \$50 – 100 dólares americanos y 1.43% tiene un gasto de \$200 – 250 dólares americanos. Según (INEC, 2019) “El monto de la canasta básica familiar tiene un monto de \$735.47”. Comparando valores los moradores del recinto no pueden abastecerse de manera correcta, debido a que, sus ingresos se encuentran por debajo de la canasta familiar y se asemeja a sus egresos.

Tabla 40.- Gasto mensual en medicinas de los habitantes de Piñal de Arriba.

¿Cuánto gasta en medicinas al mes?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	\$ 50,00 - 100,00	16	14,5	55,2	55,2
	\$ 100,00 - 150,00	3	2,7	10,3	65,5
	\$ 10,00 - 20,00	7	6,4	24,1	89,7
	\$ 20,00 - 30,00	2	1,8	6,9	96,6
	\$ 30,00 - 40,00	1	,9	3,4	100,0
	Total	29	26,4	100,0	
Perdidos	Sistema	81	73,6		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

¿CUÁNTO GASTA EN MEDICINAS AL MES?

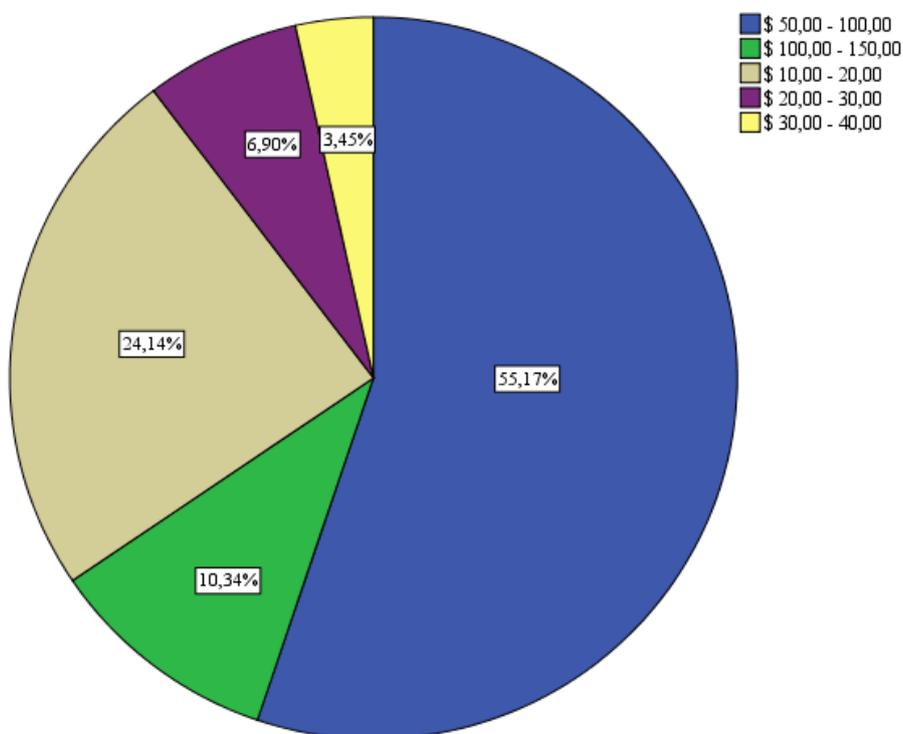


Ilustración 83.- Gasto mensual en medicinas de los habitantes de Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 83 se observa que, del total de encuestados el 55.17% tiene un gasto de \$50 – 100 dólares americanos en medicinas mensual, mientras que un 10.34% gasta entre \$100 – 150 dólares americanos al mes, lo cual es un precio elevado para medicinas. Y en el mejor de los casos solo un 24.14% gasta \$10 – 20 dólares americanos para la medicina mensual.

Tabla 41.- Gasto mensual en educación de los habitantes de Piñal de Arriba.

**¿Cuánto gasta en educación al mes?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	\$ 50,00 - 100,00	8	7,3	72,7	72,7
	\$ 100,00 - 150,00	1	,9	9,1	81,8
	\$ 150,00 - 200,00	2	1,8	18,2	100,0
	Total	11	10,0	100,0	
Perdidos	Sistema	99	90,0		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿CUÁNTO GASTA EN EDUCACIÓN AL MES?**

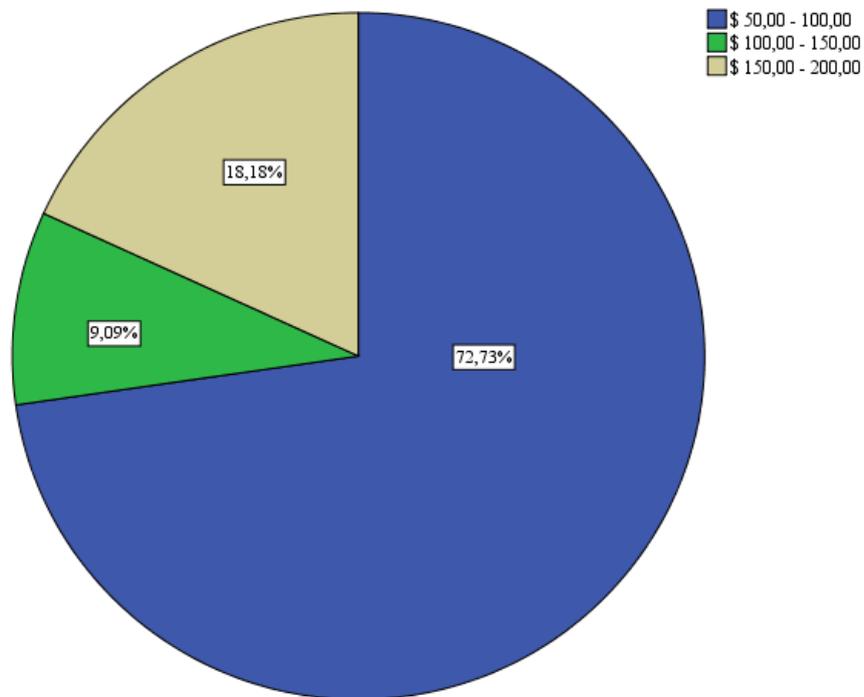


Ilustración 84.- Gasto mensual en educación de los habitantes de Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 84 se observa que, del total de encuestados un 72.73% tiene un gasto mensual de \$50 – 100 dólares americanos, y en el peor de los casos solo un 9.09% de la población tienen un gasto de \$100 -150 dólares americanos en educación.

Tabla 42.- Gasto mensual en transporte de los habitantes de Piñal de Arriba.

**¿Cuánto gasta en transporte al mes?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	\$ 5,00 - 10,00	9	8,2	22,5	22,5
	\$ 10,00 - 20,00	7	6,4	17,5	40,0
	\$ 20,00 - 40,00	23	20,9	57,5	97,5
	\$ 50,00 - 60,00	1	,9	2,5	100,0
	Total	40	36,4	100,0	
Perdidos	Sistema	70	63,6		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿CUÁNTO GASTA EN TRANSPORTE AL MES?**

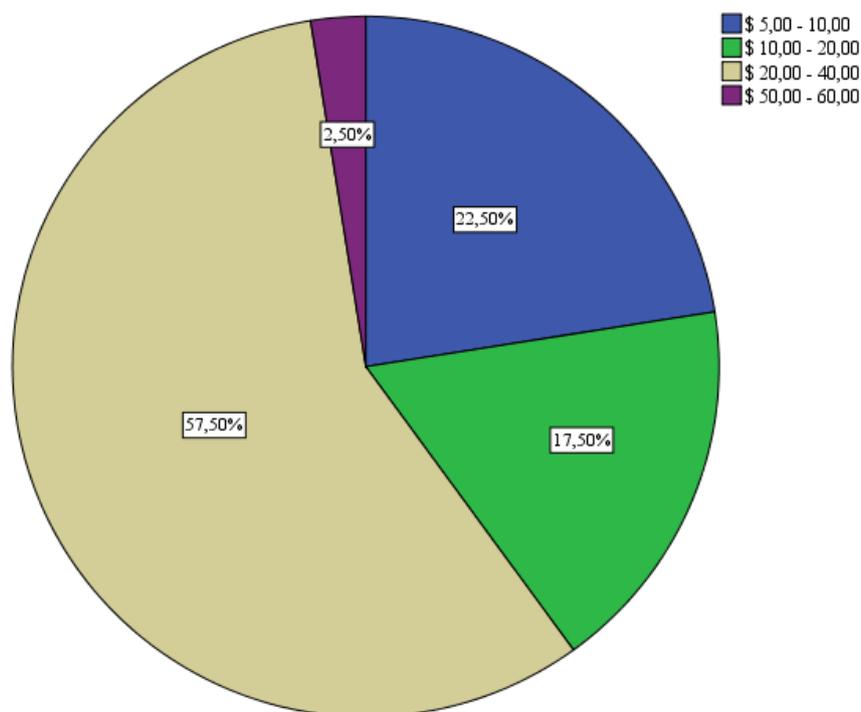


Ilustración 85.- Gasto mensual en transporte de los habitantes de Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 85 se observa que, del total de encuestados el 57.50% tiene un gasto de \$20 – 40 dólares americanos para su transporte mensual. Y sólo un pequeño porcentaje de 2.50% tiene un gasto elevado de \$50 – 60 dólares americanos, bien puede ser por la constante necesidad de viajar fuera del recinto a sus lugares de trabajo correspondiente.

Tabla 43.- Gasto mensual en agua de los habitantes de Piñal de Arriba.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	\$ 1,00 - 5,00	89	80,9	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	21	19,1		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

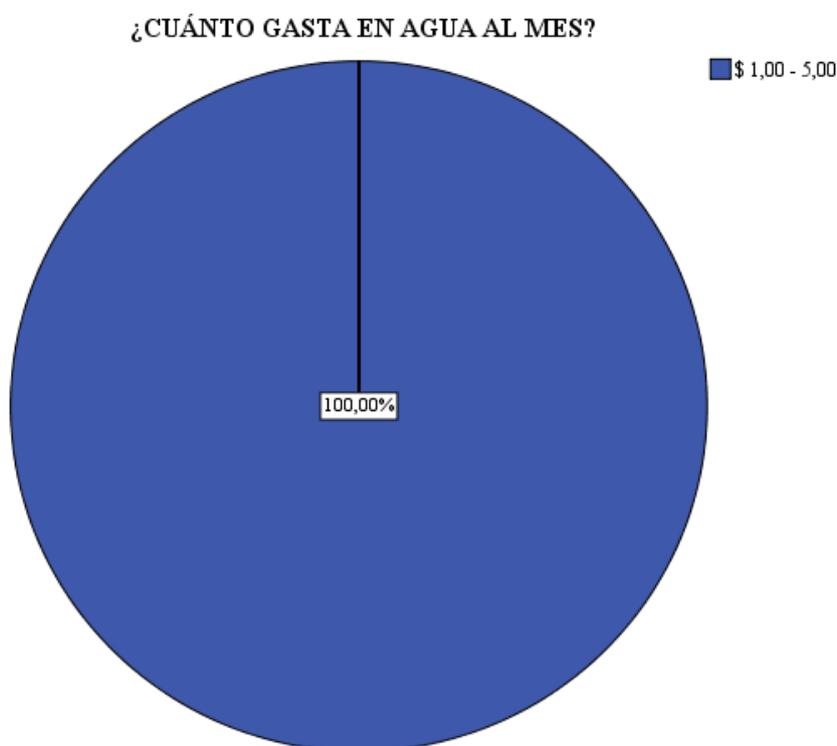


Ilustración 86.- Gasto mensual en agua de los habitantes de Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 86 se observa que, del total de encuestados el 100% tiene un gasto mensual de \$1 – 5 dólares americanos en el consumo de agua potable. Sin embargo, se debe recalcar que los moradores del recinto pagan \$3 dólares americanos por el servicio. A pesar de que el 100% indica pagar el servicio, existe un % que no paga según la directiva del recinto.

Tabla 44.- Gasto mensual en luz eléctrica de los habitantes de Piñal de Arriba.

**¿Cuánto gasta en luz eléctrica al mes?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	\$ 1,00 - 5,00	9	8,2	10,8	10,8
	\$ 5,00 - 10,00	40	36,4	48,2	59,0
	\$ 10,00 - 15,00	22	20,0	26,5	85,5
	\$ 15,00 - 20,00	8	7,3	9,6	95,2
	\$ 25,00 - 30,00	3	2,7	3,6	98,8
	\$ 30,00 - 35,00	1	,9	1,2	100,0
	Total	83	75,5	100,0	
Perdidos	Sistema	27	24,5		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿CUÁNTO GASTA EN LUZ ELÉCTRICA AL MES?**

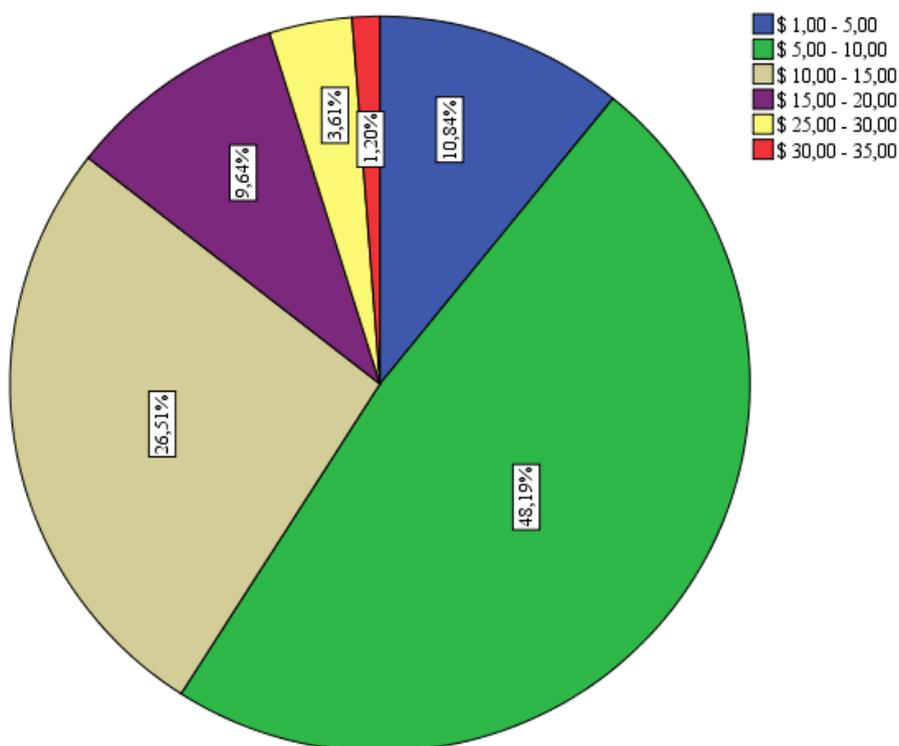


Ilustración 87.- Gasto mensual en luz eléctrica de los habitantes de Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 87 se observa que, del total de encuestados el 48.19% tiene un gasto mensual de \$5 – 10 dólares americanos lo cual es un precio razonable para una comunidad que prescinde de alumbrado eléctrico y sistema de alcantarillado, sin embargo, el 1.20% tiene un gasto de \$30 -35 dólares americanos.

Tabla 45.- Gasto mensual en teléfono de los habitantes de Piñal de Arriba.

**¿Cuánto gasta en teléfono al mes?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	\$ 1,00 - 5,00	3	2,7	33,3	33,3
	\$ 5,00 - 10,00	2	1,8	22,2	55,6
	\$ 10,00 - 15,00	2	1,8	22,2	77,8
	\$ 20,00 - 25,00	2	1,8	22,2	100,0
	Total	9	8,2	100,0	
Perdidos	Sistema	101	91,8		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿CUÁNTO GASTA EN TELÉFONO AL MES?**

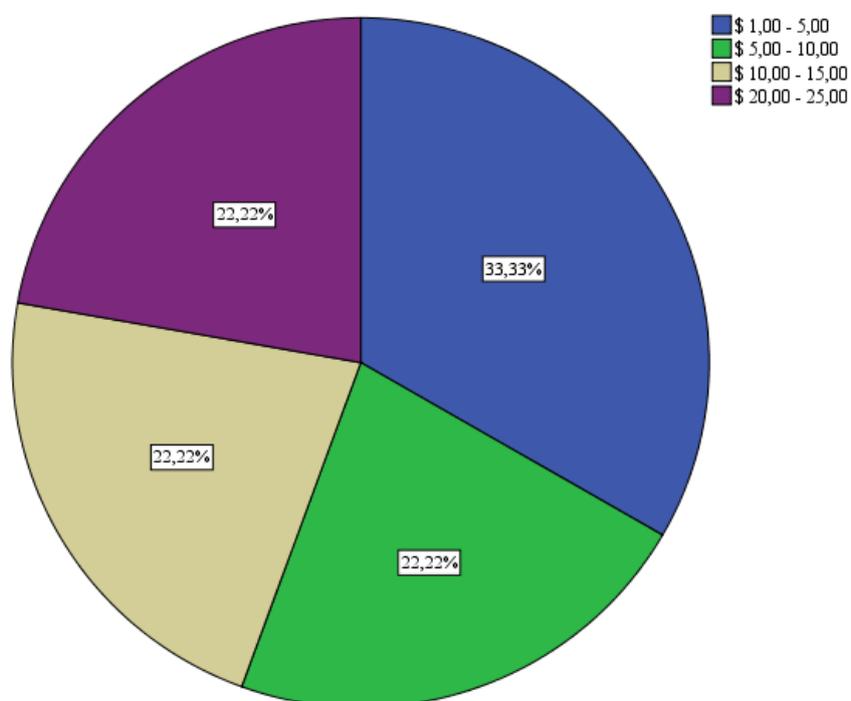


Ilustración 88.- Gasto mensual en teléfono de los habitantes de Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 88 se observa que, del total de encuestados el 33.33% tiene un gasto mensual de \$1 – 5 dólares americanos, y el resto con un total de 22.22% oscila un gasto entre \$5 a 25 dólares americano. A lo mejor, muchos de los moradores del recinto cuentan con un plan económico con alguna operadora.

Tabla 46.- Pregunta sobre disponibilidad de agua potable en el recinto Piñal de Arriba.

**¿Cuenta con agua potable en su vivienda?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	90	81,8	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	20	18,2		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿CUENTA CON AGUA POTABLE EN SU VIVIENDA?**

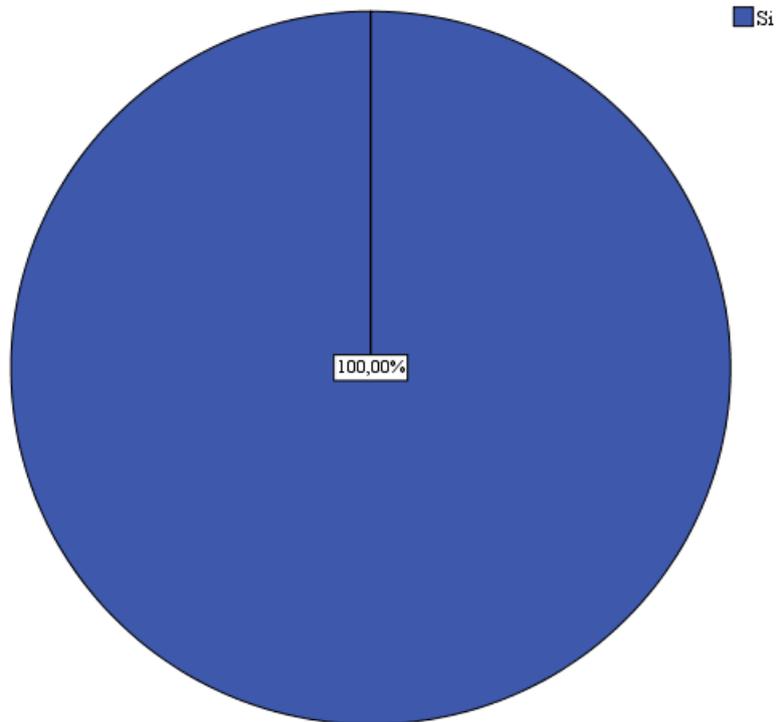


Ilustración 89.- Pregunta sobre disponibilidad de agua potable en el recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 89 se observa que, del total de encuestados el 100% tiene agua potable en sus viviendas. Siendo de mucha facilidad para el consumo de cada morador del recinto de Piñal de Arriba. Sin embargo, algunas viviendas muestreadas presentan coliformes acorde a los análisis de laboratorio (Capítulo V, sección 5.2), por ende, deja de ser considerada agua potable.

Tabla 47.- Disponibilidad de medidor de agua en el recinto Piñal de Arriba.

		¿Posee medidor?			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	No	90	81,8	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	20	18,2		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

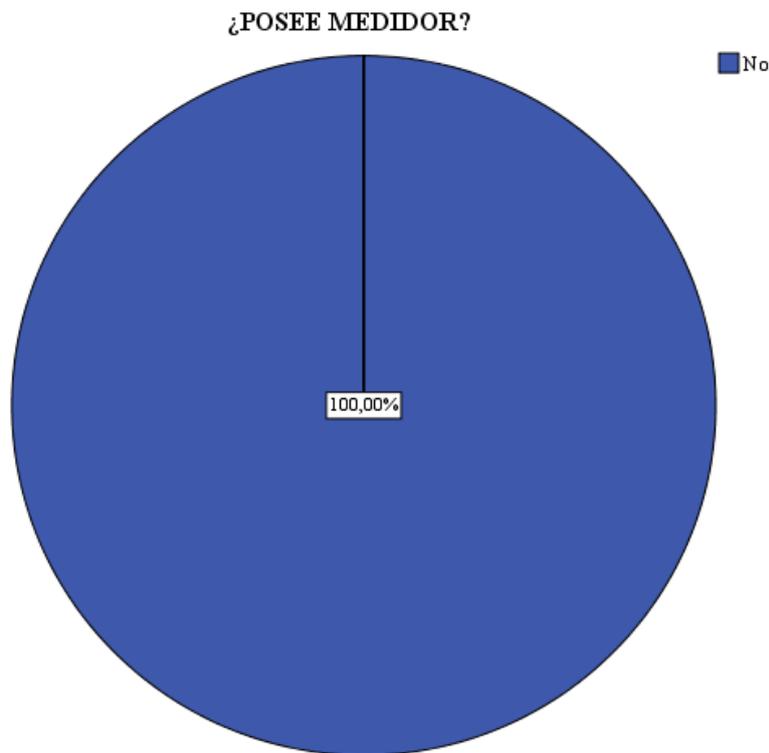


Ilustración 90.- Disponibilidad de medidor de agua en el recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 90 se observa que, del total de encuestados el 100% no tiene medidor de agua potable en sus viviendas. Ocasionando que los moradores de la comunidad obtengan agua en la mayoría de forma gratuita, por ende, los inconvenientes de no querer pagar por un servicio. Además, al no tener medidor podría consumir un gasto elevado generando desabastecimiento a otros usuarios del sistema.

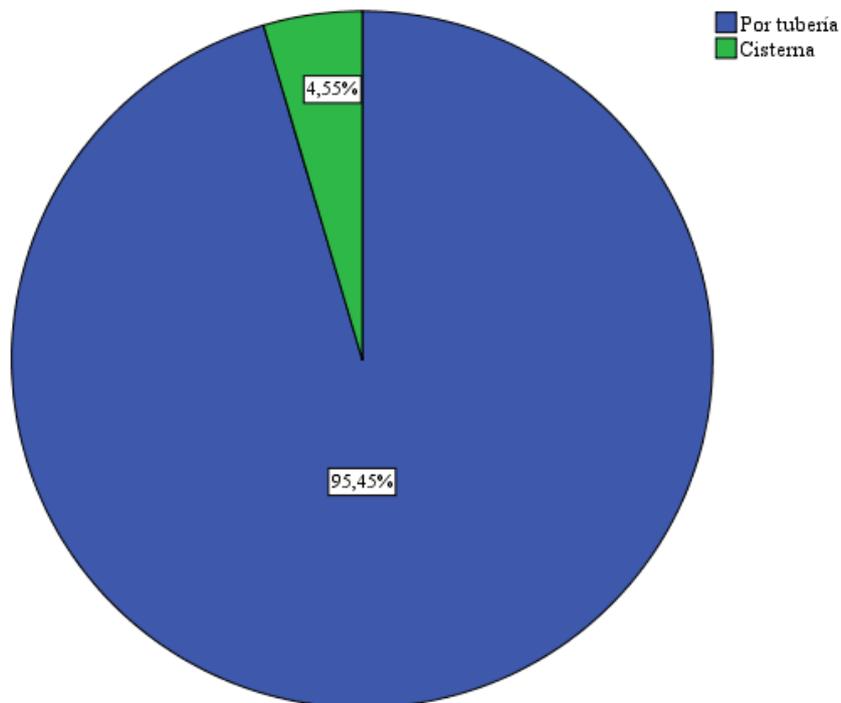
Tabla 48.- *Forma de abastecerse de agua potable en el recinto Piñal de Arriba.*

**¿Cómo se abastece de agua?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Por tubería	84	76,4	95,5	95,5
	Cisterna	4	3,6	4,5	100,0
	Total	88	80,0	100,0	
Perdidos	Sistema	22	20,0		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿CÓMO SE ABASTECE DE AGUA?**



*Ilustración 91.- Forma de abastecerse de agua potable en el recinto Piñal de Arriba.*

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 91 se observa que, del total de encuestados el 95.45% se abastece de tuberías, y un 4.55% se abastece por medio de cisternas. En el peor de los casos se tienen que abastecer del río en los puntos más alejados.

Tabla 49.- Lugar donde almacenan el agua obtenida en el recinto Piñal de Arriba.

		Respuestas		Porcentaje de casos
		Nº	Porcentaje	
¿Dónde almacena el agua que reciben?	Tanques	81	90,0%	92,0%
	Cisternas	4	4,4%	4,5%
	Tanque elevado	5	5,6%	5,7%
Total		90	100,0%	102,3%

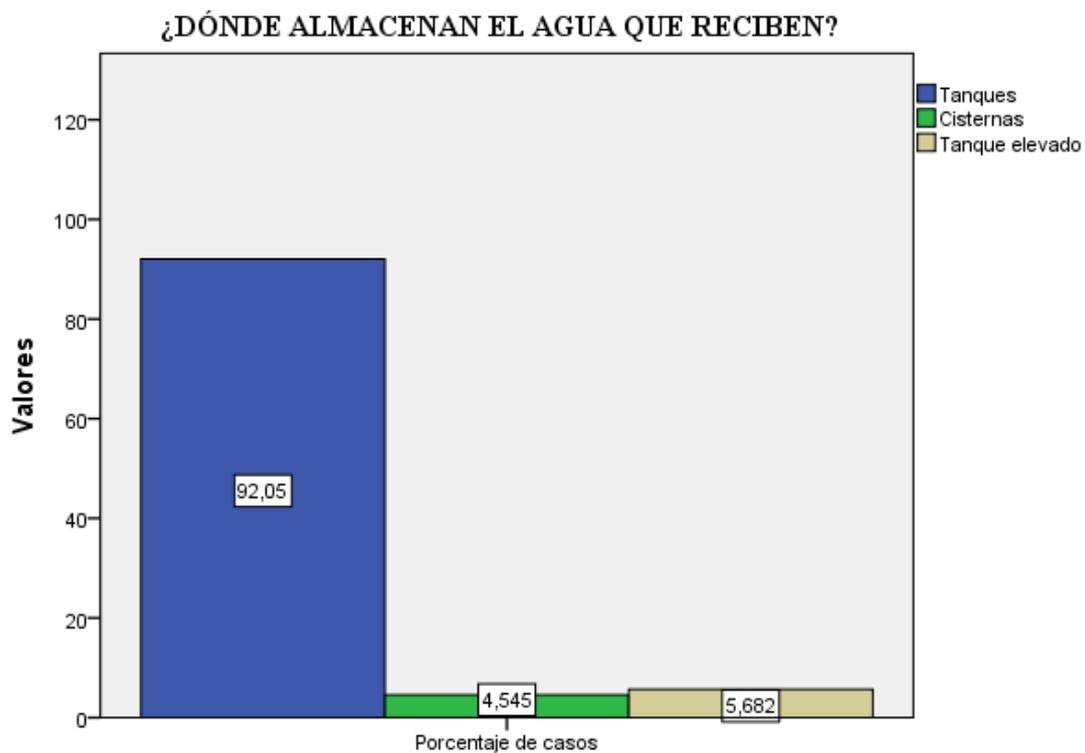


Ilustración 92.- Lugar donde almacenan el agua obtenida en el recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 92 se observa que, del total de encuestados el 92.05% tiene sus recipientes de almacenamiento (tanques) para el agua potable, 4.54% disponen de cisternas y un 5.68% tanques elevados.

Tabla 50.- Número de tanques de almacenamiento de los habitantes de Piñal de Arriba.

**¿Cuántos tanques de almacenamiento tiene?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	14	12,7	17,3	17,3
	2	38	34,5	46,9	64,2
	3	22	20,0	27,2	91,4
	4	3	2,7	3,7	95,1
	5	3	2,7	3,7	98,8
	6	1	,9	1,2	100,0
	Total	81	73,6	100,0	
Perdidos	Sistema	29	26,4		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿CUÁNTOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO TIENE?**

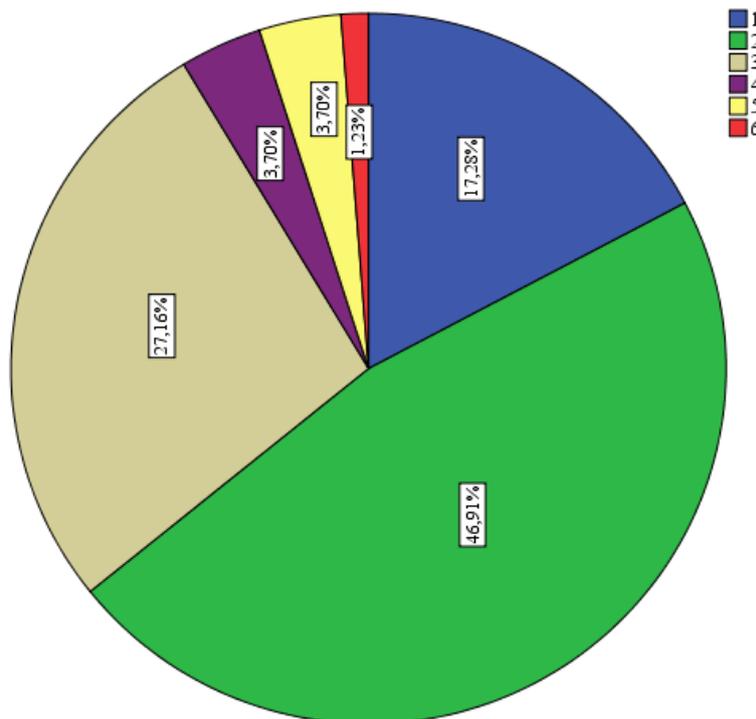


Ilustración 93.- Número de tanques de almacenamiento de los habitantes de Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 93 se observa que, del total de encuestados, el 1.23% consta de 6 tanques de almacenamiento, la razón puede ser que presenta un gran número de habitantes en su residencia. Mientras que lo más común en recinto es 2 tanque scon un total de 46.91%.

Tabla 51.- Conservación de los tanques de almacenamiento en el recinto Piñal de Arriba.

**¿El tanque permanece tapado una vez puesta el agua?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	70	63,6	87,5	87,5
	No	10	9,1	12,5	100,0
	Total	80	72,7	100,0	
Perdidos	Sistema	30	27,3		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿EL TANQUE PERMANECE TAPADO UNA VEZ PUESTA EL AGUA?**

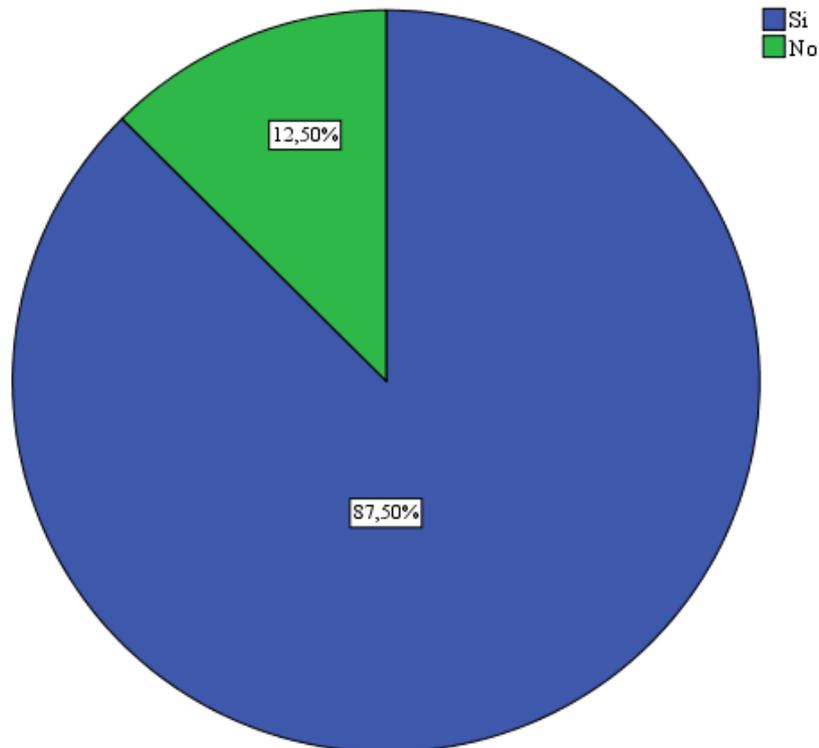


Ilustración 94.- Conservación de los tanques de almacenamiento en el recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 94 se observa que, del total de encuestados el 87.50% de los habitantes del recinto mantienen tapado el recipiente de almacenamiento, mientras que un 12.50% no lo realiza, pudiendo contaminar el agua que almacena ya sea de coliformes tal como se muestra en análisis de laboratorio realizado en las viviendas (Capítulo V, sección 5.2)

Tabla 52.- Número de limpieza de los tanques de almacenamiento en el recinto Piñal de Arriba.

**¿Cuántas veces limpia el tanque donde almacena el agua?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	menos de 2 veces por semana	35	31,8	43,8	43,8
	más de 2 veces por semana	42	38,2	52,5	96,3
	cuando me acuerdo	3	2,7	3,8	100,0
	Total	80	72,7	100,0	
Perdidos	Sistema	30	27,3		
Total		110	100,0		

Realizado por: (Autor, 2019)

**¿CUÁNTAS VECES LIMPIA EL TANQUE DONDE ALMACENA EL AGUA?**

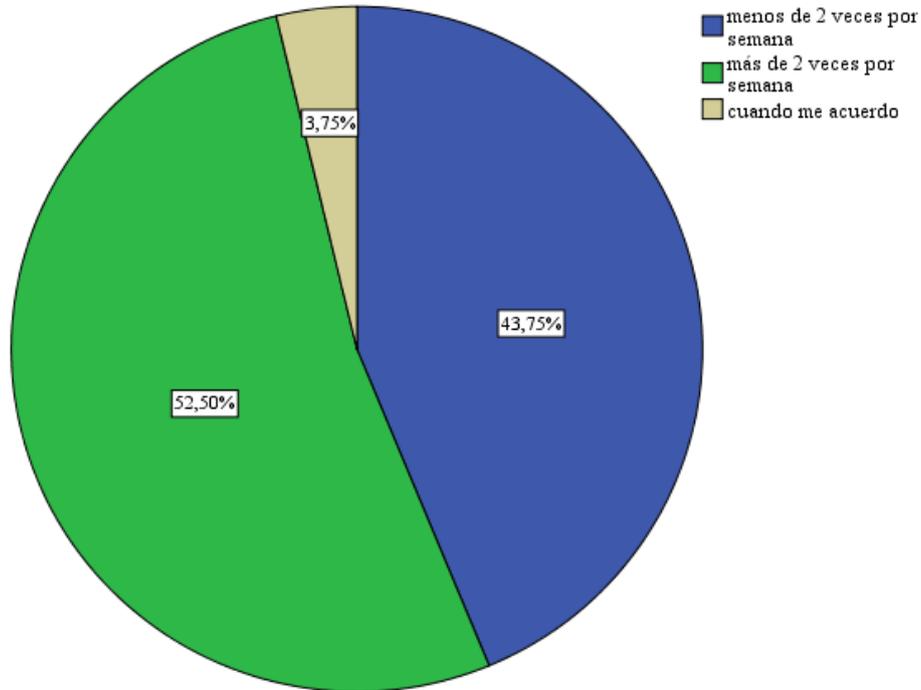


Ilustración 95.- Número de limpieza de los tanques de almacenamiento en el recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 95 se observa que, del total de encuestados el 52.50% hacen conciencia por limpiar su recipiente de almacenamiento más de 2 veces por semana. Mientras que existe un porcentaje menor de 3.75% que lo realiza cuando se acuerda, lo cual, puede ser perjudicial para la salud de la persona porque sigue almacenando más agua contaminada junto con la nueva.

Tabla 53.- *Uso del agua posterior al ingreso de agua nueva en el recinto de Piñal de Arriba.*

**¿Qué hacen con el agua antes almacenada cuando viene nueva agua?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	La tiran	15	13,6	18,8	18,8
	La almacenan en otro tanque	10	9,1	12,5	31,3
	Para usos domésticos	55	50,0	68,8	100,0
	Total	80	72,7	100,0	
Perdidos	Sistema	30	27,3		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿QUÉ HACEN CON EL AGUA ANTES ALMACENADA CUANDO VIENE NUEVA AGUA?**

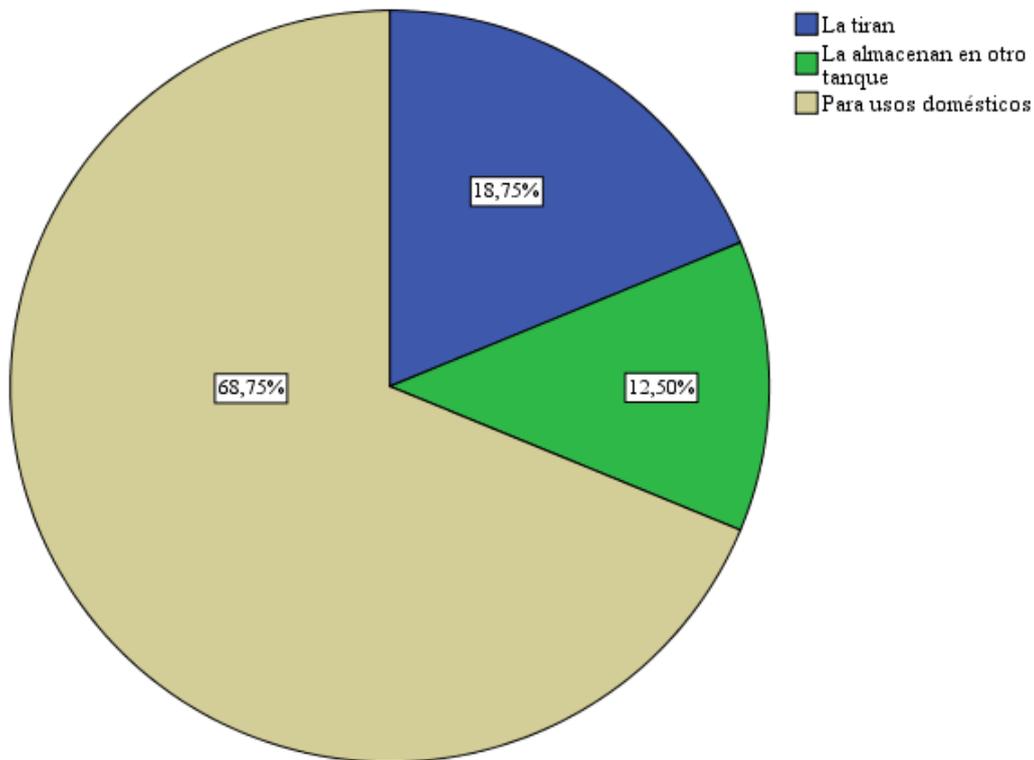


Ilustración 96.- *Uso del agua posterior al ingreso de agua nueva en el recinto de Piñal de Arriba.*

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 96 se observa que, del total de encuestados el 68.75% de los habitantes usan el agua residual para fines domésticos, en el caso más preocupante y que no le realizan otro uso el 18.75% la tiran.

Tabla 54.- Añadidura extra de cloro al agua que almacenan en el recinto Piñal de Arriba.

**¿Añaden cloro al agua que almacenan para desinfectar?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	15	13,6	18,1	18,1
	No	68	61,8	81,9	100,0
	Total	83	75,5	100,0	
Perdidos	Sistema	27	24,5		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿AÑADEN CLORO AL AGUA QUE ALMACENAN PARA DESINFECTAR?**

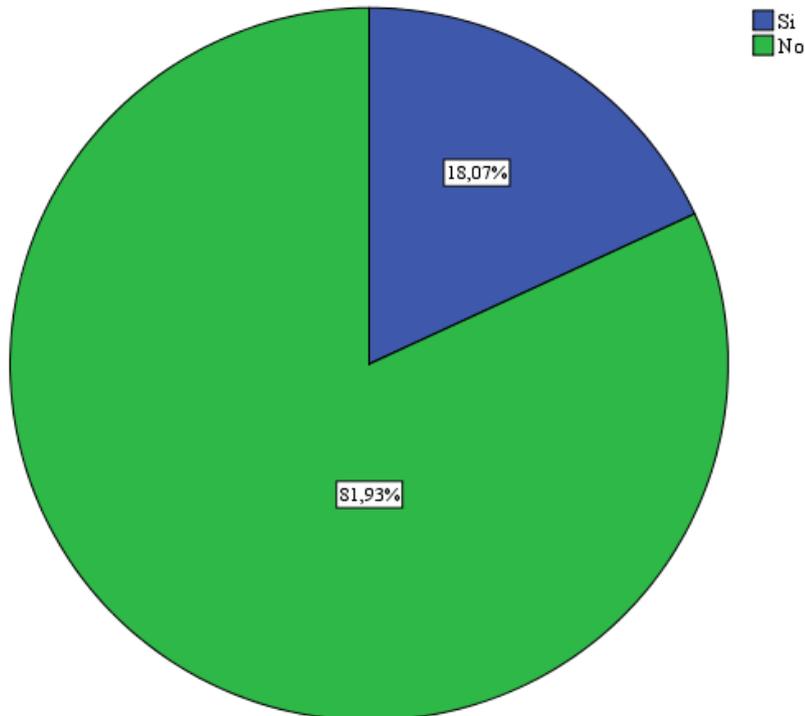


Ilustración 97.- Añadidura extra de cloro al agua que almacenan en el recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 97 se observa que, del total de encuestados el 81.93% de los moradores no utilizan cloro adicional para desinfectar el agua que almacenan en los tanques que disponen. Sin embargo, el 18.07% si lo realiza, ya sea por cuestiones de seguridad.

Tabla 55.- Cantidad de cloro que añaden al agua almacenada en el recinto Piñal de Arriba.

**¿Qué cantidad le añaden de cloro al agua?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1 gota	5	4,5	38,5	38,5
	2 gotas	5	4,5	38,5	76,9
	3 gotas	1	,9	7,7	84,6
	mas de 5 gotas	2	1,8	15,4	100,0
	Total	13	11,8	100,0	
Perdidos	Sistema	97	88,2		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿QUÉ CANTIDAD LE AÑADEN DE CLORO AL AGUA?**

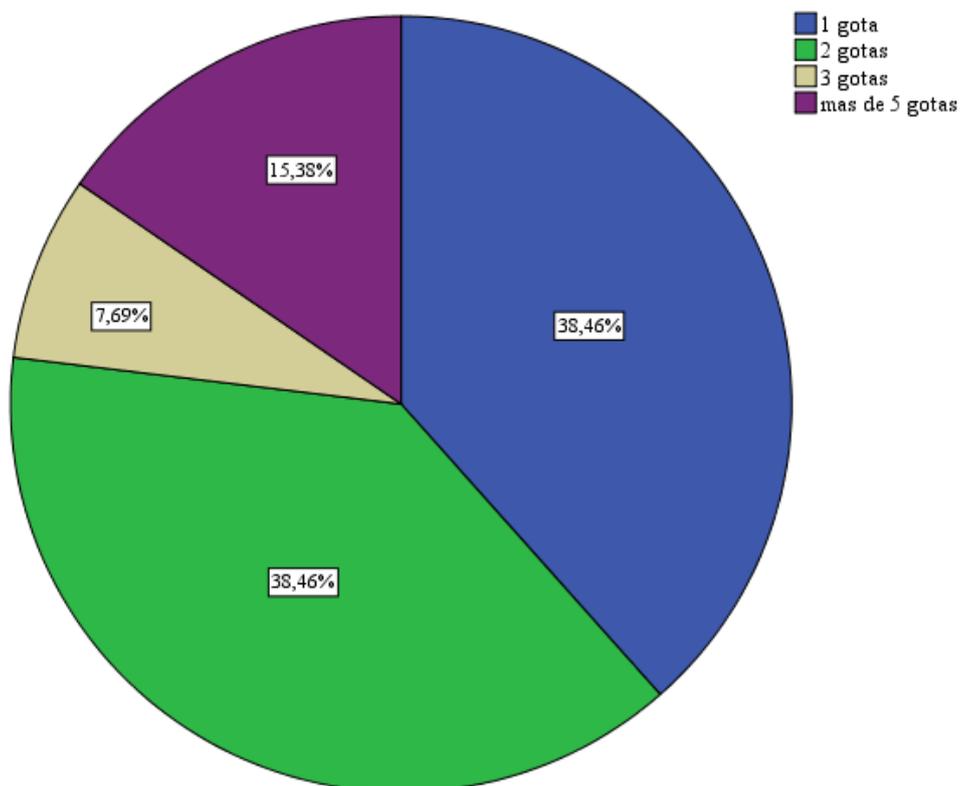


Ilustración 98.- Cantidad de cloro que añaden al agua almacenada en el recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 98 se observa que, del porcentaje de encuestados que añaden cloro extra el 38.46% añade entre 1 gota/tanque (Tanque aprox. 250 ml), mientras que un 15.38% le añade más de 5 gotas/tanque.

Tabla 56.- Días de la semana que disponen de agua los habitantes del recinto de Piñal de Arriba.

		Respuestas		Porcentaje de casos
		Nº	Porcentaje	
¿Qué días de la semana dispone de agua?	Lunes	59	21,9%	65,6%
	Martes	31	11,5%	34,4%
	Miercoles	59	21,9%	65,6%
	Jueves	31	11,5%	34,4%
	Viernes	59	21,9%	65,6%
	Sábado	31	11,5%	34,4%
Total		270	100,0%	300,0%



Ilustración 99.- Días de la semana que disponen de agua los habitantes del recinto de Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 99 hace referencia a los días que disponen de agua potable con un 65.56% disponen lunes, miércoles y viernes, mientras que un 34.44% solo dispone martes, jueves y sábado. Esto se debe a que el recinto está dividido en 3 zonas para abastecer de agua potable.

Tabla 57.- Horas de disponibilidad de agua potable en el recinto Piñal de Arriba.

		¿Cuántas horas del día tienen servicio de agua potable?			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	3 horas	4	3,6	4,4	4,4
	4 horas	22	20,0	24,4	28,9
	5 horas	47	42,7	52,2	81,1
	6 horas	15	13,6	16,7	97,8
	Menos de 1 hora	2	1,8	2,2	100,0
	Total	90	81,8	100,0	
Perdidos	Sistema	20	18,2		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

¿CUÁNTAS HORAS DEL DÍA TIENEN SERVICIO DE AGUA POTABLE?

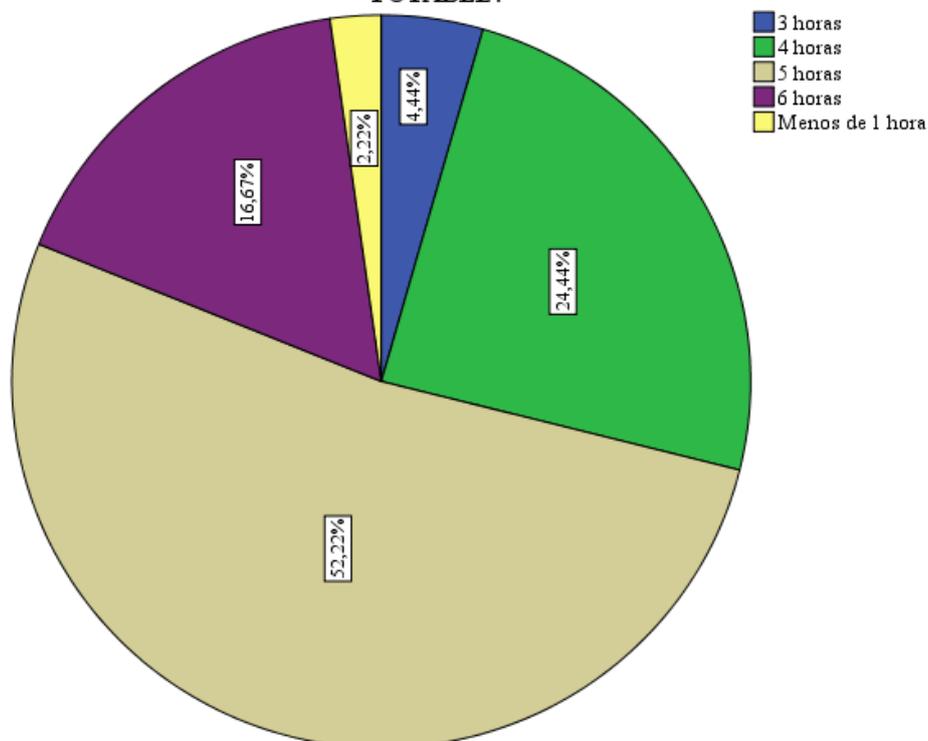


Ilustración 100.- Horas de disponibilidad de agua potable en el recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 100 se observa disponibilidad de agua potable en el recinto de Piñal de Arriba, en cual mencionan un 52.22% oscila entre 5 horas y un 24.44% oscila entre 4 horas, esto depende del tiempo de permanencia de los habitantes en su vivienda. No obstante acorde al operador, se imparte agua a la comunidad 6 horas a cada zona del recinto.

Tabla 58.- Existencia de roturas de tuberías en el recinto Piñal de Arriba.

**¿Se ha roto tuberías de la planta de potabilización que impidan que llegue el agua a su casa?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	53	48,2	58,9	58,9
	No	37	33,6	41,1	100,0
	Total	90	81,8	100,0	
Perdidos	Sistema	20	18,2		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿SE HA ROTO TUBERÍAS DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN QUE IMPIDAN QUE LLEGUE EL AGUA A SU CASA?**

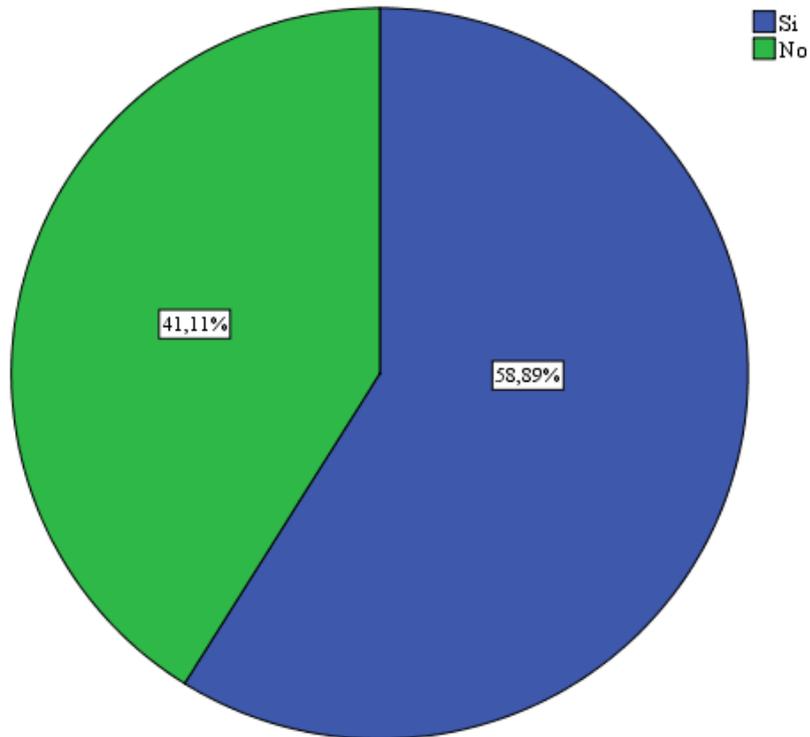


Ilustración 101.- Existencia de roturas de tuberías en el recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 101 se observa que existe discrepancia entre los moradores del recinto el cual un 58.89% menciona que si se ha roto tubería que impidan el acceso de agua potable a sus viviendas mientras que el 41.11% menciona que no se han roto tuberías.

Tabla 59.- Días de demora en reposición de tuberías en el recinto Piñal de Arriba.

**En caso de interrupción ¿Cuánto tiempo tardan para reponer el servicio?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	menos de 5 horas	14	12,7	26,9	26,9
	Alrededor de 1 día	29	26,4	55,8	82,7
	Más de 1 día	9	8,2	17,3	100,0
	Total	52	47,3	100,0	
Perdidos	Sistema	58	52,7		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**EN CASO DE INTERRUPCIÓN ¿CUÁNTO TIEMPO TARDAN PARA REPONER EL SERVICIO?**

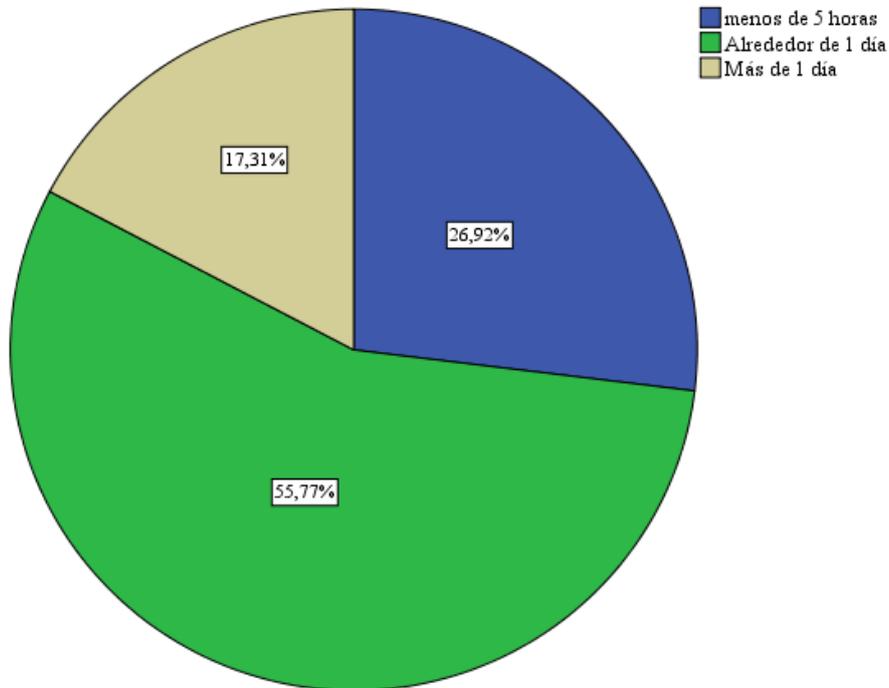


Ilustración 102.- Días de demora en reposición de tuberías en el recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 102 se observa que, del porcentaje de personas que mencionaron la existencia de interrupción de agua por el daño de una tubería, el 55.77% establece que se tardan alrededor de 1 día en reponerla mientras que un 26.92% menciona que solo son cuestión de horas para el reparo de la tubería.

Tabla 60.- Presión del agua en las viviendas de los habitantes en el recinto Piñal de Arriba.

**¿El agua llega con buena presión a su vivienda?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	82	74,5	91,1	91,1
	No	8	7,3	8,9	100,0
	Total	90	81,8	100,0	
Perdidos	Sistema	20	18,2		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿EL AGUA LLEGA CON BUENA PRESIÓN A SU VIVIENDA?**

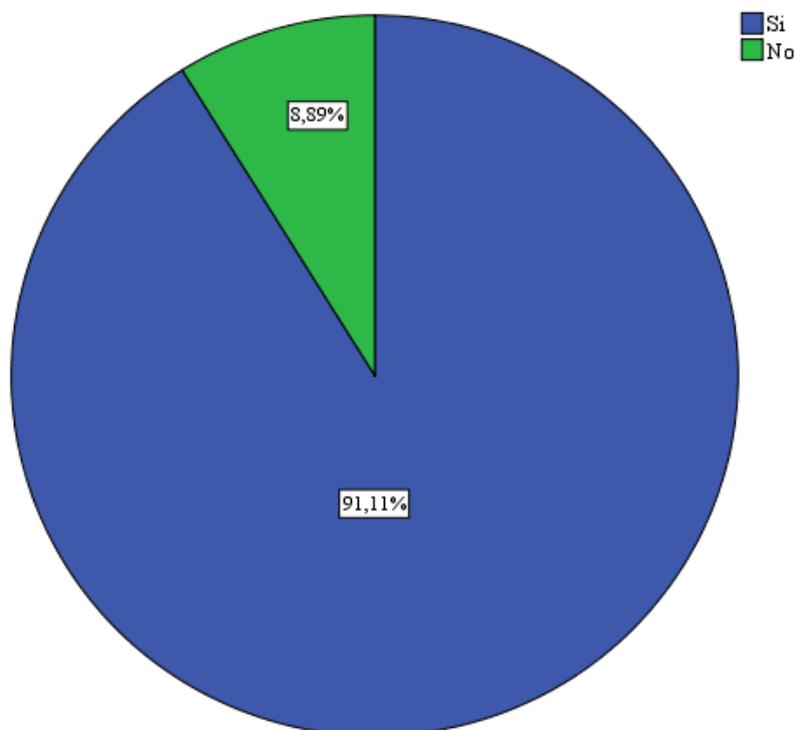


Ilustración 103.- Presión del agua en las viviendas de los habitantes en el recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 103 se observa que el 8.89% del total de encuestados menciona que no le llega buena presión de agua a sus viviendas, mientras que un 91.11% menciona que es buena la presión del agua.

Tabla 61.- Olor del agua que llega a las viviendas de los moradores del recinto Piñal de Arriba.

**¿El agua que llega a su vivienda presenta un olor desagradable?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	3	2,7	3,3	3,3
	No	87	79,1	96,7	100,0
	Total	90	81,8	100,0	
Perdidos	Sistema	20	18,2		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.



Ilustración 104.- Olor del agua que llega a las viviendas de los moradores del recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 104 se observa que, del total de encuestados el 96.67% menciona que no presenta problema alguno el agua con respecto al olor, mientras que un 3.33% menciona que sí, el cual es un porcentaje menor.

Tabla 62.- Sabor del agua que llega a las viviendas de los moradores del recinto Piñal de Arriba.

**¿El agua que llega a su vivienda presenta buen sabor?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	78	70,9	86,7	86,7
	No	12	10,9	13,3	100,0
	Total	90	81,8	100,0	
Perdidos	Sistema	20	18,2		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

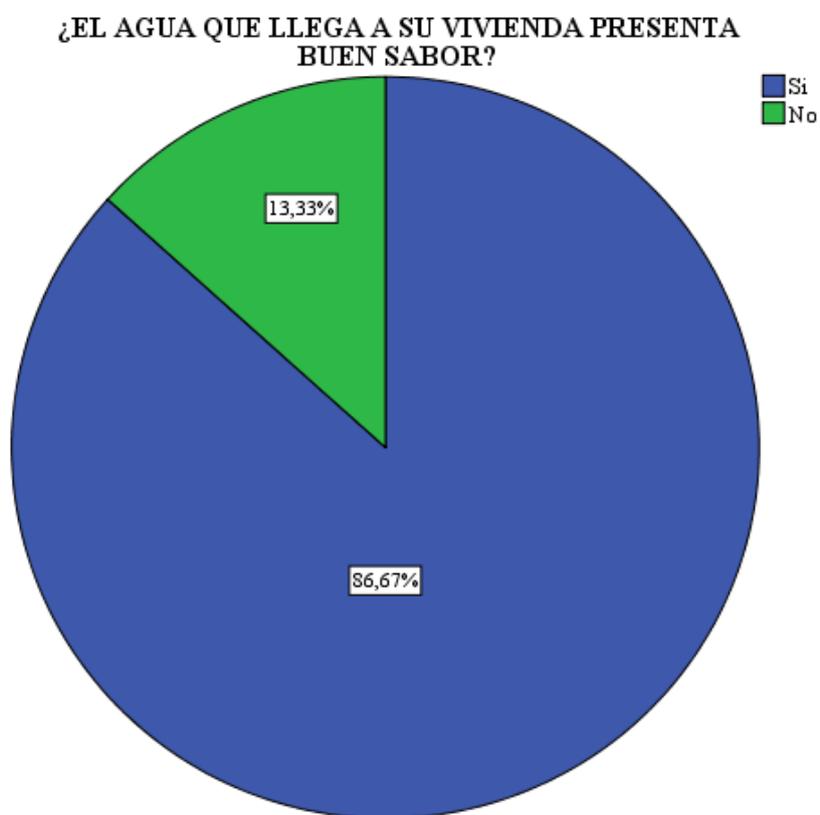


Ilustración 105.- Sabor del agua que llega a las viviendas de los moradores del recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 105 se observa que, del total de encuestados el 86.67% menciona que no presenta problema alguno el agua con respecto al sabor, mientras que un 13.33% menciona que sí, que en ocasiones huele a mucho cloro.

Tabla 63.- Calificación del servicio de agua potable del recinto Piñal de Arriba.

**¿Cómo califica usted el servicio de agua potable?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Excelente	2	1,8	2,2	2,2
	Buena	33	30,0	36,7	38,9
	Regular	55	50,0	61,1	100,0
	Total	90	81,8	100,0	
Perdidos	Sistema	20	18,2		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿CÓMO CALIFICA USTED EL SERVICIO DE AGUA POTABLE?**

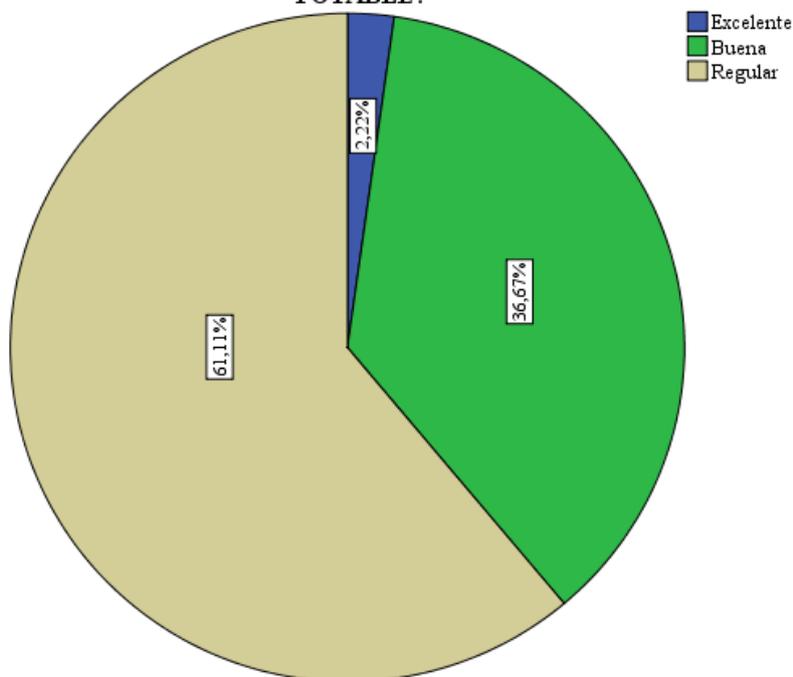


Ilustración 106.- Calificación del servicio de agua potable del recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 106 se observa que, del total de encuestados el 61.11% considera que el servicio es regular mientras que un 36.67% considera que es buena y solo un 2.22% considera que es excelente.

Tabla 64.- Conocimiento sobre el destino del dinero que paga por el servicio de agua potable.

**¿Le gustaría conocer a que va destinado el dinero que está pagando por el servicio?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	45	40,9	51,7	51,7
	No	42	38,2	48,3	100,0
	Total	87	79,1	100,0	
Perdidos	Sistema	23	20,9		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿LE GUSTARÍA CONOCER A QUE VA DESTINADO EL DINERO QUE ESTÁ PAGANDO POR EL SERVICIO?**

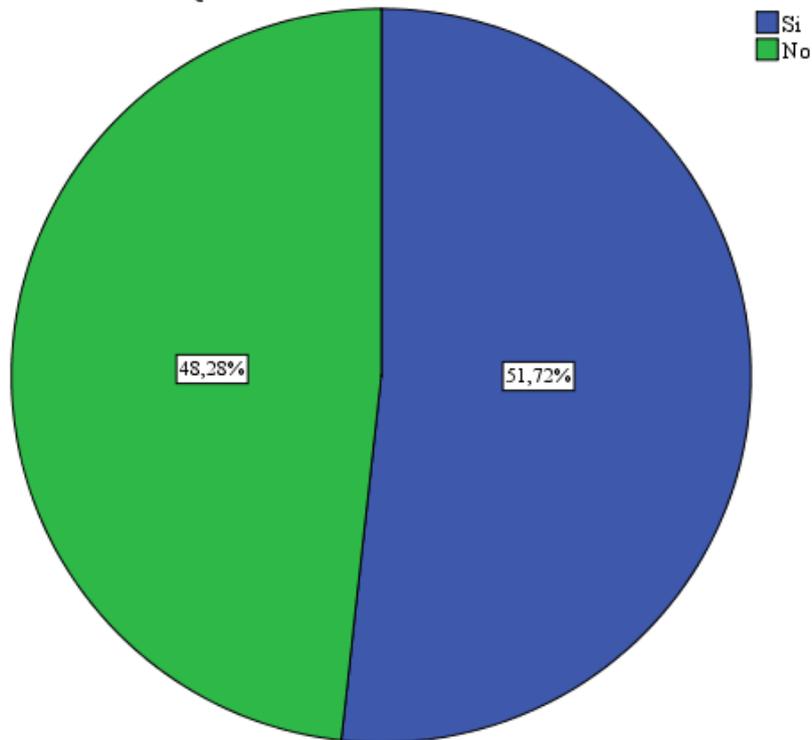


Ilustración 107.- Conocimiento sobre el destino del dinero que paga por el servicio de agua potable.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 107 se observa que el 48.28% de la población no tiene mucho interés sobre el dinero que entregan a cambio de agua potable. Sin embargo, existe un porcentaje del 51.72% que si desean tener conocimiento del destino del dinero. Por ende, se ve necesario realizar una junta de agua en el recinto o alguna otra persona aparte del operador que maneje los recursos y exponga lo realizado en diferentes reuniones planificadas.

Tabla 65.- Situación de enfermos en las viviendas de los moradores del recinto de Piñal de Arriba.

**¿Estuvo algún miembro de la familia enfermo durante el último mes?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	27	24,5	30,3	30,3
	No	62	56,4	69,7	100,0
	Total	89	80,9	100,0	
Perdidos	Sistema	21	19,1		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

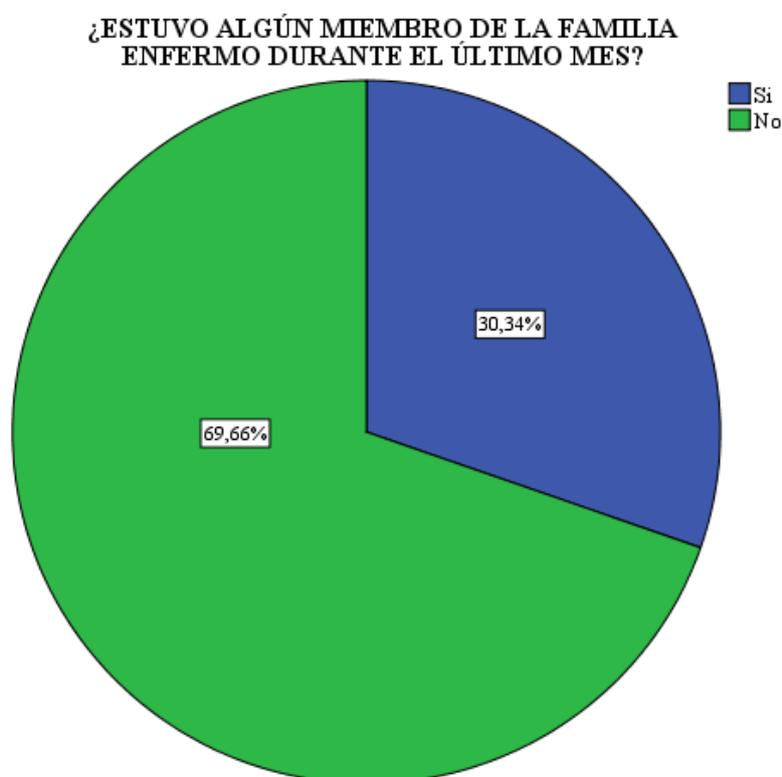


Ilustración 108.- Situación de enfermos en las viviendas de los moradores del recinto de Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 108 se hace la interrogante sobre si algún familiar estuvo enfermo y un 69.66% menciona que no ha estado mientras que un 30.34% menciona que, esto se da en mayor proporción en los habitantes de tercera edad.

Tabla 66.- Número de enfermos en el recinto Piñal de Arriba.

		Cantidad de enfermos en la vivienda			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
# de enfermos	1	19	17,3	70,4	70,4
	2	6	5,5	22,2	92,6
	4	2	1,8	7,4	100,0
	Total	27	24,5	100,0	
Perdidos	Sistema	83	75,5		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

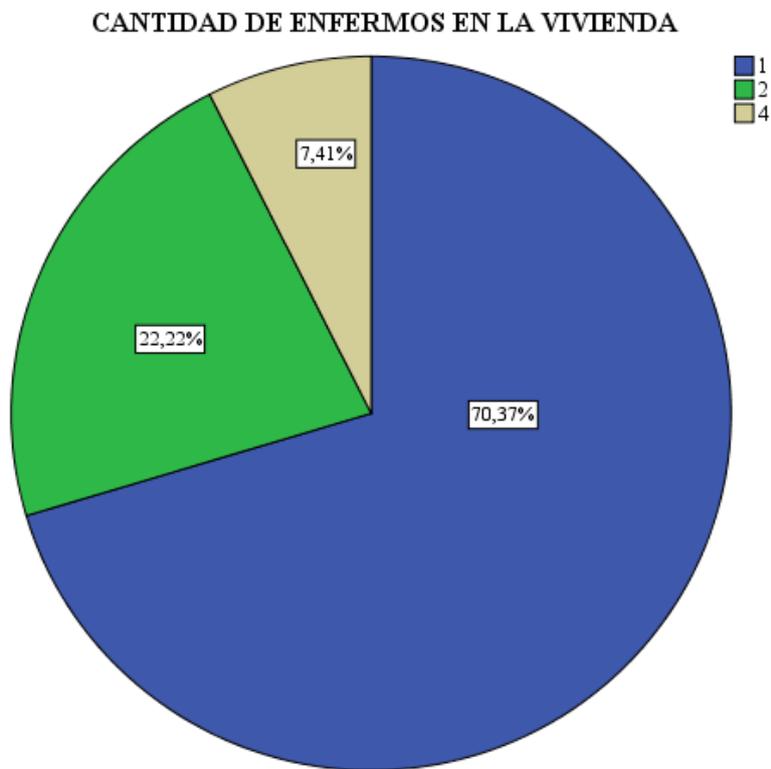


Ilustración 109.- Número de enfermos en el recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 109 se observa que existe en las viviendas alrededor de 1 enfermo con un porcentaje mayor de 70.37%, mientras que en un 7.41% alrededor de 4 personas enfermas, y un 22.22% alrededor de 2 personas, dichas personas durante el periodo de 1 mes.

Tabla 67.- Tipo de enfermedades que tienen los moradores de Piñal de Arriba.

**Indique ¿Cuáles han sido ese tipo de enfermedades?<sup>a</sup>**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Dolor de huesos	14	12,7	50,0	50,0
	Otros	14	12,7	50,0	100,0
	Total	28	25,5	100,0	
Perdidos	Sistema	82	74,5		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

a. Entre los otros tipos de enfermedades que se presentó en el mes esta la gripe.

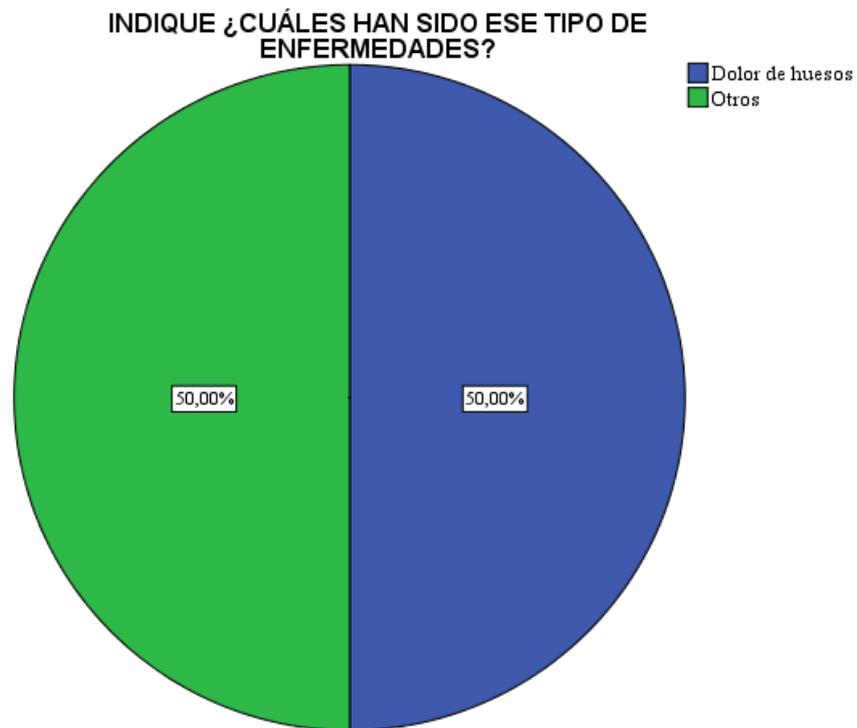


Ilustración 110.- Tipo de enfermedades que tienen los moradores de Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 110 se ha observado que está dividido el porcentaje, sin embargo, el más preocupante es el 50% que presenta dolor de huesos, una de la causa es que en el recinto viven personas mayores, mientras que el otro 50% está dividida en enfermedades menores como la gripe, dolor de cabeza, entre otros.

Tabla 68.- Disposición de servicio médico en el recinto Piñal de Arriba.

**¿Dispone cerca de su vivienda atención médica?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	88	80,0	97,8	97,8
	No	2	1,8	2,2	100,0
	Total	90	81,8	100,0	
Perdidos	Sistema	20	18,2		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

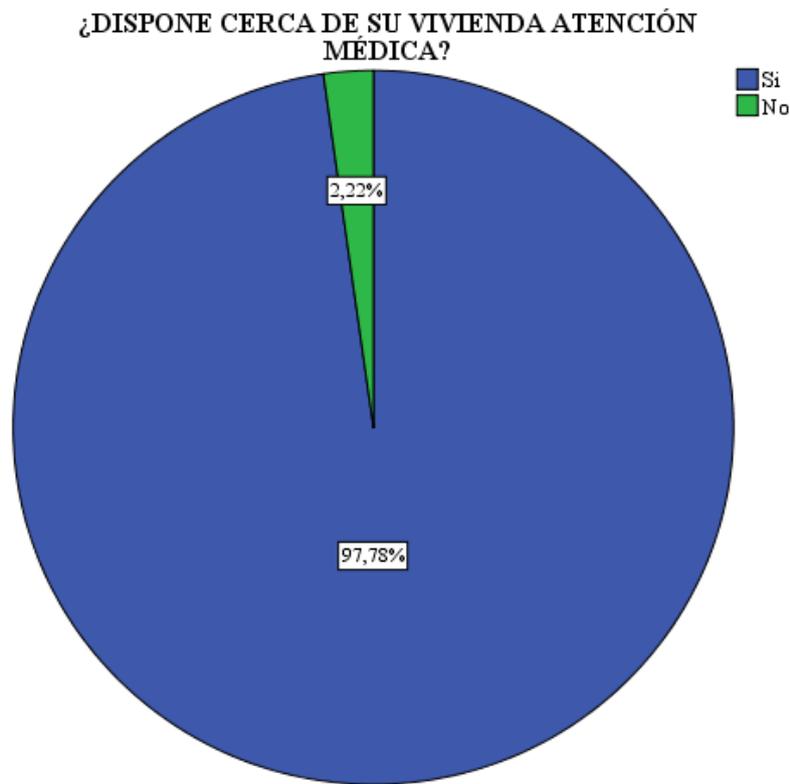


Ilustración 111.- Disposición de servicio médico en el recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 111 menciona que, del total de encuestados un 97.78% afirma que existe un centro de salud cerca de su vivienda, lo cual, se observó durante los recorridos realizados en el recinto.

Tabla 69.- Utilización del servicio médico en el recinto Piñal de Arriba.

**¿Utiliza la atención médica cercana?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	72	65,5	80,0	80,0
	No	18	16,4	20,0	100,0
	Total	90	81,8	100,0	
Perdidos	Sistema	20	18,2		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿UTILIZA LA ATENCIÓN MÉDICA CERCANA?**

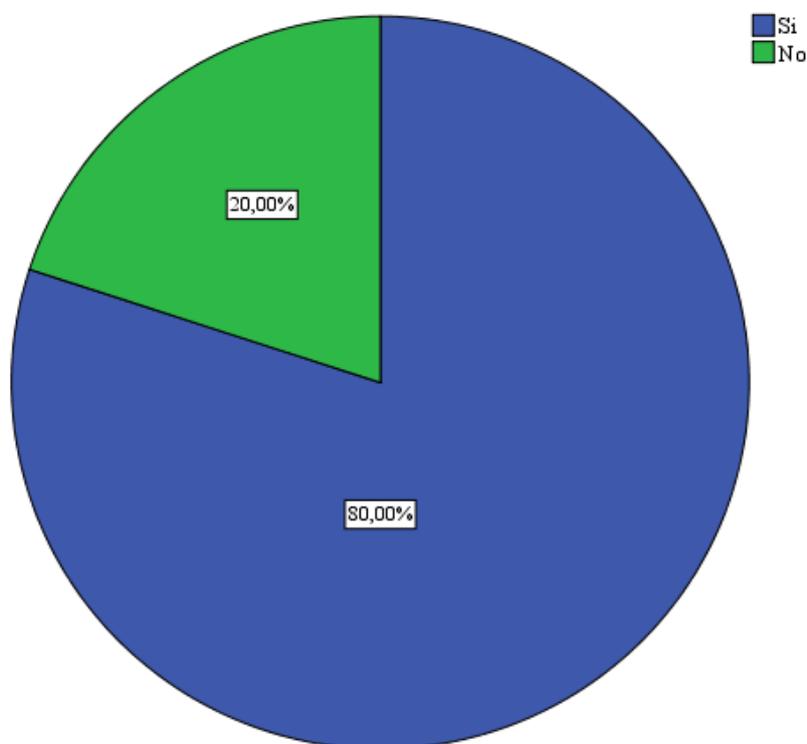


Ilustración 112.- Utilización del servicio médico en el recinto Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 112 se observa que, del total de encuestados en el recinto el 80% de la población se hace chequeos médicos en el centro que existe en su recinto, mientras que un 20% no lo utiliza, ya sea porque no se ve en la necesidad o se hacen atender en otro centro de salud pública.

Tabla 70.- Calificación del servicio médico en el recinto Piñal de Arriba.

**¿Cómo califica usted la atención médica más cercana?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Excelente	2	1,8	2,4	2,4
	Buena	32	29,1	39,0	41,5
	Regular	46	41,8	56,1	97,6
	Malo	2	1,8	2,4	100,0
	Total	82	74,5	100,0	
Perdidos	Sistema	28	25,5		
Total		110	100,0		

El valor "perdidos sistema" son de las personas que dejaron en blanco sus encuestas.

**¿CÓMO CALIFICA USTED LA ATENCIÓN MÉDICA MÁS CERCANA?**

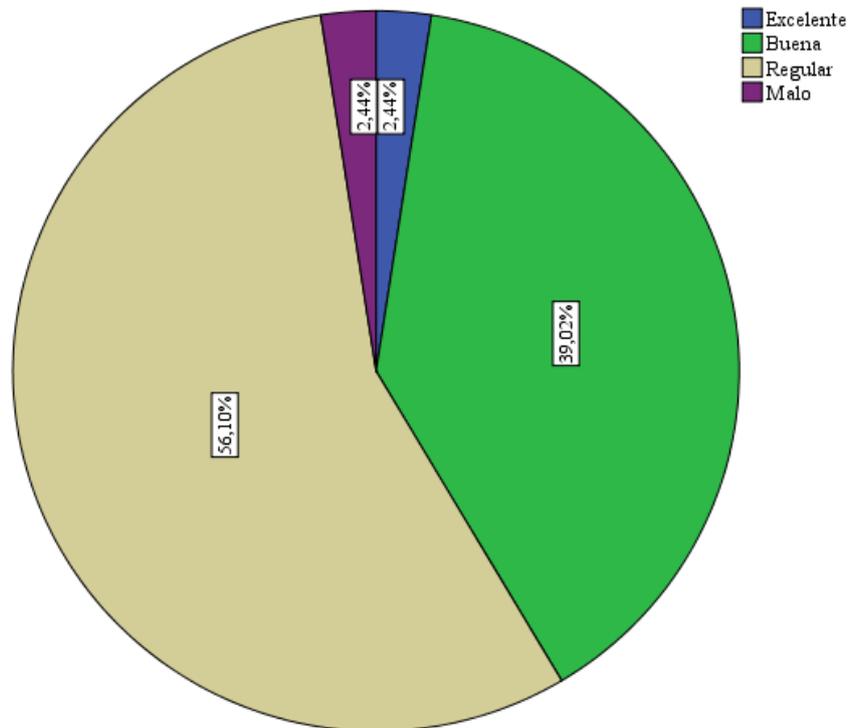


Ilustración 113.- Calificación del servicio médico en el recinto Piñal de Arriba

Fuente: (Autor, 2019)

- ✓ En la ilustración# 113 se observa que, del total de encuestados un 56.10% considera que la atención médica es regular mientras que un 39.02% considera que es buena, lo cual, denotan una correcta operación del centro médico en el recinto.

#### **5.4 Justificación de rediseño de la red de distribución.**

Acorde al diagnóstico realizado en la red de distribución (Capítulo IV, sección 4.2.3) y en la evaluación de caudales para la misma (Capítulo V, sección 5.1.2) y a los resultados obtenidos de la encuesta mixta (Capítulo V, sección 5.3.1, tablas# 58 y #59), se planteó un rediseño (Capítulo VI) para erradicar problemas actuales y futuro en la red y mejorar la calidad de vida del recinto de Piñal de Arriba. Se acota que la red se diseña para una operación de 24 horas

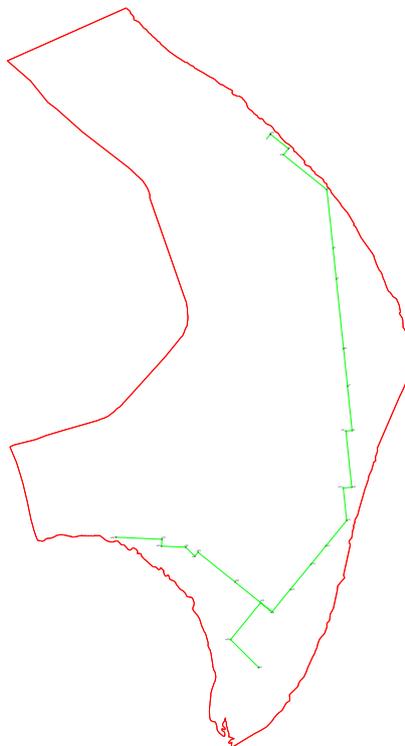
## CAPÍTULO VI: REDISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.

Para el rediseño de la red de distribución de agua potable para el recinto de Piñal de Arriba se analizará 3 propuestas por medio del programa EPANET 2.0 v. La primera propuesta consiste en una red abierta, la segunda propuesta consiste en una red cerrada, mientras que la tercera propuesta consiste en una red mixta.

### 6.1 Sistema de red abierta.

Para el análisis de la red se tiene las siguientes consideraciones:

- Un tanque elevado a 30 m de altura funcionando por gravedad.
- Tuberías de PVC enterradas a una profundidad de 1.50 m con sus respectivos diámetros y accesorios.
- Áreas de influencia por nodo.
- Caudal unitario y caudal máximo horario.
- Caudales y cotas de terreno por nodo.



*Ilustración 114.- Trazado de la red abierta a lo largo del recinto Piñal de Arriba.*

Fuente: (Autor, 2019)



Ilustración 115.- Identificación de nodos, tuberías y accesorios, longitudes y diámetros del trazado de la red abierta.

Fuente: (Autor, 2019)

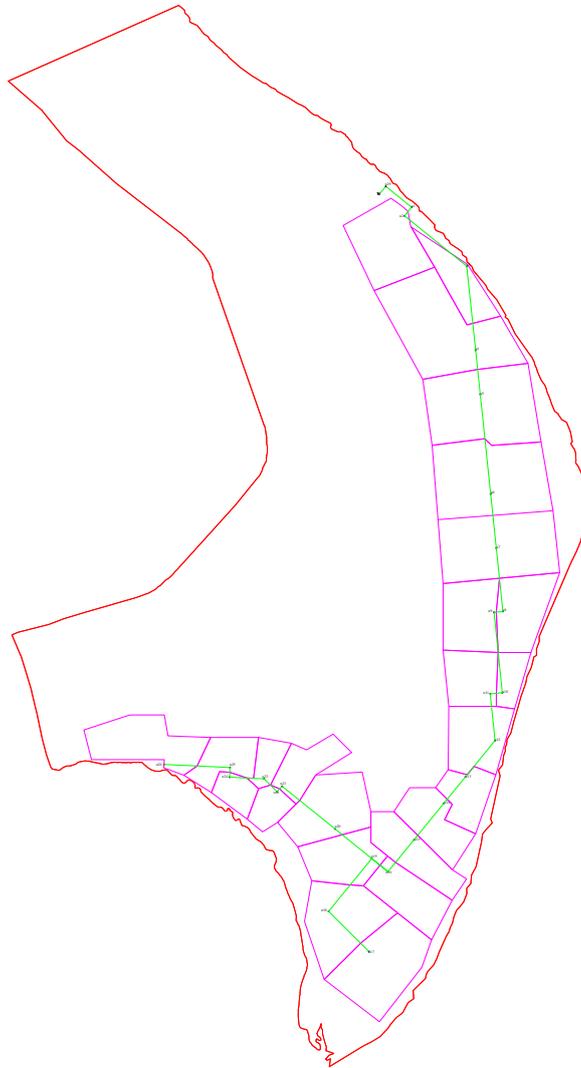


Ilustración 116.- Determinación de área por nodo existente en la red abierta del recinto.

Fuente: (Autor, 2019)

Para la determinación del caudal unitario debemos considerar el área de influencia y el caudal total, al ser una población que no supera más de 2000 habitantes no se considera caudal de incendio y caudal de hidrante, por ende, solo se considera el caudal máximo horario.

Tabla 71.- *Determinación del caudal unitario para la red abierta.*

<b><i>Caudal Unitario</i></b>		
<i>Área Total</i>	36,82	(ha)
<i>Qmed_d</i>	1,546	(l/s)
<i>Qmax_h</i>	3,092	(l/s)
<i>Qtotal</i>	3,092	l/s
$q =$	$\frac{Q_{max\_h}}{\text{Área}}$	
$q =$	0,084	l/s*ha

Fuente: (Autor, 2019)

Tabla 72.- *Elevación de tanque elevado para el recinto de Piñal de Arriba.*

<b><i>ID</i></b>	<b><i>Altura (m)</i></b>
Tanque elevado	30

Extraído de: (EPANET, 2009).

Tabla 73. Método de Áreas aplicado a la red abierta

# De Nodos	Área (m <sup>2</sup> )	Área de inf. (ha)	q unitario (l/s*ha)	Q (l/s)	Cotas Actual (m)
1	0	0,00	0,084	0,000	6,50
2	17599,44	1,76	0,084	0,148	6,50
3	9977,09	1,00	0,084	0,084	6,50
4	32273,81	3,23	0,084	0,271	9,50
5	28942,80	2,89	0,084	0,243	8,50
6	30111,82	3,01	0,084	0,253	8,50
7	27097,65	2,71	0,084	0,228	10,50
8	13428,11	1,34	0,084	0,113	9,50
9	14119,00	1,41	0,084	0,119	10,50
10	5284,29	0,53	0,084	0,044	10,50
11	10361,00	1,04	0,084	0,087	12,50
12	13729,28	1,37	0,084	0,115	8,50
13	8832,49	0,88	0,084	0,074	8,50
14	11985,72	1,20	0,084	0,101	9,50
15	12844,19	1,28	0,084	0,108	8,50
17	21808,68	2,18	0,084	0,183	7,50
18	18890,68	1,89	0,084	0,159	7,50
19	12513,12	1,25	0,084	0,105	7,50
16	12439,49	1,24	0,084	0,104	7,50
20	17129,14	1,71	0,084	0,144	7,50
21	9170,93	0,92	0,084	0,077	7,50
22	4894,24	0,49	0,084	0,041	7,50
23	4506,80	0,45	0,084	0,038	7,50
24	4822,05	0,48	0,084	0,040	6,50
25	8788,84	0,88	0,084	0,074	6,50
26	16671,91	1,67	0,084	0,140	6,50
<b>Total</b>		<b>36,82</b>			

Fuente: (Autor, 2019)

Tabla 74.- *Número de nodos existente, elevaciones y demanda por nodo en la red abierta.*

<i>ID</i>	<i>Elevaciones</i>	<i>Demanda</i>
n1	6,5	0,000
n2	6,5	0,148
n3	6,5	0,084
n4	9,5	0,271
n5	8,5	0,243
n6	8,5	0,253
n7	10,5	0,228
n8	9,5	0,113
n9	10,5	0,119
n10	10,5	0,044
n11	12,5	0,087
n12	8,5	0,115
n13	8,5	0,074
n14	9,5	0,101
n15	8,5	0,108
n17	7,5	0,183
n18	7,5	0,159
n19	7,5	0,105
n16	7,5	0,104
n20	7,5	0,144
n21	7,5	0,077
n22	7,5	0,041
n23	7,5	0,038
n24	6,5	0,040
n25	6,5	0,074
n26	6,5	0,140
n29	5,5	0,000

Extraído de: (EPANET, 2009).

Tabla 75.- Número de tuberías existentes con el inicio y fin de conexión en el nodo.

<b>ID</b>	<b>Nodos 1 (Inicio)</b>	<b>Nodos 2 (Fin)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Rugosidad</b>	<b>Estado</b>
				<b>comercial (mm)</b>		
p1	n1	n2	21,67	75	150	Abierto
p2	n2	n3	153,50	75	150	Abierto
p3	n3	n4	163,10	75	150	Abierto
p4	n4	n5	85,71	75	150	Abierto
p5	n5	n6	192,80	75	150	Abierto
p6	n6	n7	104,90	63	150	Abierto
p7	n7	n8	122,60	63	150	Abierto
p8	n8	n9	17,21	63	150	Abierto
p9	n9	n10	155,70	63	150	Abierto
p10	n10	n11	23,40	50	150	Abierto
p11	n11	n12	90,26	50	150	Abierto
p12	n12	n13	90,26	50	150	Abierto
p13	n13	n14	65,78	50	150	Abierto
p14	n14	n15	90,40	50	150	Abierto
p16	n18	n17	109,30	25	150	Abierto
p17	n19	n18	131,20	32	150	Abierto
p18	n16	n19	40,08	50	150	Abierto
p19	n19	n20	90,41	40	150	Abierto
p20	n20	n21	130,50	40	150	Abierto
p21	n21	n22	14,16	25	150	Abierto
p22	n22	n23	34,59	32	150	Abierto
p23	n23	n24	66,26	32	150	Abierto
p24	n24	n25	18,69	32	150	Abierto
p25	n25	n26	126,40	25	150	Abierto
p28	n29	n1	63,77	75	150	Abierto
p29	T.Elevado	n29	18,42	75	150	Abierto
p15	n15	n16	78,99	50	150	Abierto

Extraído de (EPANET, 2009).

Tabla 76.- *Coordenadas UTM de cada nodo existente en la red abierta.*

<i>Nodo</i>	<i>X-Coord</i>	<i>Y-Coord</i>
n1	609235,12	9803276,12
n2	609221,46	9803259,29
n3	609340,65	9803162,56
n4	609357,53	9803000,30
n5	609366,40	9802915,04
n6	609386,35	9802723,31
n7	609397,20	9802619,00
n8	609409,89	9802497,01
n9	609392,77	9802495,23
n10	609408,89	9802340,33
n11	609385,61	9802337,91
n12	609394,95	9802248,14
n13	609338,08	9802178,05
n14	609296,63	9802126,98
n15	609239,66	9802056,78
n17	609153,43	9801841,56
n18	609076,12	9801918,87
n19	609158,76	9802020,71
n16	609189,89	9801995,45
n20	609088,56	9802077,68
n21	608987,24	9802159,91
n22	608977,23	9802149,90
n23	608952,78	9802174,35
n24	608886,58	9802177,43
n25	608887,45	9802196,10
n26	608761,18	9802201,96
n29	609185,61	9803316,30
T.Elevado	609174,00	9803302,00

Extraído de (EPANET, 2009).

### 6.1.1 Resultados obtenidos del programa EPANET 2.0 V para el sistema de red abierta.

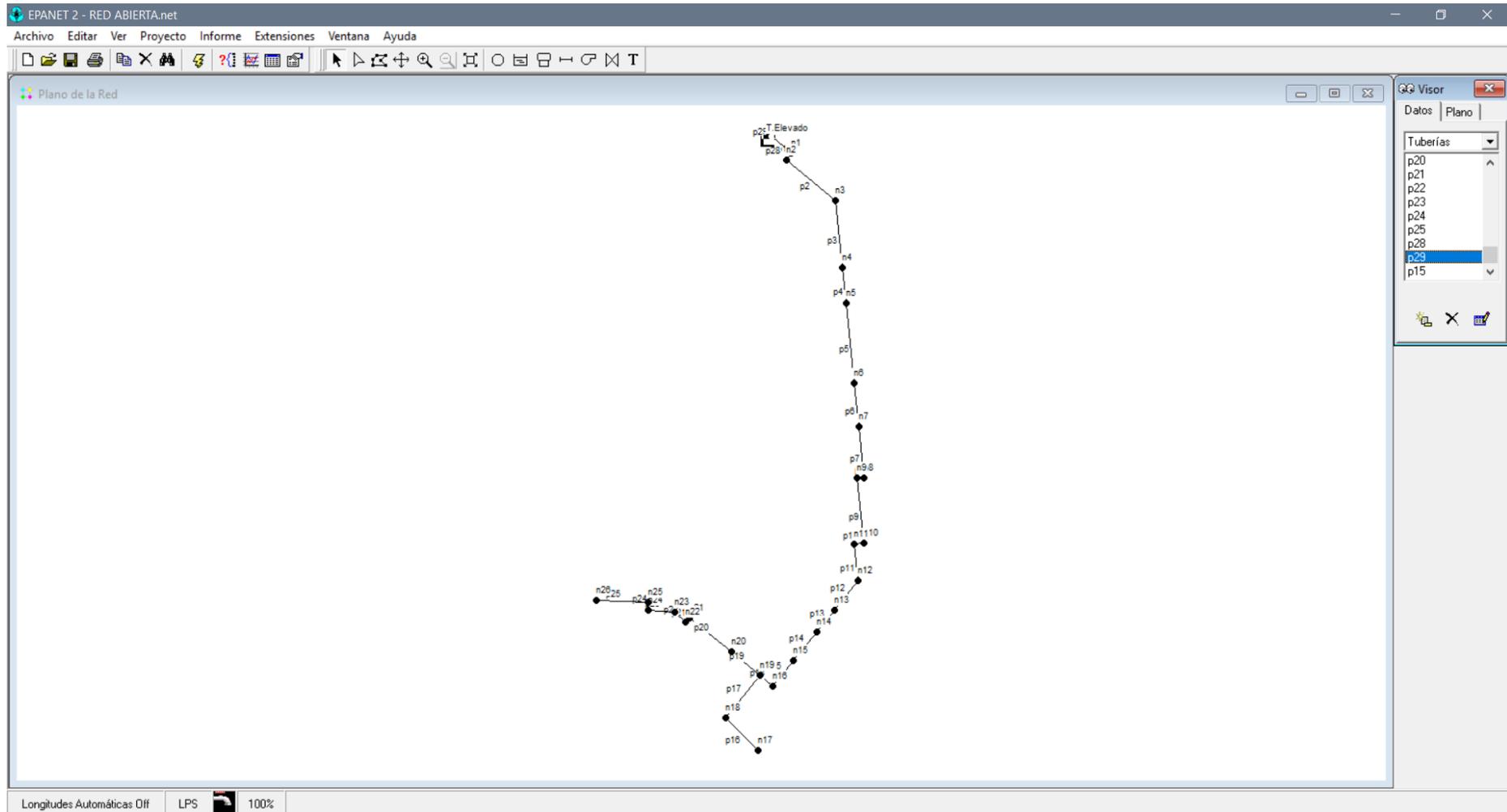


Ilustración 117.- Trazado de la red abierta en EPANET 2.0 V con dirección del flujo.

Extraído de:( EPANET,2009)

Tabla 77.- Resultados por nodo de cota, caudal, altura y presión de la red abierta.

<i>ID NUDO</i>	<i>Cota (m)</i>	<i>Demanda (LPS)</i>	<i>Altura (m)</i>	<i>Presión (m)</i>
n1	6,50	0,00	29,44	22,94
n2	6,50	0,15	29,30	22,80
n3	6,50	0,08	28,35	21,85
n4	9,50	0,27	27,40	17,90
n5	8,50	0,24	26,98	18,48
n6	8,50	0,25	26,20	17,70
n7	10,50	0,23	25,40	14,90
n8	9,50	0,11	24,64	15,14
n9	10,50	0,12	24,54	14,04
n10	10,50	0,04	23,79	13,29
n11	12,50	0,09	23,45	10,95
n12	8,50	0,12	22,30	13,80
n13	8,50	0,07	21,30	12,80
n14	9,50	0,10	20,65	11,15
n15	8,50	0,11	19,87	11,37
n17	7,50	0,18	17,28	9,78
n18	7,50	0,16	18,11	10,61
n19	7,50	0,10	19,06	11,56
n16	7,50	0,10	19,30	11,80
n20	7,50	0,14	18,52	11,02
n21	7,50	0,08	18,07	10,57
n22	7,50	0,04	17,74	10,24
n23	7,50	0,04	17,56	10,06
n24	6,50	0,04	17,28	10,78
n25	6,50	0,07	17,22	10,72
n26	6,50	0,14	16,64	10,14
n29	5,50	0,00	29,88	24,38
T.Elevado	30,00	-3,09	30,00	0,00

Extraído de (EPANET, 2009).

Tabla 78.- Resultados por tubería de longitud, diámetro, rugosidad, caudal y velocidad en la red abierta.

<i>ID Línea</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Diámetro Comercial (mm)</i>	<i>Rugosidad</i>	<i>Caudal (LPS)</i>	<i>Velocidad (m/s)</i>
p1	21,67	75	150	3,09	0,70
p2	153,50	75	150	2,94	0,67
p3	163,10	75	150	2,86	0,65
p4	85,71	75	150	2,59	0,59
p5	192,80	75	150	2,35	0,53
p6	104,90	63	150	2,09	0,67
p7	122,60	63	150	1,87	0,60
p8	17,21	63	150	1,75	0,56
p9	155,70	63	150	1,63	0,52
p10	23,40	50	150	1,59	0,81
p11	90,26	50	150	1,50	0,77
p12	90,26	50	150	1,39	0,71
p13	65,78	50	150	1,31	0,67
p14	90,40	50	150	1,21	0,62
p16	109,30	25	150	0,18	0,37
p17	131,20	32	150	0,34	0,43
p18	40,08	50	150	1,00	0,51
p19	90,41	40	150	0,55	0,44
p20	130,50	40	150	0,41	0,33
p21	14,16	25	150	0,33	0,68
p22	34,59	32	150	0,29	0,36
p23	66,26	32	150	0,25	0,32
p24	18,69	32	150	0,21	0,27
p25	126,40	25	150	0,14	0,29
p28	63,77	75	150	3,09	0,70
p29	18,42	75	150	3,09	0,70
p15	78,99	50	150	1,11	0,56

Extraído de (EPANET, 2009).

## 6.2 Sistema de red cerrada.

Para el análisis de la red se tiene las siguientes consideraciones:

- Un tanque elevado a 35 m de altura funcionando por gravedad.
- Tuberías de PVC enterradas a una profundidad de 1.50 m con sus respectivos diámetros y accesorios.
- Áreas de influencia por nodo.
- Caudal unitario y caudal máximo horario.
- Caudales y cotas de terreno por nodo.

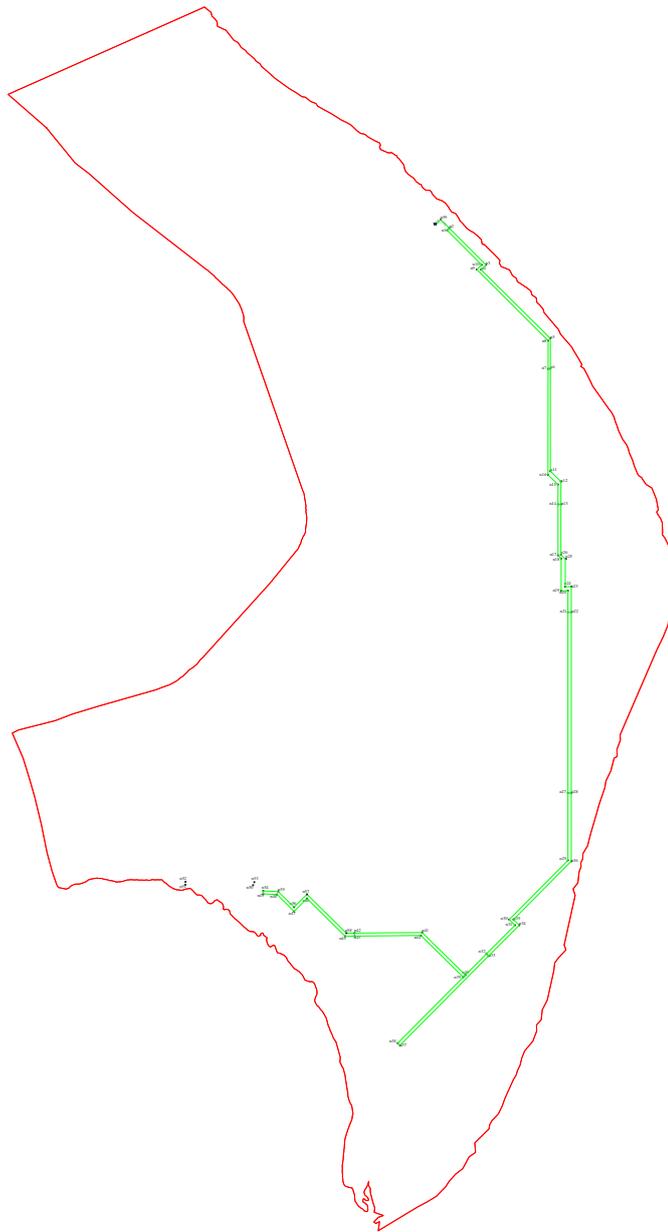
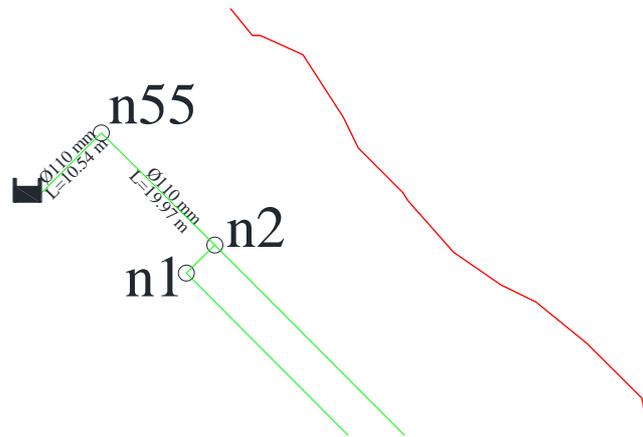


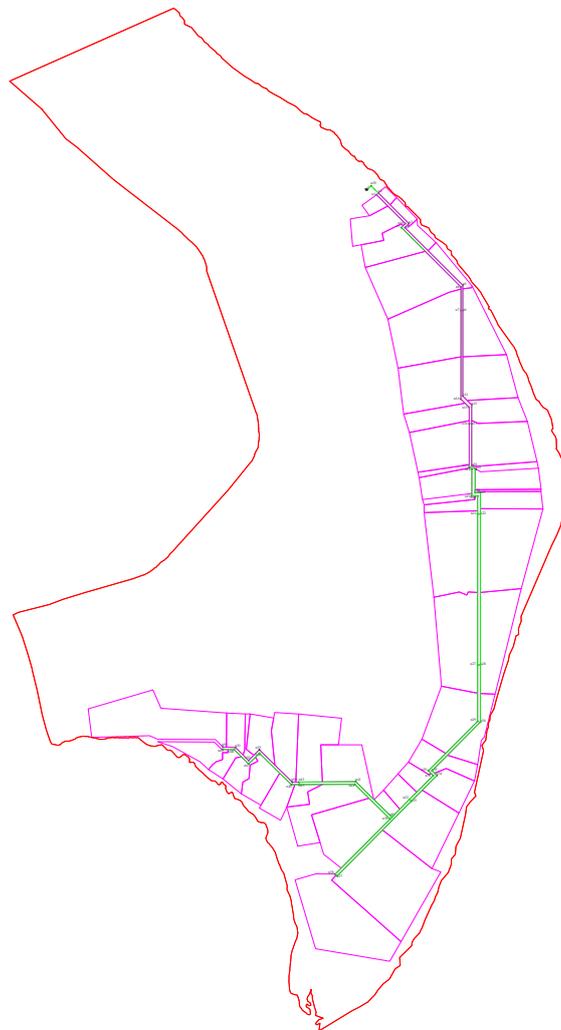
Ilustración 118.- Trazado de la red cerrada a lo largo del recinto de Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)



*Ilustración 119.-* Identificación de nodos, tuberías y accesorios, longitudes y diámetros del trazado de la red cerrada.

Fuente: (Autor, 2019)



*Ilustración 120.-* Determinación de área por nodo existente en la red cerrada del recinto.

Fuente: (Autor, 2019)

Para la determinación del caudal unitario debemos considerar el área de influencia y caudal total, al ser una población que no supera más de 2000 habitantes no se considera caudal de incendio y caudal de hidrante, por ende, solo se considera el caudal máximo horario

Tabla 79.- *Determinación del caudal unitario para la red cerrada.*

<b>Caudal Unitario</b>		
<i>Área Total</i>	35,38	(ha)
<i>Qmed_d</i>	1,546	(l/s)
<i>Qmax_h</i>	3,092	(l/s)
<i>Qtotal</i>	3,092	l/s
$q =$	$\frac{Q_{max\_h}}{Área}$	
$q =$	0,087	l/s*ha

Fuente: (Autor, 2019)

Tabla 80.- *Elevación de tanque elevado para el recinto de Piñal de Arriba.*

<b>ID</b>	<b>ALTURA (m)</b>
Tanque elevado	35

Extraído de: (EPANET, 2009).

Tabla 81.- Método de Áreas aplicado a la red cerrada.

# De Nodos	Área (m2)	Área de inf. (ha)	q unitario (l/s*ha)	Q (l/s)	Cotas (m)	Cotas Actual (m)
1	1093,02	0,11	0,087	0,010	8	6,5
2	614,00	0,06	0,087	0,005	8	6,5
3	1109,08	0,11	0,087	0,010	7	5,5
4	1383,19	0,14	0,087	0,012	8	6,5
5	1951,37	0,20	0,087	0,017	8	6,5
6	7329,85	0,73	0,087	0,064	9	7,5
7	16429,31	1,64	0,087	0,144	9	7,5
8	14390,31	1,44	0,087	0,126	8	6,5
9	5561,00	0,56	0,087	0,049	8	6,5
10	4858,90	0,49	0,087	0,042	8	6,5
11	8562,87	0,86	0,087	0,075	9	7,5
12	4847,65	0,48	0,087	0,042	9	7,5
13	10133,45	1,01	0,087	0,089	9	7,5
14	9398,43	0,94	0,087	0,082	9	7,5
15	4652,61	0,47	0,087	0,041	9	7,5
16	11257,63	1,13	0,087	0,098	9	7,5
17	910,30	0,09	0,087	0,008	10	8,5
18	4909,85	0,49	0,087	0,043	10	8,5
19	1174,81	0,12	0,087	0,010	11	9,5
20	2089,74	0,21	0,087	0,018	11	9,5
21	15954,34	1,60	0,087	0,139	11	9,5
22	16744,20	1,67	0,087	0,146	11	9,5
23	4227,59	0,42	0,087	0,037	11	9,5
24	578,63	0,06	0,087	0,005	11	9,5
25	5515,55	0,55	0,087	0,048	10	8,5
26	1499,73	0,15	0,087	0,013	10	8,5
27	15195,08	1,52	0,087	0,133	13	8
28	11362,83	1,14	0,087	0,099	13	11,5
29	9580,34	0,96	0,087	0,084	10	8,5
30	2619,40	0,26	0,087	0,023	11	9,5
31	2030,69	0,20	0,087	0,018	11	9,5
32	2325,04	0,23	0,087	0,020	11	9
33	12217,23	1,22	0,087	0,107	11	9,5
34	4998,32	0,50	0,087	0,044	11	9,5
35	2268,95	0,23	0,087	0,020	11	9,5
36	4397,22	0,44	0,087	0,038	9	7,5
37	24050,09	2,41	0,087	0,210	9	7,5
38	20292,34	2,03	0,087	0,177	9	7,5
39	12193,60	1,22	0,087	0,107	10	8,5
40	1220,81	0,12	0,087	0,011	10	8,5
41	7008,63	0,70	0,087	0,061	10	8,5
42	8496,92	0,85	0,087	0,074	9	7,5
43	1663,82	0,17	0,087	0,015	9	7,5
44	8286,23	0,83	0,087	0,072	10	8,5
45	3350,00	0,34	0,087	0,029	9	7,5
46	4236,72	0,42	0,087	0,037	9	7,5
47	2354,01	0,24	0,087	0,021	8	6,5
48	1613,95	0,16	0,087	0,014	8	6,5
49	3384,45	0,34	0,087	0,030	8	6,5
50	18364,81	1,84	0,087	0,160	8	6,5
51	2639,75	0,26	0,087	0,023	9	7,5
52	706,35	0,07	0,087	0,006	8	6,5
53	3836,06	0,38	0,087	0,034	9	7,5
54	5897,38	0,59	0,087	0,052	9	7,5
55	0,00	0,00	0,087	0,000	7	5,5
<b>Total</b>		35,38				

Fuente: (Autor, 2019)

Tabla 82.- Número de nodos existente, elevaciones y demanda por nodo en la red cerrada

<b>ID</b>	<b>Elevaciones (m)</b>	<b>Demanda (LPS)</b>
n1	6,50	0,01
n2	6,50	0,00
n3	5,50	0,01
n4	6,50	0,01
n5	6,50	0,02
n6	7,50	0,06
n7	7,50	0,14
n8	6,50	0,13
n9	6,50	0,05
n10	6,50	0,04
n11	7,50	0,08
n12	7,50	0,04
n13	7,50	0,09
n14	7,50	0,08
n15	7,50	0,04
n16	7,50	0,10
n17	8,50	0,01
n18	8,50	0,04
n19	9,50	0,01
n20	9,50	0,02
n21	9,50	0,14
n22	9,50	0,15
n23	9,50	0,04
n24	9,50	0,00
n25	8,50	0,05
n26	8,50	0,01
n27	8,00	0,13
n28	11,50	0,10
n29	8,50	0,08
n30	9,50	0,02
n31	9,50	0,02
n32	9,00	0,02
n33	9,50	0,11
n34	9,50	0,04
n35	9,50	0,02
n36	7,50	0,04
n37	7,50	0,21
n38	7,50	0,18
n39	8,50	0,11
n40	8,50	0,00
n41	8,50	0,06
n42	7,50	0,07
n43	7,50	0,01
n44	8,50	0,07
n45	7,50	0,03
n46	7,50	0,04
n47	6,50	0,02
n48	6,50	0,01
n49	6,50	0,03
n50	6,50	0,16
n51	7,50	0,02
n52	6,50	0,01
n53	7,50	0,03
n54	7,50	0,05
n55	7,00	0,00

Extraído de: (EPANET, 2009).

Tabla 83.- *Número de tuberías existentes con el inicio y fin de conexión en el nodo.*

<i>ID</i>	<i>Nodo 1 (Inicio)</i>	<i>Nodo 2 (Salida)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Diámetro (mm)</i>	<i>Rugosidad</i>
p1	n2	n1	5,00	75	150
p2	n2	n3	86,37	90	150
p3	n3	n4	11,33	90	150
p4	n4	n5	162,80	90	150
p5	n5	n6	50,63	63	150
p6	n7	n6	3812,00	75	150
p7	n8	n7	46,95	75	150
p8	n9	n8	167,80	75	150
p9	n10	n9	11,12	75	150
p10	n1	n10	81,37	75	150
p11	n6	n11	171,10	50	150
p12	n11	n12	25,00	50	150
p13	n12	n13	37,79	50	150
p14	n14	n13	4,90	50	150
p15	n15	n14	32,95	50	150
p16	n16	n15	23,26	50	150
p17	n7	n16	177,30	50	150
p18	n14	n17	85,38	50	150
p19	n17	n18	7466,00	50	150
p20	n18	n19	53,81	50	150
p21	n19	n20	11,24	50	150
p22	n20	n21	35,88	50	150
p23	n21	n22	5551,00	50	150
p24	n23	n22	42,75	50	150
p25	n24	n23	10,16	50	150
p26	n25	n24	46,19	50	150
p27	n26	n25	9985,00	50	150
p28	n13	n26	84,30	50	150
p29	n21	n27	302,10	32	150
p30	n27	n28	5551,00	50	150
p31	n27	n29	112,70	25	150
p33	n29	n30	139,00	25	150
p34	n30	n31	13,47	25	150
p35	n31	n32	67,25	25	150
p36	n33	n32	5,00	40	150
p37	n34	n33	72,25	40	150
p38	n35	n34	13,47	40	150
p39	n36	n35	136,80	40	150
p40	n28	n36	114,20	50	150
p41	n33	n37	209,80	25	150
p42	n37	n38	5157,00	12	150
p43	n39	n38	155,00	25	150
p44	n40	n39	5,00	32	150
p45	n32	n40	49,75	40	150
p46	n40	n41	101,10	32	150
p47	n41	n42	112,00	32	150
p48	n42	n43	5,00	50	150
p49	n44	n43	110,00	25	150
p50	n39	n44	99,07	25	150
p51	n43	n45	15,91	25	150
p52	n45	n46	89,26	25	150
p53	n46	n47	30,41	25	150
p54	n47	n48	40,10	25	150
p55	n48	n49	25,00	25	150
p56	n55	n54	24,99	25	150
p57	n56	n55	37,08	25	150
p58	n57	n56	30,38	25	150
p59	n58	n57	92,15	25	150
p60	n42	n58	13,83	25	150
p61	T,Elevado	n59	10,54	110	150
p62	n59	n2	19,97	110	150
p32	n22	n28	302,08	50	150
p63	n49	n54	1000,00	25	150

Extraído de: (EPANET, 2009).

Tabla 84.- *Coordenadas UTM de cada nodo existente en la red cerrada.*

<i>Nodos</i>	<i>X-Coord</i>	<i>Y-Coord</i>
n1	609192,02	9803291,89
n2	609195,58	9803295,41
n3	609256,34	9803234,03
n4	609248,30	9803226,06
n5	609363,50	9803111,00
n6	609363,47	9803060,37
n7	609359,66	9803060,37
n8	609359,68	9803107,32
n9	609241,37	9803226,24
n10	609249,27	9803234,07
n11	609363,38	9802889,26
n12	609381,03	9802871,55
n13	609381,03	9802833,76
n14	609376,13	9802833,76
n15	609376,13	9802866,71
n16	609359,57	9802883,04
n17	609376,13	9802748,38
n18	609381,41	9802743,10
n19	609381,41	9802689,29
n20	609392,65	9802689,29
n21	609392,65	9802653,41
n22	609398,20	9802653,41
n23	609398,20	9802696,16
n24	609388,04	9802696,16
n25	609388,04	9802742,35
n26	609381,03	9802749,46
n27	609392,65	9802351,33
n28	609398,20	9802351,33
n29	609392,65	9802238,62
n30	609295,04	9802139,67
n31	609304,63	9802130,21
n32	609257,40	9802082,33
n33	609260,96	9802078,82
n34	609311,70	9802130,26
n35	609302,11	9802139,72
n36	609398,20	9802237,13
n37	609113,65	9801929,50
n38	609109,98	9801933,12
n39	609218,94	9802043,36
n40	609222,46	9802046,91
n41	609150,52	9802118,01
n42	609038,52	9802117,11
n43	609038,52	9802112,11
n44	609148,48	9802113
n45	609022,65	9802111,95
n46	608959,25	9802174,78
n47	608937,74	9802153,29
n48	608909,4	9802181,66
n49	608886,3	9802182,54
n54	608886,56	9802187,41
n55	608911,54	9802186,59
n56	608937,75	9802160,36
n57	608959,24	9802181,84
n58	609024,69	9802116,97
n59	609181,41	9803309,48
T,Elevado	609174	9803302

Extraído de: (EPANET, 2009).

### 6.2.1 Resultados obtenidos del programa EPANET 2.0 V para el sistema de red cerrada.

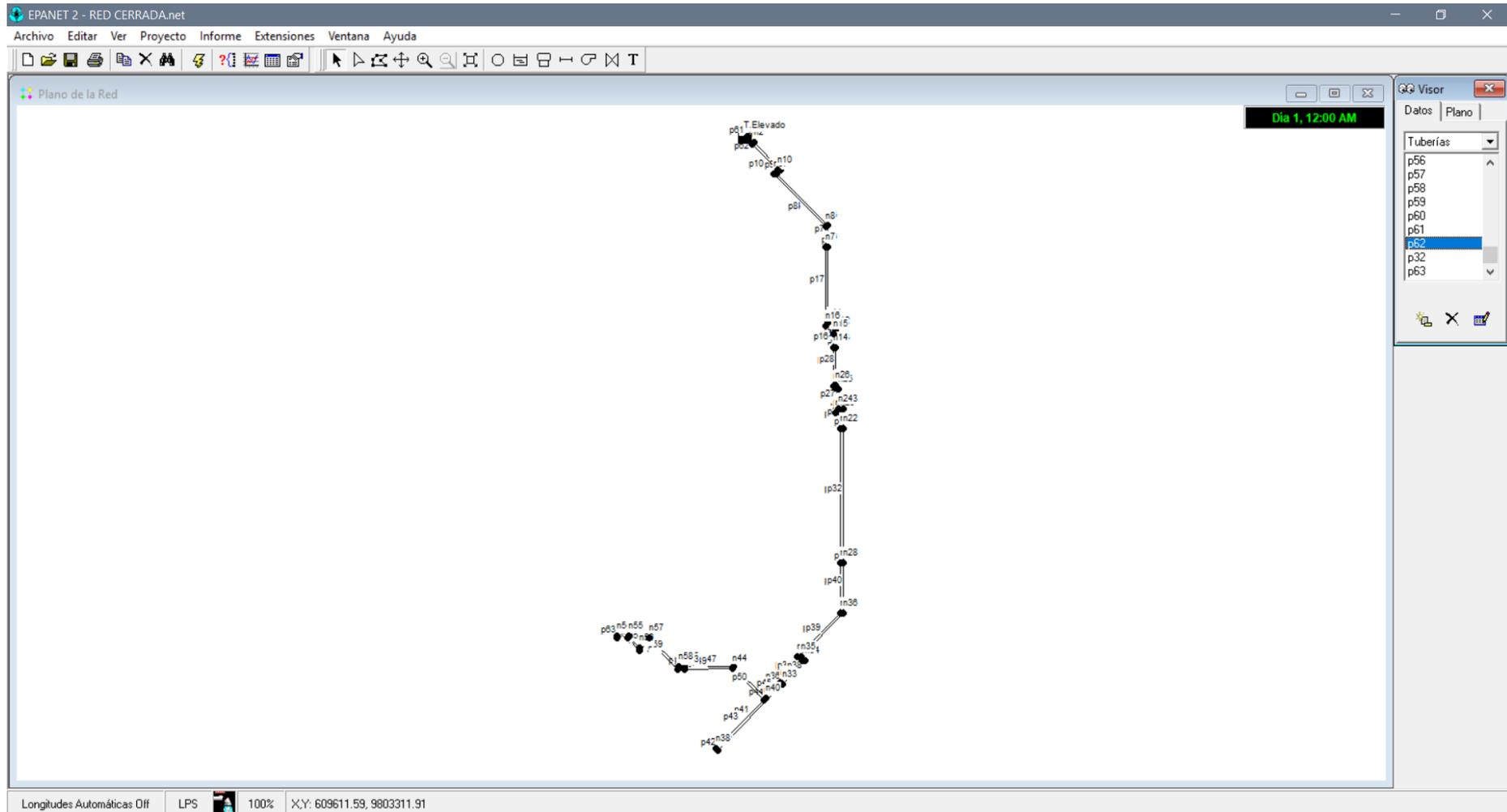


Ilustración 121.- Trazado de la red cerrada en EPANET 2.0 V con dirección del flujo.

Extraído de: (EPANET,2009)

Tabla 85.- Resultados por nodo de cota, caudal, altura y presión de la red cerrada.

<i>ID Nudo</i>	<i>Cota (m)</i>	<i>Demanda (LPS)</i>	<i>Altura (m)</i>	<i>Presión (m)</i>
n1	6,50	0,010	34,96	28,46
n2	6,50	0,000	34,97	28,47
n3	5,50	0,010	34,89	29,39
n4	6,50	0,010	34,89	28,39
n5	6,50	0,020	34,75	28,25
n6	7,50	0,060	34,51	27,01
n7	7,50	0,140	34,51	27,01
n8	6,50	0,130	34,57	28,07
n9	6,50	0,050	34,81	28,31
n10	6,50	0,040	34,83	28,33
n11	7,50	0,080	32,84	25,34
n12	7,50	0,040	32,62	25,12
n13	7,50	0,090	32,31	24,81
n14	7,50	0,080	32,31	24,81
n15	7,50	0,040	32,58	25,08
n16	7,50	0,100	32,77	25,27
n17	8,50	0,010	31,72	23,22
n18	8,50	0,040	31,67	23,17
n19	9,50	0,010	31,33	21,83
n20	9,50	0,020	31,26	21,76
n21	9,50	0,140	31,04	21,54
n22	9,50	0,150	31,03	21,53
n23	9,50	0,040	31,29	21,79
n24	9,50	0,000	31,35	21,85
n25	8,50	0,050	31,65	23,15
n26	8,50	0,010	31,72	23,22
n27	8,00	0,130	28,06	20,06
n28	11,50	0,100	28,06	16,56
n29	8,50	0,080	25,38	16,88
n30	9,50	0,020	23,43	13,93
n31	9,50	0,020	23,27	13,77
n32	9,00	0,020	22,59	13,59
n33	9,50	0,110	22,64	13,14
n34	9,50	0,040	24,01	14,51
n35	9,50	0,020	24,29	14,79
n36	7,50	0,040	27,19	19,69
n37	7,50	0,210	20,63	13,13
n38	7,50	0,180	20,63	13,13
n39	8,50	0,110	21,76	13,26
n40	8,50	0,000	21,84	13,34
n41	8,50	0,060	20,85	12,35
n42	7,50	0,070	20,04	12,54
n43	7,50	0,010	20,04	12,54
n44	8,50	0,070	20,65	12,15
n45	7,50	0,030	19,91	12,41
n46	7,50	0,040	19,35	11,85
n47	6,50	0,020	19,23	12,73
n48	6,50	0,010	19,12	12,62
n49	6,50	0,030	19,06	12,56
n50	6,50	0,160	19,06	12,56
n51	7,50	0,020	19,12	11,62
n52	6,50	0,010	19,25	12,75
n53	7,50	0,030	19,36	11,86
n54	7,50	0,050	19,91	12,41
n55	7,00	0,000	34,99	27,99
T. Elevado	35,00	3,080	35	0

Extraído de: (EPANET, 2009)

Tabla 86.- Resultados por tubería de longitud, diámetro, rugosidad, caudal y velocidad en la red cerrada.

<i>ID Línea</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Diámetro (mm)</i>	<i>Rugosidad</i>	<i>Caudal (LPS)</i>	<i>Velocidad (m/s)</i>
p1	5,00	75	150	1,44	0,33
p2	86,37	90	150	1,64	0,26
p3	11,33	90	150	1,63	0,26
p4	162,80	90	150	1,61	0,25
p5	50,63	63	150	1,60	0,51
p6	3,81	75	150	0,23	0,05
p7	46,95	75	150	1,21	0,27
p8	167,80	75	150	1,34	0,30
p9	11,12	75	150	1,39	0,31
p10	81,37	75	150	1,43	0,32
p11	171,10	50	150	1,30	0,66
p12	25,00	50	150	1,22	0,62
p13	37,79	50	150	1,18	0,60
p14	4,90	50	150	0,00	0,00
p15	32,95	50	150	1,16	0,59
p16	23,26	50	150	1,20	0,61
p17	177,30	50	150	1,30	0,66
p18	85,38	50	150	1,08	0,55
p19	7,47	50	150	1,07	0,55
p20	53,81	50	150	1,03	0,52
p21	11,24	50	150	1,02	0,52
p22	35,88	50	150	1,00	0,51
p23	5,55	50	150	0,46	0,23
p24	42,75	50	150	0,99	0,50
p25	10,16	50	150	1,03	0,52
p26	46,19	50	150	1,03	0,53
p27	9,99	50	150	1,08	0,55
p28	84,30	50	150	1,09	0,56
p29	302,10	32	150	0,40	0,50
p30	5,55	50	32	0,07	0,03
p31	112,70	25	150	0,34	0,69
p32	302,08	50	150	1,30	0,66
p33	139,00	25	150	0,26	0,52
p34	13,47	25	150	0,23	0,47
p35	67,25	25	150	0,21	0,44
p36	5,00	40	150	0,72	0,57
p37	72,25	40	150	1,03	0,82
p38	13,47	40	150	1,08	0,86
p39	136,80	40	150	1,10	0,87
p40	114,20	50	150	1,14	0,58
p41	209,80	25	150	0,21	0,42
p42	5,16	12	150	0,00	0,02
p43	155,00	25	150	0,18	0,37
p44	5,00	32	150	0,51	0,64
p45	49,75	40	150	0,91	0,73
p46	101,10	32	150	0,40	0,50
p47	112,00	32	150	0,34	0,42
p48	5,00	50	150	0,05	0,03
p49	110,00	25	150	0,15	0,31
p50	99,07	25	150	0,23	0,46
p51	15,91	25	150	0,19	0,40
p52	89,26	25	150	0,17	0,34
p53	30,41	25	150	0,13	0,26
p54	40,10	25	150	0,11	0,22
p55	25,00	25	150	0,09	0,19
p56	24,99	25	150	0,10	0,20
p57	37,08	25	150	0,12	0,24
p58	30,38	25	150	0,13	0,26
p59	92,15	25	150	0,16	0,33
p60	13,83	25	150	0,21	0,43
p61	10,54	110	150	3,08	0,32
p62	19,97	110	150	3,08	0,32
p63	5,00	25	150	0,06	0,13

Extraído de: (EPANET, 2009)

### 6.3 Sistema de red mixta.

Para el análisis de la red se tiene las siguientes consideraciones:

- Un tanque elevado a 35 m de altura funcionando por gravedad.
- Tuberías de PVC enterradas a una profundidad de 1.50 m con sus respectivos diámetros y accesorios.
- Áreas de influencia por nodo.
- Caudal unitario y caudal máximo horario.
- Caudales y cotas de terreno por nodo.

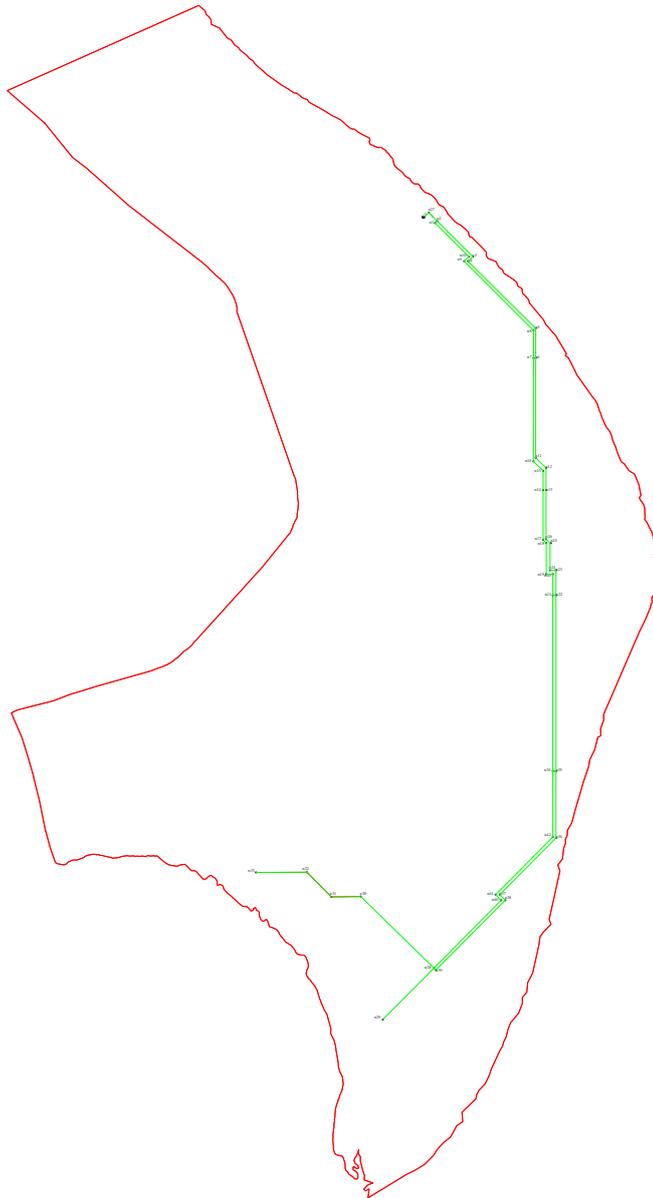
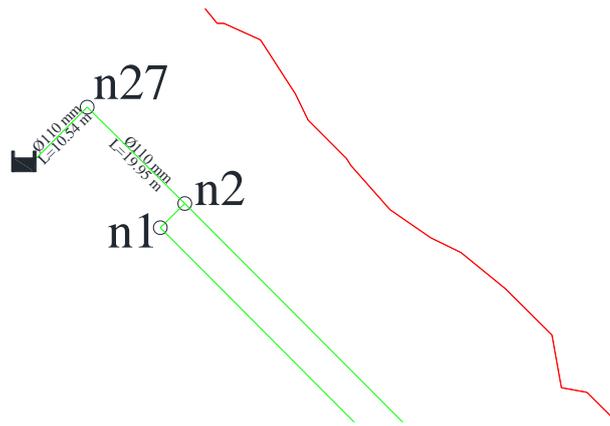


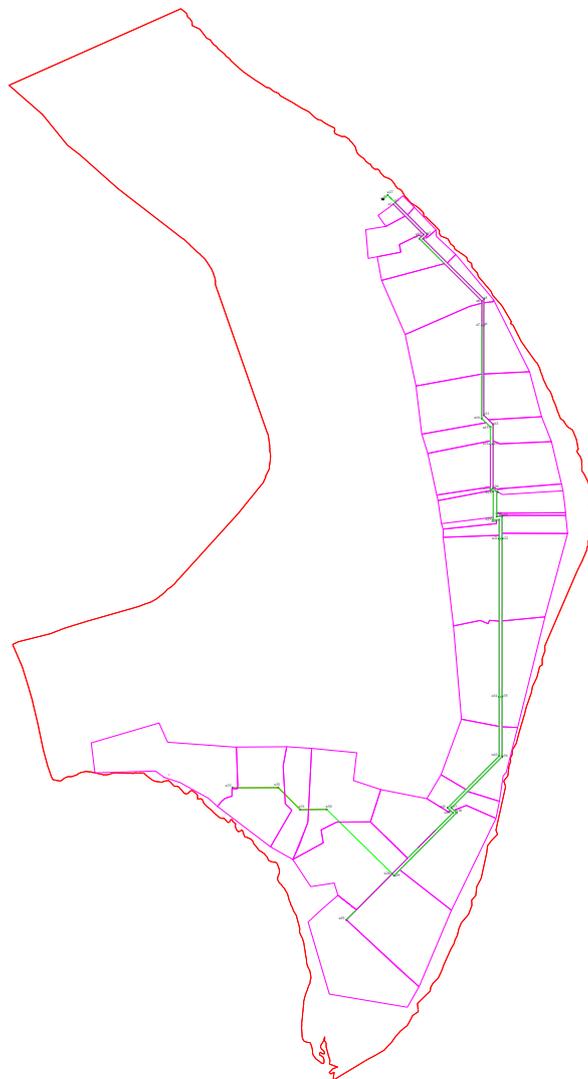
Ilustración 122.- Trazado de la red mixta a lo largo del recinto de Piñal de Arriba.

Fuente: (Autor, 2019)



*Ilustración 123.-* Identificación de nodos, tuberías y accesorios, longitudes y diámetros del trazado de la red mixta.

Fuente: (Autor, 2019)



*Ilustración 124.-* Determinación de área por nodo existente en la red mixta del recinto.

Fuente: (Autor, 2019)

Para la determinación del caudal unitario debemos considerar el área de influencia y caudal total, al ser una población que no supera más de 2000 habitantes no se considera caudal de incendio y caudal de hidrante, por ende, solo se considera el caudal máximo horario

Tabla 87.- *Determinación del caudal unitario para la red mixta.*

<b>Caudal Unitario</b>		
<i>Área Total</i>	36,25	(ha)
<i>Qmed_d</i>	1,546	(l/s)
<i>Qmax_h</i>	3,092	(l/s)
<i>Qtotal</i>	3,092	l/s
$q =$	$\frac{Q_{max\_h}}{\text{Área}}$	
$q=$	0,085	l/s*ha

Fuente: (Autor, 2019)

Tabla 88.- *Elevación de tanque elevado para el recinto de Piñal de Arriba.*

<b>ID</b>	<b>ALTURA (m)</b>
Tanque elevado	35

Extraído de: (EPANET, 2009).

Tabla 89.- Método de Áreas aplicado a la red mixta.

<i># De Nodos</i>	<i>Área (m2)</i>	<i>Área de inf. (ha)</i>	<i>q unitario (l/s*ha)</i>	<i>Q (l/s)</i>	<i>Cotas (m)</i>	<i>Cotas Actual (m)</i>
1	1093,02	0,11	0,085	0,009	8	6,5
2	614,00	0,06	0,085	0,005	8	6,5
3	1109,08	0,11	0,085	0,009	7	5,5
4	1383,19	0,14	0,085	0,012	8	6,5
5	1951,37	0,20	0,085	0,017	8	6,5
6	7329,85	0,73	0,085	0,063	9	7,5
7	16429,31	1,64	0,085	0,140	9	7,5
8	14390,31	1,44	0,085	0,123	8	6,5
9	5561,00	0,56	0,085	0,047	8	6,5
10	4858,90	0,49	0,085	0,041	8	6,5
11	8562,87	0,86	0,085	0,073	9	7,5
12	4847,65	0,48	0,085	0,041	9	7,5
13	10133,45	1,01	0,085	0,086	9	7,5
14	9398,43	0,94	0,085	0,080	9	7,5
15	4652,61	0,47	0,085	0,040	9	7,5
16	11257,63	1,13	0,085	0,096	9	7,5
17	910,30	0,09	0,085	0,008	10	8,5
18	4909,85	0,49	0,085	0,042	10	8,5
19	1174,81	0,12	0,085	0,010	11	9,5
20	2089,74	0,21	0,085	0,018	11	9,5
21	15954,34	1,60	0,085	0,136	11	9,5
22	16744,20	1,67	0,085	0,143	11	9,5
23	4227,59	0,42	0,085	0,036	11	9,5
24	578,63	0,06	0,085	0,005	11	9,5
25	5515,55	0,55	0,085	0,047	10	8,5
26	1499,73	0,15	0,085	0,013	10	8,5
27	0,00	0,00	0,085	0,000	7	5,5
28	20699,88	2,07	0,085	0,177	9	7,5
29	22363,55	2,24	0,085	0,191	9	7,5
30	16854,02	1,69	0,085	0,144	10	8,5
31	9534,30	0,95	0,085	0,081	9	7,5
32	16444,74	1,64	0,085	0,140	9	7,5
33	22624,71	2,26	0,085	0,193	8	6,5
34	11362,83	1,14	0,085	0,097	13	11,5
35	15195,08	1,52	0,085	0,130	13	11,5
36	4397,22	0,44	0,085	0,037	9	7,5
37	2268,95	0,23	0,085	0,019	11	9,5
38	17215,55	1,72	0,085	0,147	11	9,5
39	22822,73	2,28	0,085	0,195	9	7,5
40	11368,81	1,14	0,085	0,097	11	9,5
41	2619,40	0,26	0,085	0,022	11	9,5
42	9580,34	0,96	0,085	0,082	9	7,5

Fuente: (Autor, 2019)

Tabla 90.- *Número de nodos existente, elevaciones y demanda por nodo en la red mixta*

<i>ID</i>	<i>Elevaciones (m)</i>	<i>Demanda (LPS)</i>
n1	6,5	0,01
n2	6,5	0,01
n3	5,5	0,01
n4	6,5	0,01
n5	6,5	0,02
n6	7,5	0,06
n7	7,5	0,14
n8	6,5	0,12
n9	6,5	0,05
n10	6,5	0,00
n11	7,5	0,07
n12	7,5	0,04
n13	7,5	0,09
n14	7,5	0,08
n15	7,5	0,04
n16	7,5	0,10
n17	8,5	0,01
n18	8,5	0,04
n19	9,5	0,01
n20	9,5	0,02
n21	9,5	0,14
n22	9,5	0,14
n23	9,5	0,04
n24	9,5	0,01
n25	8,5	0,05
n26	8,5	0,01
n27	5,5	0,00
n28	7,5	0,18
n29	7,5	0,19
n30	8,5	0,14
n31	7,5	0,08
n32	7,5	0,14
n33	6,5	0,19
n34	11,5	0,10
n35	11,5	0,13
n36	7,5	0,04
n37	9,5	0,02
n38	9,5	0,15
n39	7,5	0,20
n40	9,5	0,10
n41	9,5	0,02
n42	7,5	0,08

Extraído de: (EPANET, 2009).

Tabla 91.- Número de tuberías existentes con el inicio y fin de conexión en el nodo.

<i>ID</i>	<i>Nodo 1 (Inicio)</i>	<i>Nodo 2 (Salida)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Diámetro (mm)</i>	<i>Rugosidad</i>
p1	n2	n1	5,00	50	150
p2	n2	n3	86,37	50	150
p3	n3	n4	11,33	50	150
p4	n4	n5	162,80	50	150
p5	n5	n6	50,63	50	150
p6	n6	n7	3812,00	50	150
p7	n8	n7	46,95	50	150
p8	n9	n8	167,80	50	150
p9	n10	n9	11,12	50	150
p10	n1	n10	81,37	50	150
p12	n6	n11	171,10	50	150
p13	n11	n12	25,00	50	150
p14	n12	n13	37,79	50	150
p16	n15	n14	32,95	50	150
p17	n16	n15	23,26	50	150
p18	n7	n16	177,30	50	150
p19	n14	n17	85,38	50	150
p20	n17	n18	7466,00	50	150
p21	n18	n19	53,81	50	150
p22	n19	n20	11,24	50	150
p23	n20	n21	35,88	50	150
p24	n22	n21	5551,00	50	150
p25	n23	n22	42,75	50	150
p26	n24	n23	10,16	50	150
p27	n25	n24	46,19	50	150
p28	n26	n25	9985,00	50	150
p29	n13	n26	84,30	50	150
p33	n28	n29	123,80	20	150
p34	n28	n30	174,90	40	150
p35	n30	n31	50,00	32	150
p36	n31	n32	59,34	32	150
p37	n32	n33	86,76	20	150
p39	n22	n34	302,10	40	150
p40	n35	n34	5551,00	50	150
p41	n21	n35	302,10	50	150
p42	n34	n36	114,20	40	150
p44	n36	n37	136,80	40	150
p45	n37	n38	13,47	40	150
p46	n38	n39	168,50	40	150
p47	n39	n28	5,00	32	150
p48	n40	n28	163,50	40	150
p49	n41	n40	13,47	40	150
p50	n42	n41	139,00	40	150
p51	n35	n42	112,70	40	150
p52	T,Elevado	n27	10,53	75	150
p32	n27	n2	19,96	75	150

Extraído de: (EPANET, 2009).

Tabla 92.- *Coordenadas UTM de cada nodo existente en la red mixta.*

<b>Nodos</b>	<b>X-Coord</b>	<b>Y-Coord</b>
n1	609192,02	9803291,89
n2	609195,58	9803295,41
n3	609256,34	9803234,03
n4	609248,30	9803226,06
n5	609363,50	9803111,00
n6	609363,47	9803060,37
n7	609359,66	9803060,37
n8	609359,68	9803107,32
n9	609241,37	9803226,24
n10	609249,27	9803234,07
n11	609363,38	9802889,26
n12	609381,03	9802871,55
n13	609381,03	9802833,76
n14	609376,13	9802833,76
n15	609376,13	9802866,71
n16	609359,57	9802883,04
n17	609376,13	9802748,38
n18	609381,41	9802743,10
n19	609381,41	9802689,29
n20	609392,65	9802689,29
n21	609392,65	9802653,41
n22	609398,20	9802653,41
n23	609398,20	9802696,16
n24	609388,04	9802696,16
n25	609388,04	9802742,35
n26	609381,03	9802749,46
n27	609181,41	9803309,48
n28	609189,84	9802013,85
n29	609102,90	9801925,72
n30	609065,35	9802136,67
n31	609015,35	9802135,94
n32	608973,65	9802178,15
n33	608886,89	9802177,93
n34	609398,20	9802351,33
n35	609392,65	9802351,33
n36	609398,20	9802237,13
n37	609302,11	9802139,72
n38	609311,70	9802130,26
n39	609193,40	9802010,33
n40	609304,63	9802130,21
n41	609295,04	9802139,67
n42	609392,65	9802238,62
T,Elevado	609174,05	9803301,98

Extraído de: (EPANET, 2009).

### 6.3.1 Resultados obtenidos del programa EPANET 2.0 V para el sistema de red mixta.

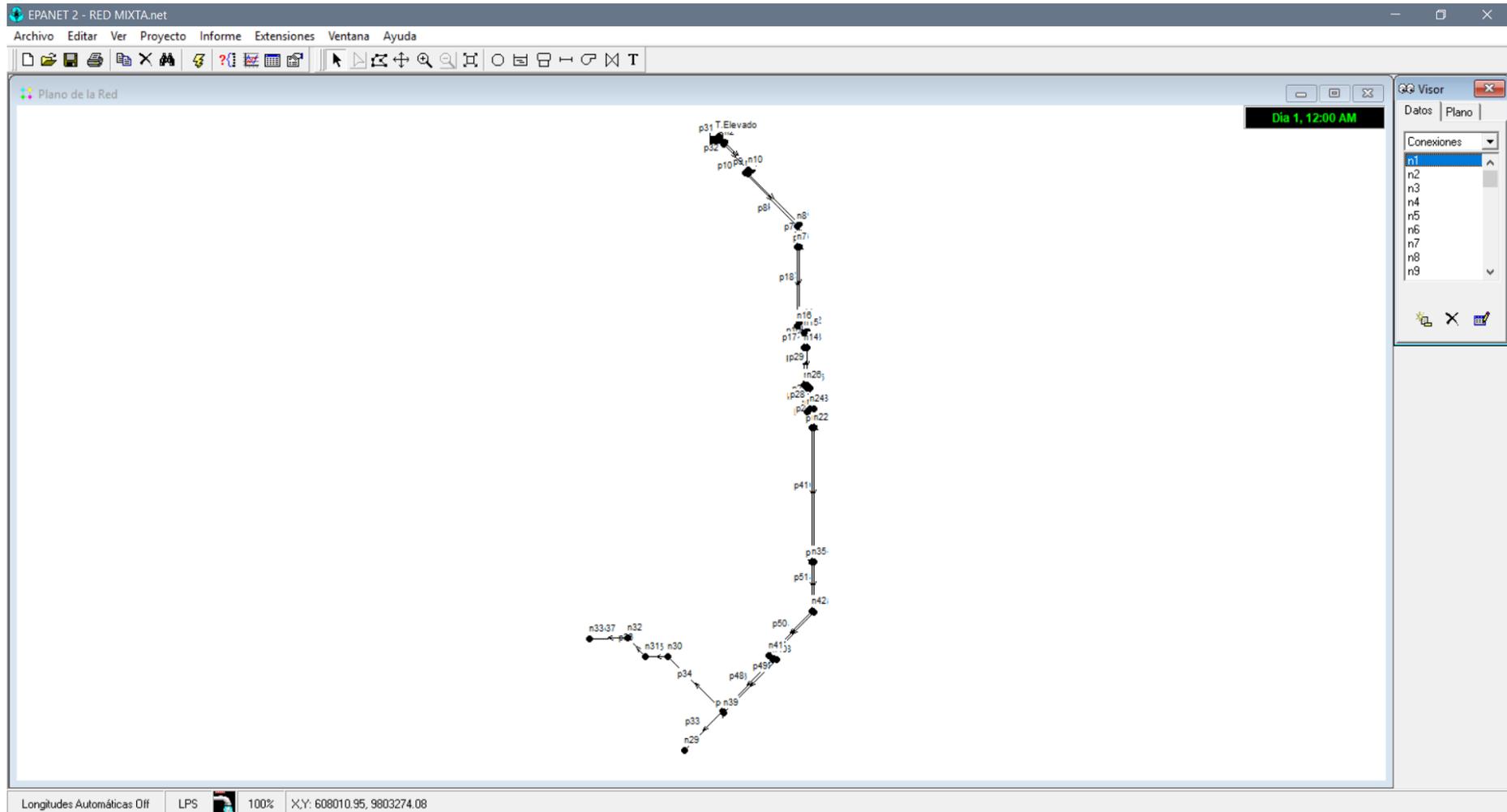


Ilustración 125.- Trazado de la red mixta en EPANET 2.0 V con dirección del flujo.

Extraído de: (EPANET,2009)

Tabla 93.- Resultados por nodo de cota, caudal, altura y presión de la red mixta.

<i>ID Nudo</i>	<i>Cota (m)</i>	<i>Demanda (LPS)</i>	<i>Altura (m)</i>	<i>Presión (m)</i>
n1	6,50	0,01	34,73	28,23
n2	6,50	0,00	34,80	28,30
n3	5,50	0,01	33,69	28,19
n4	6,50	0,01	33,55	27,05
n5	6,50	0,02	31,52	25,02
n6	7,50	0,06	30,90	23,40
n7	7,50	0,14	30,90	23,40
n8	6,50	0,12	31,40	24,90
n9	6,50	0,05	33,50	27,00
n10	6,50	0,00	33,65	27,15
n11	7,50	0,07	29,20	21,70
n12	7,50	0,04	28,98	21,48
n13	7,50	0,09	28,66	21,16
n14	7,50	0,08	28,66	21,16
n15	7,50	0,04	28,93	21,43
n16	7,50	0,10	29,13	21,63
n17	8,50	0,01	28,04	19,54
n18	8,50	0,04	27,99	19,49
n19	9,50	0,01	27,64	18,14
n20	9,50	0,02	27,57	18,07
n21	9,50	0,14	27,34	17,84
n22	9,50	0,14	27,34	17,84
n23	9,50	0,04	27,61	18,11
n24	9,50	0,00	27,67	18,17
n25	8,50	0,05	27,98	19,48
n26	8,50	0,01	28,05	19,55
n27	5,50	0,00	34,93	29,43
n28	7,50	0,18	21,42	13,92
n29	7,50	0,19	18,41	10,91
n30	8,50	0,14	20,36	11,86
n31	7,50	0,08	19,85	12,35
n32	7,50	0,14	19,44	11,94
n33	6,50	0,19	17,29	10,79
n34	11,50	0,10	25,08	13,58
n35	11,50	0,13	25,08	13,58
n36	7,50	0,04	23,88	16,38
n37	9,50	0,02	22,57	13,07
n38	9,50	0,15	22,45	12,95
n39	7,50	0,19	21,46	13,96
n40	9,50	0,10	22,46	12,96
n41	9,50	0,02	22,58	13,08
n42	7,50	0,08	23,83	16,33
T.Elevado	35,00	-3,05	35,00	0,00

Extraído de: (EPANET, 2009)

Tabla 94.- Resultados por tubería de longitud, diámetro, rugosidad, caudal y velocidad en la red mixta.

<i>ID Línea</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Diámetro (mm)</i>	<i>Rugosidad</i>	<i>Caudal (LPS)</i>	<i>Velocidad (m/s)</i>
p1	5,00	50	150	1,54	0,79
p2	86,37	50	150	1,50	0,77
p3	11,33	50	150	1,49	0,76
p4	162,80	50	150	1,48	0,76
p5	50,63	50	150	1,47	0,75
p6	3812,00	50	150	0,09	0,05
p7	46,95	50	150	1,36	0,69
p8	167,80	50	150	1,49	0,76
p9	11,12	50	150	1,53	0,78
p10	81,37	50	150	1,53	0,78
p12	171,10	50	150	1,31	0,67
p13	25,00	50	150	1,24	0,63
p14	37,79	50	150	1,20	0,61
p16	32,95	50	150	1,18	0,60
p17	23,26	50	150	1,22	0,62
p18	177,30	50	150	1,32	0,67
p19	85,38	50	150	1,10	0,56
p20	7466,00	50	150	1,09	0,56
p21	53,81	50	150	1,05	0,53
p22	11,24	50	150	1,04	0,53
p23	35,88	50	150	1,02	0,52
p24	5551,00	50	150	0,24	0,12
p25	42,75	50	150	1,01	0,51
p26	10,16	50	150	1,05	0,53
p27	46,19	50	150	1,05	0,53
p28	9985,00	50	150	1,10	0,56
p29	84,30	50	150	1,11	0,57
p33	123,80	20	150	0,19	0,61
p34	174,90	40	150	0,56	0,44
p35	50,00	32	150	0,41	0,51
p36	59,34	32	150	0,33	0,41
p37	86,76	20	150	0,19	0,61
p39	302,10	40	150	0,63	0,50
p40	5551,00	50	150	0,22	0,11
p41	302,10	50	150	1,13	0,57
p43	114,20	40	150	0,75	0,60
p44	136,80	40	150	0,71	0,57
p45	13,47	40	150	0,70	0,55
p46	168,50	40	150	0,55	0,44
p47	5,00	32	150	0,35	0,44
p48	163,50	40	150	0,57	0,46
p49	13,47	40	150	0,67	0,53
p50	139,00	40	150	0,69	0,55
p51	112,70	40	150	0,77	0,62
p31	10,53	75	150	3,05	0,69
p32	19,96	75	150	3,05	0,69

Extraído de: (EPANET, 2009)

## CAPÍTULO VII: PLAN DE MEJORAS PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Tabla 95.- *Propuesta de mejoras en la planta de potabilización del recinto de Piñal de Arriba.*

<b>Problema detectado o práctica observada</b>	<b>Consecuencia indeseable</b>	<b>Propuesta de mejora</b>	<b>Importancia</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Costo</b>
Falta de equipos mínimos para análisis de calidad de agua en la planta potabilizadora	Desconocimiento de la cantidad de cloro del agua potable y el cumplimiento de la norma	Adquirir de kit básico para medición de cloro, pH, turbiedad y kit para la realización de prueba de jarras.	Prioritario	Corto plazo	Bajo
Falta de realización de ensayo para la determinación de cloro, pH, turbiedad, coliformes y dosificaciones en la planta potabilizadora	Desconocimiento de la calidad del agua potable y el cumplimiento de la norma	Realizar controles para la medición de cloro, pH turbiedad, coliformes fecales y dosificaciones del agua potable	Prioritario	Corto plazo	Medio
No se realiza mantenimiento en los exteriores de los tanques de coagulación-floculación y sedimentación	Oxidación de los tanques produciendo posiblemente alteraciones en la potabilización del agua Se pueda producir fugas	Adquirir pintura anticorrosiva para evitar la corrosión y considerar anualmente volver a aplicarla	Prioritario	Mediano plazo	Medio
Llaves de cierre perteneciente a la planta potabilizadora en malas condiciones	indeseadas disminuyendo la eficiencia de la planta potabilizadora Se pueda producir	Adquirir y cambiar llaves de cierre que se encuentre en mal estado	Prioritario	Corto plazo	Medio
No se realiza mantenimiento en los exteriores del reservorio de almacenamiento bajo	fisuras o grietas indeseadas disminuyendo la eficiencia de la planta potabilizador	Adquirir implementos necesarios para el mantenimiento del reservorio	Prioritario	Corto plazo	Medio
Corrosión en las tapas de los reservorios de almacenamiento bajo	Oxidación en las tapas de los reservorios reservorio produciendo posiblemente alteraciones en la potabilización del agua	Adquirir nuevas tapas o realizar el respectivo mantenimiento para evitar la corrosión	Prioritario	Corto plazo	Medio
Mal estado de las tuberías que se dirigen del reservorio de almacenamiento bajo hacia los tanques elevados	Fugas indeseadas de agua	Adquirir y reemplazar las tuberías existentes para evitar las fugas	Prioritario	Corto plazo	Alto
Mal estado de los tanques elevados	Leve desprendimiento del material que lo compone, ocasionando alteraciones en el agua potable	Adquirir y reemplazar los tanques existentes por unos de mejor calidad	Prioritario	Corto plazo	Alto

Presencia de corrosión en la torre metálica que soporta los tanques elevados	Posible fallo a futuro de la torre metálica	Adquirir pintura anticorrosiva para evitar la corrosión y considerar anualmente volver a aplicarla	Prioritario	Corto plazo	Medio
Dosificador de cloro no se encuentra en ejecución	Incremento de la dosificación de cloro en el agua potable	Adquirir y reemplazar el equipo de dosificación	Prioritario	Inmediato	Alto
Dosificador de coagulante en proceso de deterioro	Posible falla en la dosificación del coagulante	Adquirir y reemplazar el equipo de dosificación	Prioritario	Inmediato	Alto
Ausencia de dispositivo para captación de muestras de agua en cada unidad filtrante	Imposibilidad de conocer las condiciones físico-químico en la unidad filtrante	Colocar dispositivos para captar muestras de agua a la entrada y salida de cada filtro	Deseable	Mediano plazo	Medio
Ausencia de registro de operación de los medios filtrantes	Imposibilidad de indentificar posibles fallas operacionales, realizar controles sobre los filtros y en el lavado	Realizar controles básicos y tener registro mensuales sobre la operación de los filtros	Deseable	Corto plazo	Medio
Ausencia de medidores de caudal en planta de tratamiento	Desconocimiento de la producción actual	Colocar medidores de caudal	Prioritario	Mediano plazo	Medio
Ausencia de manuales y documentos de información a partir de datos medidos	Imposibilidad de sugerir mejorar en la planta en base a su historial y condiciones de operación y mantenimiento	Generar manuales y documentos de operación y mantenimiento que permitan llevar un control de la planta potabilizadora	Deseable	Corto plazo	Medio
Desgastes de láminas de zinc que sirven como medio filtrante en el tanque sedimentador	Alteraciones en la retención de sedimentos	Adquirir y reemplazar láminas de zinc que sirven como medio filtrante	Prioritario	Corto plazo	Medio
El grado de instrucción del personal encargado de la planta, en ocasiones no es el requerido	Carencia de criterio para implementar rutinas y funcionamiento adecuado de la planta	Realizar capacitaciones al personal encargado de la planta	Prioritario	Mediano plazo	Medio
Ausencia de medidores de agua potable en las conexiones domiciliarias	Consumo excesivo del agua potable	Implementar medidores de agua para regular su consumo	Prioritario	Inmediato	Medio

## CONCLUSIONES

A través de los análisis realizados se concluye lo siguiente:

- La planta potabilizadora del recinto Piñal de Arriba actualmente cumple con las necesidades requeridas para satisfacer la demanda de agua en la comunidad, además de cumplir con las normas de calidad de agua.
- Para un periodo de diseño de 30 años, la planta va a necesitar un caudal de 2,21 lt/s para una población futura de 1.336 hab.
- Para la población futura, va a requerir un aumento de capacidad en el reservorio de almacenamiento bajo con un volumen de 48 m<sup>3</sup> en comparación al actual que tiene un volumen de 41.97 m<sup>3</sup>.
- La red de distribución actualmente tiene una cobertura del 70% aprox., redes discontinuas, daños y fugas en las tuberías, y presiones bajas. Presentando los siguientes problemas “La red no está distribuida por todo el sector de Piñal de Arriba, ocasionando que la mayoría no consten de este servicio”, “Que la presión del agua no es suficiente (Ver tabla #60)” “Ha existido roturas de tuberías durante el día impidiendo el abastecimiento de agua potable (Ver tabla #58)” “La reparación suele tomarse más de 1 días (Ver tabla #59)”
- Se rediseñó la red planteando 3 propuestas, el cual, de la red mixta se obtuvo como resultado presiones y velocidades conforme a la norma CPE INEN 5 PARTE 9-1:1992 (Ver Anexo 1) y al Manual de Diseño de Acueducto de INTERAGUA (Ver Anexo 2), además de poder abarcar el recinto de Piñal de Arriba.
- De las 3 propuestas analizadas en cuestiones económicas considerando solo accesorio para la red de distribución la red mixta es la más conveniente a realizarse (Ver Anexo# 9). Sin embargo, se debe considerar que requiere una altura para los tanques elevados de 35 m.
- Las pruebas de calidad de agua en la planta potabilizadora cumplen satisfactoriamente los parámetros de cloro, pH, sólidos disueltos, conductividad, oxígeno disuelto y coliformes fecales, acorde a la norma NTE INEN 1108 - 214 y las normas complementarias como la NORMA BOLIVIANA – 2014 y NORMA COLOMBIANA – 2014 que se utilizaron como medio comparativo.
- En la red de distribución en las pruebas de calidad de agua 2 de 5 muestras cumplen con los parámetros establecido por la norma NTE INEN 1108 - 214 y las normas

complementarias. Mientras que 3 de 5 presenta un índice elevado de coliformes fecales, dando como resultado el incumplimiento de las normas aplicadas.

- Se observó que existe ineficiencia y conservación de los medios de almacenamiento para preservar el agua en correcto estado, dando como resultado que la calidad de agua para consumo sea inadecuada.

## **RECOMENDACIONES**

1. Considerar el plan de mejoras planteado para el recinto de Piñal de Arriba.
2. Realizar un diagnóstico a la planta potabilizadora con 5 años de anterioridad antes de cumplir el periodo de diseño planteado para evitar posibles deficiencias en su sistema.
3. Realizar ensayos básicos de calidad de agua potable para aseverar el cumplimiento de los parámetros conforme la norma lo exija.
4. Considerar y evaluar los diseños de red de distribución planteados para el recinto de Piñal de Arriba.
5. Realizar capacitaciones a los miembros encargados del funcionamiento y operación de la planta potabilizadora.
6. Conformar una junta de agua, para que se encargue explícitamente de los problemas que susciten en la planta potabilizadora.
7. Realizar mantenimiento de los equipos existentes en la planta potabilizadora.
8. Realizar concientizaciones hacia los moradores del sector acerca de los problemas que se suscitan con el agua potable de su recinto.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguero, R. (2014). *Politik in den USA Themen - Akteure - Konflikte* (A. S. E. Rurales, Ed.).
- Andía, Y. (2000). Tratamiento de agua coagulación y floculación. In *Sedapal*. Retrieved from [http://www.sedapal.com.pe/c/document\\_library/get\\_file?uuid=2792d3e3-59b7-4b9e-ae55-56209841d9b8&groupId=10154](http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=2792d3e3-59b7-4b9e-ae55-56209841d9b8&groupId=10154)
- Aznar, A. (2000). DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE CALIDAD DE LAS AGUAS. *Instituto Tecnológico de Química y Materiales "Álvaro Alonso Barba,"* 2(23), 12–19.
- Barrenechea, A. (2004). Tratamiento de agua para consumo humano. Coagulación. *Tratamiento de Agua Para Consumo Humano*, 153–224.
- Barrenechea, A., & de Vargas, L. (2009). *DESINFECCIÓN*.
- CONAGUA. (2002). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. In *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento* (pp. 1–270).
- CONAGUA. (2007). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento - Diseño de redes de distribución de agua potable. In *Comisión Nacional del Agua* (pp. 1–134). Retrieved from <http://mapasconagua.net/libros/SGAPDS-1-15-Libro25.pdf>
- CONAGUA. (2016). Manual de Agua Potable , Alcantarillado y Saneamiento Manual de agua potable , Diseño de Redes de Distribución. In Subdirección General de Agua Potable Drenaje y Saneamiento (Ed.), *Introducción al Tratamiento de Aguas Residuales Municipales* (p. 134). Retrieved from <http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-libro12.pdf>
- Díez, F. (2015). Bombas centrifugas. In *Bombas centrifugas y volumétricas*.
- EcuRed. (2020). Salinidad. Retrieved February 1, 2020, from <https://www.ecured.cu/Salinidad>
- El Universo. (2014). Retén policial piden en zona de Santa Lucía donde mujer fue agredida | Gran Guayaquil | Noticias | El Universo. Retrieved November 4, 2019, from <https://www.eluniverso.com/noticias/2014/02/08/nota/2150576/reten-policial-piden-zona-donde-mujer-fue-agredida>
- García, A. (2019). Qué es el AGUA POTABLE y sus características - te lo contamos. Retrieved November 12, 2019, from <https://www.ecologiaverde.com/que-es-el-agua-potable-y-sus-caracteristicas-1643.html>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Cantón Santa Lucía. (2014). Plan de Desarrollo Y Ordenamiento Territorial del Cantón Arajuno. *Actualización Pdot-Arajuno 2014*, 2, 210. Retrieved from <http://www.cuenca.gov.ec/sites/default/files/pdot/modelo.pdf>

- Hasang, C. (2015). *Diagnóstico de los sistemas de abastecimiento de agua existentes en las cabeceras cantonales de Balao, Salitre y Marcelino Maridueña*. Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
- IBNORCA. (2013). Instalaciones de agua - Diseño para sistemas de agua potable. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- ICONTEC. (2004). Normas oficiales para la calidad del agua Colombia. In *Normas oficiales para calidad del agua Colombia* (pp. 1–13).
- INEC. (2019). *Informe Ejecutivo de las Canastas Analíticas: Básica y Vital*. Retrieved from [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Inflacion/canastas/Canastas\\_2019/Febrero-2019/1.Informe\\_Ejecutivo\\_Canastas\\_Analiticas\\_feb\\_2019.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Inflacion/canastas/Canastas_2019/Febrero-2019/1.Informe_Ejecutivo_Canastas_Analiticas_feb_2019.pdf)
- INEN. (1992). Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. In *Código de Práctica Ecuatoriano* (Vol. 1, p. 5).
- INEN. (2014). *Norma Técnica Ecuatoriana - Nte Inen 1108*. Retrieved from <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1108-5.pdf>
- Interagua. (2015). *Manual de Diseño de Acueductos*.
- Lenntech. (2019). Que es la desinfeccion del agua? Retrieved February 1, 2020, from <https://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/que-es-desinfeccion.htm>
- López, R. (2004). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado*. Retrieved from <https://books.google.com/books?id=QcAWPwAACAAJ&pgis=1>
- McGhee, T. (1999). *Abastecimiento-de-Agua-y-Alcantarrillado-Terence-J-McGhee.pdf*. McGRAW-HILL INTERAMERICANA, S.A.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015). Ciudad Sustentable y Resiliente. In *Informe nacional del ecuador* (p. 106).
- Ministerio del ambiente. (2002). *Norma de Calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Texto Único de Legislación Secundaria Ambiental*. Retrieved from <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>
- OMS. (2006). Hojas de información sobre sustancias químicas. *Guías Para Calidad Del Agua Potable*, 243–362. Retrieved from [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_fulll\\_lowres.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_fulll_lowres.pdf)
- OMS. (2011). Guías para la calidad del agua de consumo humano. In *Organización Mundial de la Salud*. Retrieved from <http://apps.who.int/>
- Orellana, J. (2005). Características del agua potable. In *Ingeniería sanitaria*.

- Rea, A. (2015). *Análisis del agua*.
- Rea, A. (2015). ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - PDF Descargar libre. Retrieved February 19, 2020, from <https://docplayer.es/75865941-Escuela-superior-politecnica-de-chimborazo.html>
- REITEC. (2014). *CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: Aspectos teóricos*.
- Rodriguez Ruiz, P. (2001). Abastecimiento De Agua. *Ucam.Edu*, (1896), 499. Retrieved from [http://www.ucam.edu/sites/default/files/estudios/grados/ingenieria\\_civil-presencial/plan-de-estudios/2101GD1213ABASTECIMIENTO.pdf](http://www.ucam.edu/sites/default/files/estudios/grados/ingenieria_civil-presencial/plan-de-estudios/2101GD1213ABASTECIMIENTO.pdf)
- SANCHEZ PULIDO, P. C., & ALONSO RIOS, J. L. (2017). PROPUESTA DE MEJORA PARA LA PLANTA DE AGUA POTABLE DE LA EMPRESA FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Secretaría del Convenio Sobre la Diversidad Biológica. (2010). *Guía De Buenas Prácticas : Agua Potable , Diversidad Biológica Y Desarrollo*. Retrieved from <https://www.cbd.int/development/doc/cbd-good-practice-guide-water-booklet-web-es.pdf>
- SENAGUA. (2016). Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. In *secretaria del Agua* (pp. 1–44). <https://doi.org/10.7>
- SENPLADES. (2019). Recinto Piñal de Arriba. Retrieved November 5, 2019, from [http://app.sni.gob.ec/visor\\_Z5/](http://app.sni.gob.ec/visor_Z5/)
- Sigler, A., & Bauder, J. (2012). *Alcalinidad, pH y sólidos disueltos totales*.
- Solís, Y., Zúñiga, L., & Mora, D. (2018). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica Conductivity as a predictive parameter of hardness in groundwater and spring water of Costa Rica. *Tecnología En Marcha*, 31(1), 35–46. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3495>
- Torres, A. (2016). *ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES*.
- Vanegas, C., & Falcon, M. (1997). Vane-induced secondary flow in straight free surface flow. *Revista - Facultad de Ingenieria, Universidad Central de Venezuela*, 11(2), 13–27.
- Vera, A., Pozo, M., & Serrano, J. (2018). Medición de los ODS en Ecuador. In *Agua, saneamiento e higiene*. Retrieved from [www.unicef.org/ecuador](http://www.unicef.org/ecuador)
- Yactayo, V. (2009). *CAPÍTULO 7 SEDIMENTACIÓN*. Retrieved from <http://www.ingenieroambiental.com/4014/siete.pdf>
- Yactayo, V. (2009). *CAPÍTULO 9 FILTRACIÓN*.

## ANEXOS

### ANEXO 1: CPE INEN 5 PARTE 9-1: 1992.

Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes

#### QUINTA PARTE (V)

- Periodo de diseño

En general se considera que las obras de fácil ampliación deben tener períodos de diseño más cortos, mientras que las obras de gran envergadura o aquellas que sean de difícil ampliación, deben tener períodos de diseño más largos.

Tabla 96.- Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable.

COMPONENTE	VIDA ÚTIL (AÑOS)
Diques grandes y túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducciones de hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red:	
De hierro dúctil	40 a 50
De asbesto cemento o PVC	20 a 25
Otros materiales	Variables de acuerdo especificaciones del fabricante

Extraído de: (INEN, 1992)

- Estimación de la población futura.

Para el cálculo de la población futura se harán las proyecciones de crecimiento utilizando por lo menos tres métodos conocidos (proyección aritmética, geométrica, incrementos diferenciales, comparativo, etc.) que permitan establecer comparaciones que orienten el criterio del proyectista. La población futura se escogerá finalmente tomando en consideración, aspectos económicos, geopolíticos y sociales que influyan en los movimientos demográficos. No obstante, debido a la carencia de datos como los censos poblacionales, pero si se dispone de una tasa de crecimiento el método más conveniente es el geométrico. Y acorde a (López, 2004):

“El crecimiento será geométrico si el aumento de población es proporcional al tamaño de esta”. En este caso, el patrón de crecimiento es el mismo que el de interés compuesto, el cual se expresa así:

Ecuación 1.- Ecuación para el cálculo de población futura.

$$P_f = P_{uc} * (1 + r)^{(T_f - T_{uc})}$$

Donde:

$P_f$ :	Población proyectada
$T_f$ :	Año proyectado
$T_{uc}$ :	Último censo
$P_{uc}$ :	Población último censo
$r$ :	Tasa de crecimiento anual

Extraído de: (López, 2004)

Y se despeja el término r para obtener la siguiente ecuación:

$$r = \left( \frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{T_{uc} - T_{ci}}} - 1$$

Este último valor es remplazado en la ecuación anterior para hacer la proyección de población.

- Dotaciones

Según la norma, a falta de datos y para estudios de factibilidad, se podrían utilizar las dotaciones indicadas en la tabla:

Tabla 97.- Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.

POBLACIÓN (habitantes)	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50000	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

Extraído de: (INEN, 1992)

Para poblaciones menores a 5000 habitantes, se debe tomar la dotación mínima fijada.

- Variaciones de consumo.

Para el caudal medio anual diario (en m<sup>3</sup>/s), se debe calcular por la fórmula:

Ecuación 2.- Ecuación para el cálculo de caudal medio.

$$\begin{aligned} Q_{med} &= q N / (1\ 000 \times 86\ 400) \\ q &= \text{dotación tomada de la tabla V.3 en l/hab/día} \\ N &= \text{número de habitantes.} \end{aligned}$$

Extraído de: (INEN, 1992)

El requerimiento máximo correspondiente al mayor consumo diario se debe calcular por la fórmula:

Ecuación 3.- Ecuación para calcular el caudal máximo diario.

$$Q_{max.día} = K_{max.día} \times Q_{med}$$

Extraído de: (INEN, 1992)

El coeficiente de variación del consumo máximo diario debe establecerse en base a estudios en sistemas existentes, y aplicar por analogía al proyecto en estudio. En caso contrario se recomienda utilizar los siguientes valores:

$$K_{max.día} = 1,3 - 1,5$$

Extraído de: (INEN, 1992)

El coeficiente de variación del consumo máximo diario debe establecerse en base a estudios en sistemas existentes, y aplicar por analogía al proyecto en estudio. En caso contrario se recomienda utilizar los siguientes valores:

$$K_{max.hor} = (2 \text{ a } 2,3) Q_{med}$$

Extraído de: (INEN, 1992)

- Caudal de diseño

Para el diseño de las diferentes partes de un sistema de abastecimiento de agua potable, se usarán los caudales que constan en la tabla:

Tabla 98.- Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable.

ELEMENTO	CAUDAL
Captación de aguas superficiales	Máximo diario + 20 %
Captación de aguas subterráneas	Máximo diario + 5 %
Conducción de aguas superficiales	Máximo diario + 10 %
Conducción de aguas subterráneas	Máximo diario + 5 %
Red de distribución	Máximo horario + incendio
Planta de tratamiento	Máximo diario + 10 %

Extraído de: (INEN, 1992)

## SEPTIMA PARTE (VII)

- Caudal de diseño y presiones.
  - a. Los caudales de diseño para redes de distribución serán: el máximo diario al final del período de diseño más incendio y se comprobarán las presiones de la red, para el caudal máximo horario al final de dicho período.
  - b. En lo que a presión se refiere, se establece un mínimo de 10 m de columna de agua en los puntos y condiciones más desfavorables de la red. Para el caso de proyectos en los que el abastecimiento se realiza a través de grifos públicos, esta presión podrá ser reducida a 5 m.
  - c. Las presiones estáticas máxima, no deberá, en lo posible, ser mayor a 70 m de columna de agua y presión máxima dinámica, 50 m. Para lograr esto, la red podrá ser dividida en varias subredes interconectadas mediante estructuras o equipos reductores de presión convenientemente localizados.
  - d. La utilización de presiones diferentes a las indicadas en los numerales anteriores deberán ser justificados plenamente.
  
- Diseño y dimensionamiento de la red.
  - a. Las tuberías de la red serán dispuestas formando mallas, evitando, en todo lo posible, ramales abiertos.
  - b. El diámetro de las tuberías tanto de las mallas principales como en los rellenos será el comercial que más se acerque al determinado en los cálculos hidráulicos. Solo en el caso de que se deban instalar los hidrantes o bocas de fuego el diámetro de la tubería deberá ser como mínimo el correspondiente a estos artefactos.

- c. Cada circuito de la malla deberá tener, en lo posible, un perímetro entre 500m a 2000m.
  - d. En calles cuyo ancho sea mayor a 20m o que tengan varias calzadas, se proveerá de los ramales de tuberías; el uno con un diámetro correspondiente al de los cálculos hidráulicos y el otro con un diámetro igual al de las tuberías de relleno.
  - e. El cálculo de la malla principal podrá hacerse por cualquier método aplicable. Si se empleara algún método nuevo, el proyectista deberá adjuntar a los cálculos, una memoria explicativa del mismo y la bibliografía de soporte, en caso de haber alguna. La velocidad dentro de las tuberías deberá, en lo posible, mantenerse alrededor de 1.5 m/s. El error de cierre en los circuitos será como máximo 0.5m.
- Distribución de válvulas.
    - a. El área servida por la red será dividida en sectores que puedan ser aislados para efectos de reparaciones y/o ampliaciones.
    - b. Los sectores serán aislados mediante el cierre de válvulas estratégicamente localizadas, cuyo número será como máximo 8. Para el vaciado de los sectores se utilizarán los hidrantes y a falta de estos se colocarán válvulas de desagüe en los sitios adecuados.
    - c. Cuando las válvulas tengan un diámetro superior a 350 mm, serán alojadas en estructuras especiales para su protección.
  - Detalles de la red.
    - a. La localización de las tuberías principales y secundarias se hará en los costados norte y este de las calzadas.
    - b. Se diseñarán obras de protección cuando las tuberías deban cruzar ríos, quebradas, etc.
    - c. Como complemento de la red se proyectarán conexiones domiciliarias cuyo número se estimará al dividir la población de diseño para 10.
    - d. Se ubicarán válvulas de aire en los puntos en los que se necesite para el funcionamiento correcto de la red.

- e. Las tuberías de agua potable deberán estar separadas de las de alcantarillado por lo menos 3 m horizontalmente y 30 cm verticalmente, entre sus superficies exteriores.
- f. Las tuberías deberán estar instaladas a una profundidad mínima de 1m sobre la corona del tubo.
- g. Se tomarán todas las precauciones necesarias para impedir conexiones cruzadas y flujo inverso. La SAPYSB vigilará que existan ordenanzas municipales adecuadas para su control.
- h. Se utilizarán anclajes en todos los puntos en los que haya un desequilibrio de fuerzas, de acuerdo con los criterios presentados en el numeral 5.2.4.48 de la quinta parte.

## ANEXO 2: MANUAL DE DISEÑO DE ACUEDUCTOS

### 1. Tanques elevados

- El nivel mínimo de agua en el tanque debe ser suficiente para que garantice la presión de servicio en la red.
- La tubería de rebose descargará libremente.
- Se instalarán válvulas de compuerta en las tuberías de entrada y salida excepto en las de rebose.
- En el tanque se instalarán los accesorios indispensables tales como: respiraderos, bocas de visita, escaleras, indicadores de nivel, etc.
- Las escaleras exteriores deberán tener protección adecuada y dispositivos de seguridad.
- Si el tanque elevado es proyectado para uniformizar las presiones en la red, su capacidad máxima será de 100 m<sup>3</sup> y cuando sea diseñado con flotante, su capacidad estará entre el 2% y el 4% del volumen total de almacenamiento.

### 2. Velocidades admisibles

- Para el cálculo de las tuberías de DN 200 mm y menor, las velocidades en esas tuberías estarán comprendidas entre los 0.4 m/s y 0.6 m/s.
- Para el cálculo de las tuberías de DN 300 mm y mayor, las velocidades en esas tuberías estarán comprendidas entre los 1 m/s y 1.20 m/s y que la presión mínima en la red maestra sea de 20 mca.
- Para tuberías de impulsión (salida de estaciones de bombeo), se podrá admitir velocidades máximas hasta 2 m/s

### ANEXO 3: NTE INEN 1108 – 2014.

Tabla 99.- Características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas.

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
<b>Características físicas</b>		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
<b>Inorgánicos</b>		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	2,4
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN <sup>-</sup>	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 <sup>1)</sup>
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50
Nitritos, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	3,0
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bg/l	0,5
Radiación total β **	Bg/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,04

<sup>1)</sup> Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos  
\* Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: <sup>210</sup>Po, <sup>224</sup>Ra, <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th, <sup>234</sup>U, <sup>238</sup>U, <sup>239</sup>Pu  
\*\* Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: <sup>60</sup>Co, <sup>89</sup>Sr, <sup>90</sup>Sr, <sup>129</sup>I, <sup>131</sup>I, <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, <sup>210</sup>Pb, <sup>226</sup>Ra

Tabla 100.- Sustancias inorgánicas.

	UNIDAD	Límite máximo permitido
<b>Hidrocarburos policíclicos aromáticos HAP</b>		
Benzo [a] pireno	mg/l	0,0007
<b>Hidrocarburos:</b>		
Benceno	mg/l	0,01
Tolueno	mg/l	0,7
Xileno	mg/l	0,5
Estireno	mg/l	0,02
1,2dicloroetano	mg/l	0,03
Cloruro de vinilo	mg/l	0,0003
Tricloroetano	mg/l	0,02
Tetracloroetano	mg/l	0,04
Di(2-etilhexil) ftalato	mg/l	0,008
Acrylamida	mg/l	0,0005
Epiclorohidrina	mg/l	0,0004
Hexaclorobutadieno	mg/l	0,0006
1,2Dibromoetano	mg/l	0,0004
1,4- Dioxano	mg/l	0,05
Acido Nitrilotriacético	mg/l	0,2

Tabla 101.- *Plaguicidas.*

	<b>UNIDAD</b>	<b>Límite máximo permitido</b>
Atrazina y sus metabolitos cloro-s-triazina	mg/l	0,1
Isoproturón	mg/l	0,009
Lindano	mg/l	0,002
Pendimetalina	mg/l	0,02
Pentaclorofenol	mg/l	0,009
Dicloroprop	mg/l	0,1
Alacloro	mg/l	0,02
Aldicarb	mg/l	0,01
Aldrín y Dieldrín	mg/l	0,00003
Carbofuran	mg/l	0,007
Clorpirifós	mg/l	0,03
DDT y metabolitos	mg/l	0,001
1,2-Dibromo-3-cloropropano	mg/l	0,001
1,3-Dicloropropeno	mg/l	0,02
Dimetoato	mg/l	0,006
Endrín	mg/l	0,0006
Terbutilazina	mg/l	0,007
Clordano	mg/l	0,0002
Hidroxiatrazina	mg/l	0,2

Tabla 102.- *Residuos de desinfección.*

	<b>UNIDAD</b>	<b>Límite máximo permitido</b>
Monocloramina,	mg/l	3
Si pasa de 1,5 mg/l investigar: N-Nitrosodimethylamine	mg/l	0,000 1

Tabla 103.- *Subproductos de desinfección.*

	<b>UNIDAD</b>	<b>Límite máximo permitido</b>
2,4,6-triclorofenol	mg/l	0,2
<b>Trihalometanos totales</b>	mg/l	0,5
Si pasa de 0,5 mg/l investigar:	mg/l	0,06
• Bromodiclorometano	mg/l	0,3
• Cloroformo		
Tricloroacetato	mg/l	0,2

Tabla 104.- *Cianotoxinas.*

	<b>UNIDAD</b>	<b>Límite máximo permitido</b>
Microcistina-LR	mg/l	0,001

Tabla 105.- *Requisitos microbiológicos.*

	<b>Máximo</b>
Coliformes fecales (1): Tubos múltiples NMP/100 ml ó Filtración por membrana ufc/ 100 ml	< 1,1 * < 1 **
<i>Cryptosporidium</i> , número de ooquistes/ litro	Ausencia
<i>Giardia</i> , número de quistes/ litro	Ausencia
* < 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm <sup>3</sup> ó 10 tubos de 10 cm <sup>3</sup> ninguno es positivo	
** < 1 significa que no se observan colonias	
(1) ver el anexo 1, para el número de unidades (muestras) a tomar de acuerdo con la población servida	

## ANEXO 4: TULSMA LIBRO VI- ANEXO 1

Tabla 106.- Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoniaco	N-Amoniacal	mg/l	1,0
Amonio	NH <sub>4</sub>	mg/l	0,05
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,1
Cloruro	Cl	mg/l	250
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600
Color	color real	unidades de color	100
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	2,0
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/l	500

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
<b>*Productos para la desinfección</b>		mg/l	0,1
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>			
Benceno	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	µg/l	10,0
Benzo(a) pireno		µg/l	0,01
Etilbenceno		µg/l	700
Estireno		µg/l	100
Tolueno		µg/l	1 000

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Bifenilo policlorados/PCBs	Concentración de PCBs totales	µg/l	0,0005
Fluoruro (total)	F	mg/l	1,5
Hierro (total)	Fe	mg/l	1,0
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia flotante			<b>Ausencia</b>
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			Es permitido olor y sabor removible por tratamiento convencional
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sólidos disueltos totales		mg/l	1 000
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/l	400
Temperatura		°C	Condición Natural + o - 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	100
Zinc	Zn	mg/l	5,0

Parámetro	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Xilenos (totales)		µg/l	10 000
<b>Pesticidas y herbicidas</b>			
Carbamatos totales	Concentración de carbamatos totales	mg/l	0,1
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0,1
Dibromocloropropano (DBCP)	Concentración total de DBCP	µg/l	0,2
Dibromoetileno (DBE)	Concentración total de DBE	µg/l	0,05
Dicloropropano (1,2)	Concentración	µg/l	5

Parámetro	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
	total de dicloropropano		
Diquat		µg/l	70
Glifosato		µg/l	200
Toxafeno		µg/l	5
<b>Compuestos Halogenados</b>			
Tetracloruro de carbono		µg/l	3
Dicloroetano (1,2-)		µg/l	10
Dicloroetileno (1,1-)		µg/l	0,3
Dicloroetileno (1,2-cis)		µg/l	70
Dicloroetileno (1,2-trans)		µg/l	100
Diclorometano		µg/l	50
Tetracloroetileno		µg/l	10
Tricloroetano (1,1,1-)		µg/l	200
Tricloroetileno		µg/l	30
Clorobenceno		µg/l	100
Diclorobenceno (1,2-)		µg/l	200
Diclorobenceno (1,4-)		µg/l	5
Hexaclorobenceno		µg/l	0,01
Bromoximil		µg/l	5
Diclorometano		µg/l	50
Tribrometano		µg/l	2

## ANEXO 5: NORMA BOLIVIANA – 2014

La presente tabla muestra parámetros físicos, químicos y bacteriológicos que establece (IBNORCA, 2013) para fuentes de agua (agua cruda).

Tabla 107.- *Análisis básicos recomendables para la caracterización de las fuentes de agua destinadas a consumo humano en poblaciones menores a 10 000 habitantes.*

N° Parámetro	Unidad	Tiempo máximo de preservación recomendado (1)
<b>Análisis Físicos</b>		
1 Turbiedad	U.N.T	48 horas
2 Color	U.C. Escala Pt – Co	48 horas
3 Olor *	-	6 horas
4 Sabor *	-	24 horas
5 Temperatura	°C	In situ
6 Sólidos totales disueltos	mg/l	14 días
7 Sólidos totales suspendidos	mg/l	6 meses
<b>Análisis Químicos</b>		
8 Dureza total	mg/l (Ca CO <sub>3</sub> )	6 meses
9 Calcio	mg/l	6 meses
10 Magnesio	mg/l	6 meses
11 Manganeseo	mg/l	6 meses
12 Hierro	mg/l	28 días
13 Sulfatos	mg/l	6 meses
14 Cloruros	mg/l	7 días
15 Fluoruros	mg/l	48 horas
16 Nitratos	mg/l	48 horas
17 Nitritos (1)	mg/l	2 horas
18 pH	-	
<b>Análisis Bacteriológicos</b>		
19 Coliformes totales	NMP/100 ml ***	24 horas
20 Escherichia coli**(E. coli)	NMP/ 100 ml***	24 horas
		Las muestras deben ser conservadas a baja temperatura. Nunca congeladas.
<b>Análisis Complementarios</b>		
21 Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	mg/l	Realizar la determinación dentro de las 24 horas, previa conservación a 4°C.
22 Oxígeno disuelto OD	mg/l	Fijar in situ, analizar antes de las 8 horas y no exponer la muestra directamente al sol.
23 Conductividad	mmhos/cm	Realizar la determinación dentro de las 48 horas.

(\*) Debe ser inobjetable

(1) Se debe analizar en el tiempo establecido para evitar la oxidación de los mismos.

(\*\*) Las concentraciones de coliformes termorresistentes (termotolerantes) están en relación directa con las de Escherichia coli (E. coli), por tanto pueden determinarse indistintamente y dependerá de las facilidades laborales disponibles; Ref.: Guías para la Calidad de Agua Potable, OMS, Ginebra 1995.

(\*\*\*) NMP/100 ml, Número Más Probable por 100 ml o UFC/100 ml, Unidades Formadoras de Colonias por 100 ml según la técnica empleada (Tubos múltiples o Membrana Filtrante).

**Nota:** La lista de los parámetros no está restringida, por lo que el proyectista podrá solicitar otros parámetros no especificados según las características del proyecto y los antecedentes de calidad de agua que se tengan en la zona.

La presente tabla muestra parámetros físicos, químicos y bacteriológicos que establece (IBNORCA, 2013) para agua potable:

Tabla 108.- Valores máximos aceptables por la Norma Boliviana NB 512 (Agua potable - Requisitos).

Nº Parámetro	Valor máximo aceptable	Unidad
<b>Análisis Físicos</b>		
1 Turbiedad	5	U.N.T
2 Color	15	U.C. Escala Pt – Co
3 Olor *	-	-
4 Sabor *	-	-
5 Temperatura *	-	°C
6 Sólidos totales disueltos	1 000	mg/l
7 Sólidos totales suspendidos**	-	mg/l
<b>Análisis Químicos</b>		
8 Dureza total	500	mg/l (Ca CO <sub>3</sub> )
9 Calcio**	-	mg/l
10 Magnesio***	-	mg/l
11 Manganeseo	0,1	mg/l
12 Hierro total	0,3	mg/l
13 Sulfatos	400,	mg/l
14 Cloruros	250	mg/l
15 Fluoruros	(0,6 – 1.5)****	mg/l
16 Nitritos <sup>(1)</sup> NO <sub>3</sub>	45	mg/l
17 Nitritos <sup>(1)</sup> NO <sub>2</sub>	0,1	mg/l
18 pH	6,5 – 9,0	-
<b>Análisis Bacteriológicos</b>		
19 Coliformes totales	0,0 UFC/100 ml	<2 NMP/100 ml*****
20 Escherichia coli ( <i>E. coli</i> )	0,0 UFC/100 ml	< 2 NMP/ 100 ml
<b>Análisis Complementarios</b>		
21 Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO <sub>5</sub>	N.E.	mg/l
22 Oxígeno disuelto OD	N.E	mg/l
23 Conductividad	1 500	micromhos/cm

(\*) Debe ser inobjetable.

(\*\*) Guardan relación con la turbiedad.

(\*\*\*) Guardan relación con la dureza total.

(\*\*\*\*) Concentraciones mínima y máxima para diferentes temperaturas (ambiente); Véase NB 512 (Agua Potable - Requisitos).

(\*\*\*\*\*) NMP/100 ml, Número Más Probable por 100 ml o UFC/100 ml, Unidades Formadoras de Colonias por 100 ml según la técnica empleada (Tubos múltiples o Membrana Filtrante).

(1) Condición:  $(NO_3 / 45) + (NO_2 / 0,1) < 1$

N.E.: No Especificado en la Norma NB 512. El parámetro DBO<sub>5</sub> servirá como comprobación de contaminación microbiológica, posibilidad de conexiones cruzadas. El parámetro Oxígeno disuelto > 4 mg/l garantiza posibilidad de vida acuática (aguas superficiales de calidad admisible, a excepción de las aguas subterráneas). El parámetro conductividad guarda relación con el contenido iónico total (sales disueltas), valores superiores pueden influir en la apariencia, el sabor o el olor del agua (Guías OPS/OMS).

## ANEXO 6: NORMA COLOMBIANA – 2004

La presente tabla muestra parámetros físicos, químicos y bacteriológicos que establece (ICONTEC, 2004) para agua potable:

Tabla 109.- *Características físicas.*

Requisitos	Valor
Color, expresado en unidades de la escala Pt-Co, máx	15
Olor y sabor	Inobjetable
Turbiedad, expresada en unidades nefelométricas de turbiedad UNT, máx	2
Sólidos totales, expresado en mg/dm <sup>3</sup> , máx	200

Tabla 110.- *Concentración de elementos y sustancias químicas permitidas en el agua potable.*

Sustancias	Expresada como	Valor permitido (mg/L)	
		mín	máx
Arsénico	As		0,05
Aluminio	Al		0,2
Bario	Ba		1,0
Boro	B		1,0
Cadmio	Cd		0,005
Cianuro	CN		0,1
Cinc	Zn		5,0
Cloruros	Cl		250,0
Cobre	Cu		1,0
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>		0,05
Dureza total	CaCO <sub>3</sub>	30	150
Fenoles	Fenol		0,001
Hierro total	Fe		0,3
Magnesio	Mg		36,0
Manganeso	Mn		0,1
Mercurio	Hg		0,001
Nitratos	NO <sub>3</sub>		45,0
Nitritos	NO <sub>2</sub>		0,01
Plomo	Pb		0,01
Plata	Ag		0,05
SAB	SAB		0,5
Selenio	Se		0,01
Sulfatos	SO <sub>4</sub>		250,0
Grasas y aceites			No detectable

Sustancias	Expresada como	Valor permitido (mg/L)	
		mín	máx.
Productos Agroquímicos			
Aldrin			0,001
Clordano			0,003
Carbaril			0,1
DDT			0,05
Diazinón			0,01
Dieldrin			0,001
Endrin			0,0005
Heptacloro			0,03
Lindano			0,005
Metoxicloro			0,1
Metilparatión			0,007
Paratión			0,035
Carbamatos			0,1
Toxafeno			0,005
Clorofenoxi 2,4D			0,1
2,4,5T			0,002
2,4,5TP			0,03
Radiactividad			
Radio 226-228			5PCi/dm <sup>3</sup>
Estroncio 90			2Ci/dm <sup>3</sup>

## ANEXO 7: CENSO COMUNITARIO DEL RECINTO PIÑAL DE ARRIBA

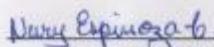
SANTA LUCIA, 1 DE JULIO DEL 2019

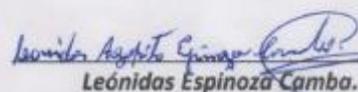
### INFORME

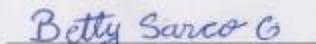
SR. JONATHAN BONILLA  
DEPARTAMENTO DEL AGUA POTABLE  
GAD SANTA LUCIA

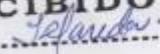
DAMOS A CONOCER A USTED QUE EN EL CENSO REALIZADO EN LA COMUNIDAD DEL RECINTO PIÑAL DE ARRIBA PERTENECIENTE AL CANTON SANTA LUCIA PARA CONSTATAR LA CANTIDAD DE USUARIOS, HABITANTES Y GASTO DEL LIQUIDO VITAL, ASISTIMOS A TODAS LAS CASA RECOPILANDO DATOS REQUERIDOS. DANDO UN RESULTADO DE UN TOTAL DE **231 CASAS** EN LAS CUALES

**212 DIERON LA INFORMACIÓN REQUERIDA.**  
**11 NO DIERON LA INFORMACIÓN REQUERIDA.**  
**8 NO SE ENCONTRARON EN SUS DOMICILIOS**

  
Nury Espinoza Carranza.  
Ced. 0922242532  
Dirigente De Piñal De Arriba

  
Leónidas Espinoza Camba.  
Ced. 0907502199  
Presidente del Agua Potable.

  
Betty Sarco Guaranda.  
Secretaria

  
GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN SANTA LUCÍA  
AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO  
HORA: 16.023  
Fecha: 01 JUL 2019  
**RECIBIDO**  
POR: 

## ANEXO 8: FORMATO DE ENCUESTA A LOS MORADORES DE PIÑAL DE ARRIBA.



### ENCUESTA SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN EL RECINTO PIÑAL DE ARRIBA PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTA LUCÍA



**Objetivo:** Presenta fines académicos e informativo para conocer la calidad del agua potable que recibe el recinto proveniente del sistema existente

#### DATOS DEMOGRÁFICOS

Nombre del encuestado: \_\_\_\_\_  
 Edad: \_\_\_\_\_ Tiempo de permanencia en el recinto: \_\_\_\_\_  
 Ocupación: 

Ama de casa		Agricultor		Comerciante		Profesional	
Otro							

#### DATOS DE VIVIENDA

Posesión de vivienda: 

Propia		Alquilada		Otro	
--------	--	-----------	--	------	--

  
 Número de habitantes de la vivienda: \_\_\_\_\_

Miembros del hogar	Edad	Género	Miembros del hogar	Edad	Género
Jefe del hogar			Familiar 1		
Cónyugue			Familiar 2		
Hijo 1			Familiar 3		
Hijo 2			Familiar 4		
Hijo 3					
Hijo 4					
Hijo 5					

Femenino	F
Masculino	M

¿Cómo eliminan la basura? 

Carro recolector de basura		Incinera		Clasifica/recicla	
Bota al terreno baldío/río		Otro:			

#### Responder las siguientes 2 preguntas en caso de que usen carro recolector de basura:

¿Pagan por el servicio de recolección de basura? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Qué días pasa el servicio de recolección?

Lunes		Martes		Miércoles	
Jueves		Viernes		Sábado	
Domingo					

¿Cómo eliminan las aguas servidas? 

Alcantarillado público		Fosa séptica		Letrina	
Pozo ciego		Otros:			

¿Cuenta con medio de transporte propio? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**Si la respuesta es "Si", responder la siguiente pregunta:**

¿Qué tipo de transporte propio tienen? 

Moto		Auto		Otro	
------	--	------	--	------	--

**Si la respuesta es "No", responder la siguiente pregunta:**

¿Qué tipo de transporte público utiliza? 

Moto-taxi		Bus		Taxi	
Otro					

¿Qué precio tiene ese transporte público? \$ \_\_\_\_\_

#### DATOS ECONÓMICOS

¿Cuánto es el ingreso monetario que presenta al mes? \_\_\_\_\_ ¿Cuánto gasta en alimentación al mes? \_\_\_\_\_  
 ¿Cuánto gasta en medicinas al mes? \_\_\_\_\_ ¿Cuánto gasta en educación al mes? \_\_\_\_\_  
 ¿Cuánto gasta en transporte al mes? \_\_\_\_\_  
 ¿Cuánto gasta en servicios básicos al mes? Agua potable \$ \_\_\_\_\_ Luz eléctrica \$ \_\_\_\_\_ Teléfono \$ \_\_\_\_\_

#### CALIDAD DEL AGUA

¿Cuenta con agua potable en su vivienda? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 ¿Posee medidor de agua potable? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Cómo se abastece de agua? 

Tanqueros		Agua de pozo		Río		Por tubería	
Cisterna		No cuenta con un medio para abastecerse					

¿Donde almacenan el agua que reciben? 

Tanques		Cisternas		Tanque elevado	
---------	--	-----------	--	----------------	--

**Si la respuesta es "Tanques", responder la siguiente pregunta:**

¿Cuántos tanques de almacenamiento tiene? \_\_\_\_\_

¿El tanque permanece tapado una vez puesta el agua? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Cuántas veces limpia el tanque donde almacena el agua? \_\_\_\_\_

¿Qué hacen con el agua antes almacenada cuando viene nueva agua? \_\_\_\_\_

¿Añaden cloro al agua que almacenan para desinfectar? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 ¿Qué cantidad le añaden de cloro al agua? \_\_\_\_\_

**Responder las siguientes preguntas en caso de que se abastezca de agua por tubería:**

¿Qué días de la semana dispone de agua?

Lunes		Martes		Miércoles	
Jueves		Viernes		Sábado	
Domingo					

¿Cuántas horas del día tienen servicio de agua potable? \_\_\_\_\_  
 ¿Se ha roto tuberías de la planta de potabilización que impidan que llegue el agua a su casa? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 En caso de interrupción ¿Cuánto tiempo tardan para reponer el servicio? \_\_\_\_\_  
 ¿El agua llega con buena presión a su vivienda? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 ¿El agua que llega a su vivienda presenta un olor desagradable? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 ¿El agua que llega a su vivienda presenta buen sabor? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Cómo califica usted el servicio de agua potable?

Excelente		Buena		Regular	
Malo					

Le gustaría conocer a que va destinado el dinero que está pagando por el servicio Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**Responder las siguientes preguntas en caso de que se abastezca de agua por tanqueros, agua de pozo, río:**

¿Cada que días se abastecen de agua?

Lunes		Martes		Miércoles	
Jueves		Viernes		Sábado	
Domingo					

¿Por cuántas horas se abastecen? \_\_\_\_\_  
 ¿Les gustaría que el agua les llegue por tubería a sus viviendas? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
**Omitir la pregunta si responde "no":** ¿Estaría dispuesto a pagar por este servicio? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 Colocar el por qué, cuando responda "no" \_\_\_\_\_

**Si la respuesta es "No", omitir las siguientes pregunta:**  
 ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este servicio? \$ \_\_\_\_\_  
 Le gustaría conocer a que va destinado el dinero que pagaría por el servicio Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**SALUBRIDAD**

¿Estuvo algún miembro de la familia enfermo durante el último mes? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 Cantidad de enfermos \_\_\_\_\_

Indique ¿Cuáles han sido ese tipo de enfermedades? \_\_\_\_\_

¿Dispone cerca de su vivienda atención médica? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 ¿Utiliza la atención médica cercana? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Por qué? \_\_\_\_\_

¿Cómo califica usted la atención médica mas cercana?

Excelente		Buena		Regular	
Malo					

## ANEXO 9: PRESUPUESTO REFERENCIAL DE PROPUESTAS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN

### 9.1 Presupuesto referencial de Red Abierta.

N°	Rubro	Cantidad Referencial	Unidades	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$)
<b>Remoción de materiales</b>					
01	Excavación de zanja con retroexcavadora	3517,98	m3	\$ 9,81	\$ 34.509,63
02	Relleno y compactación	3517,98	m3	\$ 10,47	\$ 36.815,67
<b>Sistema de tuberías</b>					
03	Provisión e instalación de tubería Ø 63 mm	67	U	\$ 36,03	\$ 2.404,43
04	Provisión e instalación de tubería Ø 50 mm	80	U	\$ 29,41	\$ 2.348,37
05	Provisión e instalación de tubería Ø 40 mm	37	U	\$ 26,74	\$ 984,43
06	Provisión e instalación de tubería Ø 25 mm	42	U	\$ 23,75	\$ 988,93
07	Provisión e instalación de tubería Ø 32 mm	36	U	\$ 25,71	\$ 926,35
08	Provisión e instalación de tubería Ø 75 mm	116	U	\$ 38,00	\$ 4.426,34
<b>Suministros</b>					
09	Provisión e instalación de codo PVC 90° Ø 63 mm	3	U	\$ 7,83	\$ 23,49
10	Provisión e instalación de válvulo Ø 75 mm	1	U	\$ 79,67	\$ 79,67
11	Provisión e instalación de codo PVC 90° Ø 75 mm	3	U	\$ 9,07	\$ 27,22
12	Provisión e instalación de codo 45° PVC Ø 75 mm	1	U	\$ 8,53	\$ 8,53
13	Provisión e instalación de codo PVC 90° Ø 50 mm	2	U	\$ 9,78	\$ 19,55
14	Provisión e instalación de codo PVC 45° Ø 50 mm	2	U	\$ 10,44	\$ 20,88
15	Provisión e instalación de Tee PVC Ø 50 mm	1	U	\$ 6,52	\$ 6,52
16	Provisión e instalación de codo PVC 90° Ø 40 mm	1	U	\$ 6,38	\$ 6,38
17	Provisión e instalación de codo 90° PVC Ø 32 mm	4	U	\$ 5,76	\$ 23,05
18	Provisión e instalación de codo 45° Ø 32 mm	1	U	\$ 5,88	\$ 5,88
19	Provisión e instalación de reductor de 40 a 25 mm	1	U	\$ 8,90	\$ 8,90
20	Provisión e instalación de reductor de 32 a 25 mm	1	U	\$ 8,12	\$ 8,12
21	Provisión e instalación de reductor de 50 a 40 mm	2	U	\$ 9,29	\$ 18,58
<b>Preliminares</b>					
22	Bodegas y oficina	100	m2	\$ 42,84	\$ 4.283,75
23	Guardianía del campamento	120	d	\$ 51,55	\$ 6.186,00
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 94.066,15</b>

## 9.2 Presupuesto referencial de Red Cerrada

Nº	Rubro	Cantidad Referencial	Unidades	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$)
<b>Remoción de materiales</b>					
01	Excavación de zanja con retroexcavadora	3199,26	m3	\$ 9,81	\$ 31.383,12
02	Relleno y compactación	3199,26	m3	\$ 10,47	\$ 33.480,24
<b>Sistema de tuberías</b>					
03	Provisión e instalación de tubería Ø 110 mm	10	U	\$ 30,68	\$ 312,04
04	Provisión e instalación de tubería Ø 90 mm	43	U	\$ 46,30	\$ 2.010,15
05	Provisión e instalación de tubería Ø 12 mm	1	U	\$ 24,79	\$ 21,28
05	Provisión e instalación de tubería Ø 63 mm	8	U	\$ 36,03	\$ 304,03
06	Provisión e instalación de tubería Ø 50 mm	215	U	\$ 29,41	\$ 6.331,20
07	Provisión e instalación de tubería Ø 40 mm	46	U	\$ 26,74	\$ 1.235,58
08	Provisión e instalación de tubería Ø 25 mm	218	U	\$ 23,75	\$ 5.186,45
09	Provisión e instalación de tubería Ø 32 mm	87	U	\$ 25,71	\$ 2.229,40
10	Provisión e instalación de tubería Ø 75 mm	53	U	\$ 38,00	\$ 2.001,44
<b>Suministros</b>					
11	Provisión e instalación de codo PVC 90° Ø 110 mm	1	U	\$ 8,23	\$ 8,23
12	Provisión e instalación de Tee Ø 110 mm	1	U	\$ 9,58	\$ 9,58
13	Provisión e instalación de codo PVC 90° Ø 75 mm	3	U	\$ 9,07	\$ 27,22
14	Provisión e instalación de codo 45° PVC Ø 75 mm	1	U	\$ 8,53	\$ 8,53
15	Provisión e instalación de codo PVC 90° Ø 50 mm	4	U	\$ 9,78	\$ 39,10
16	Provisión e instalación de codo PVC 45° Ø 50 mm	9	U	\$ 10,44	\$ 93,98
17	Provisión e instalación de Tee PVC Ø 50 mm	5	U	\$ 6,52	\$ 32,60
18	Provisión e instalación de codo PVC 90° Ø 40 mm	2	U	\$ 6,38	\$ 12,77
19	Provisión e instalación de codo 90° PVC Ø 90 mm	2	U	\$ 11,83	\$ 23,67
20	Provisión e instalación de codo 45° Ø 90 mm	1	U	\$ 11,58	\$ 11,58
21	Provisión e instalación de codo 45° Ø 32 mm	1	U	\$ 42,84	\$ 42,84
22	Provisión e instalación de Tee Ø75 mm	1	U	\$ 30,31	\$ 30,31
23	Provisión e instalación de Tee Ø63 mm	1	U	\$ 18,40	\$ 18,40
24	Provisión e instalación de Tee Ø32 mm	4	U	\$ 9,78	\$ 39,10
25	Provisión e instalación de Tee Ø40 mm	3	U	\$ 9,78	\$ 29,33
26	Provisión e instalación de Tee Ø25 mm	1	U	\$ 7,27	\$ 7,27
27	Provisión e instalación de codo 90° Ø25 mm	10	U	\$ 5,60	\$ 56,01
28	Provisión e instalación de codo 45° Ø25 mm	5	U	\$ 5,64	\$ 28,18
29	Provisión e instalación de reductor de 50 a 40 mm	2	U	\$ 9,29	\$ 18,58
<b>Preliminares</b>					
30	Bodegas y oficina	100	m2	\$ 42,84	\$ 4.283,75
31	Guardianía del campamento	120	d	\$ 51,55	\$ 6.186,00
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 95.501,95</b>

### 9.3 Presupuesto referencial de Red Mixta

N°	Rubro	Cantidad Referencial	Unidades	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$)
<b>Remoción de materiales</b>					
01	Excavación de zanja con retroexcavadora	2747,57	m3	\$ 9,81	\$ 26.952,31
02	Relleno y compactación	2747,57	m3	\$ 10,47	\$ 28.753,34
<b>Sistema de tuberías</b>					
05	Provisión e instalación de tubería Ø 50 mm	299	U	\$ 29,41	\$ 8.796,90
06	Provisión e instalación de tubería Ø 40 mm	223	U	\$ 26,74	\$ 5.965,31
07	Provisión e instalación de tubería Ø 20 mm	35	U	\$ 25,74	\$ 903,20
08	Provisión e instalación de tubería Ø 32 mm	19	U	\$ 25,71	\$ 490,02
09	Provisión e instalación de tubería Ø 75 mm	5	U	\$ 38,00	\$ 193,08
<b>Suministros</b>					
10	Provisión e instalación de codo PVC 90° Ø 75 mm	1	U	\$ 9,07	\$ 9,07
11	Provisión e instalación de codo PVC 90° Ø 50 mm	8	U	\$ 9,78	\$ 78,20
12	Provisión e instalación de codo PVC 45° Ø 50 mm	10	U	\$ 10,44	\$ 104,42
13	Provisión e instalación de Tee PVC Ø 50 mm	5	U	\$ 6,52	\$ 32,60
14	Provisión e instalación de codo PVC 90° Ø 40 mm	6	U	\$ 6,38	\$ 38,30
15	Provisión e instalación de codo 45° Ø 32 mm	2	U	\$ 5,88	\$ 11,75
16	Provisión e instalación de Tee Ø75 mm	1	U	\$ 7,56	\$ 7,56
17	Provisión e instalación de Tee Ø40 mm	1	U	\$ 9,78	\$ 9,78
18	Provisión e instalación de codo 45° Ø40 mm	5	U	\$ 6,42	\$ 32,09
19	Provisión e instalación de reductor de 50 a 40 mm	2	U	\$ 9,29	\$ 18,58
20	Provisión e instalación de cruz PVC Ø 50 mm	1	U	\$ 20,79	\$ 20,79
21	Provisión e instalación reductor de Ø50 a 40 mm	2	U	\$ 9,29	\$ 18,58
22	Provisión e instalación reductor de Ø25 a 20 mm	1	U	\$ 7,42	\$ 7,42
23	Provisión e instalación reductor de Ø32 a 25 mm	1	U	\$ 8,12	\$ 8,12
24	Provisión e instalación de válvula Ø50 mm	6	U	\$ 39,30	\$ 235,77
25	Provisión e instalación de válvula Ø40 mm	4	U	\$ 41,98	\$ 167,90
27	Provisión e instalación de válvula Ø75 mm	2	U	\$ 121,21	\$ 242,42
<b>Preliminares</b>					
30	Bodegas y oficina	100	m2	\$ 42,84	\$ 4.283,75
31	Guardianía del campamento	120	d	\$ 51,55	\$ 6.186,00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 83.769,42</b>

## ANEXO 10: FOTOGRAFÍAS

### 10.1 Ensayo de cloro



Ilustración 126.- Ensayo de cloro del agua del río Daule.

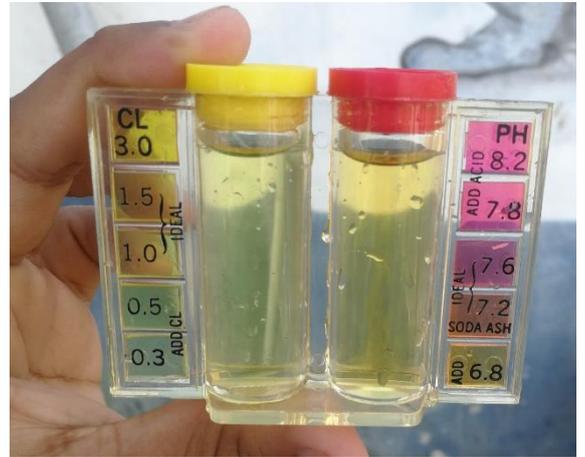


Ilustración 127.- Ensayo de cloro del agua del grifo proveniente de la planta potabilizadora.



Ilustración 128.- Ensayo de cloro del agua proveniente de la vivienda 1.



Ilustración 129.- Ensayo de cloro del agua proveniente de la vivienda 4.

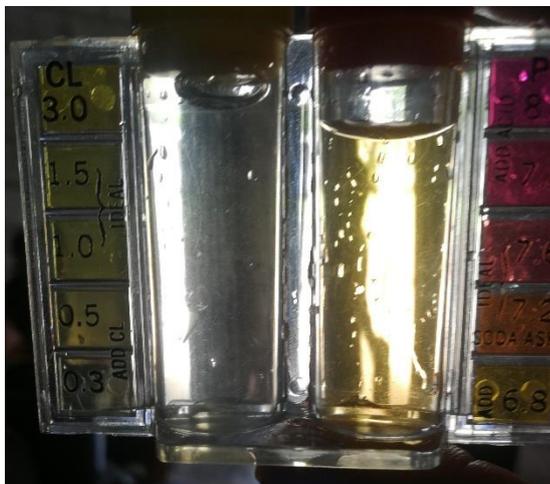


Ilustración 130.- Ensayo de cloro del agua proveniente de la vivienda 5.



Ilustración 131.- Ejecución del ensayo de cloro en la vivienda 4.



Ilustración 132.- Equipo de medición de cloro en campo.

## 10.2 Ensayo de pH, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura, sólidos disueltos y salinidad.



Ilustración 135.- Calibración del multiparámetro para realizar análisis de pH.

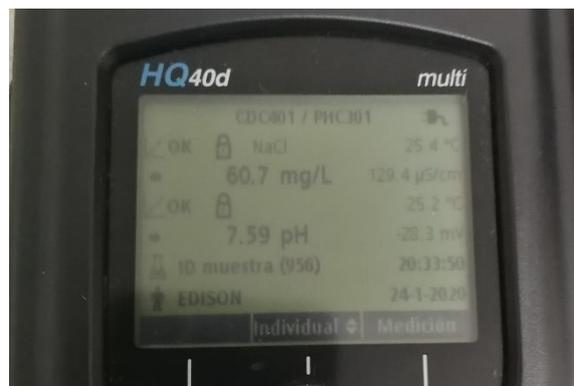


Ilustración 133.- Resultado de pH y sólidos disueltos a través del multiparámetro del agua proveniente del reservorio bajo de almacenamiento.

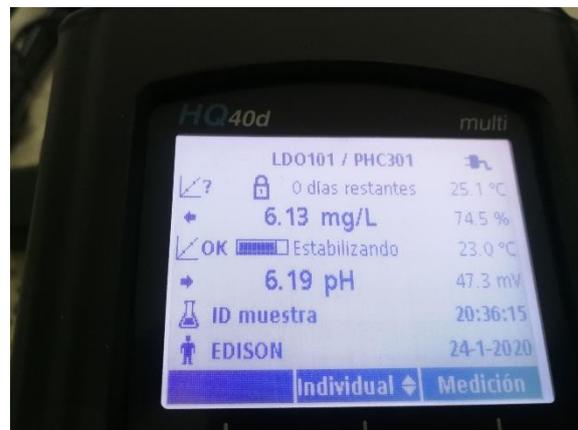
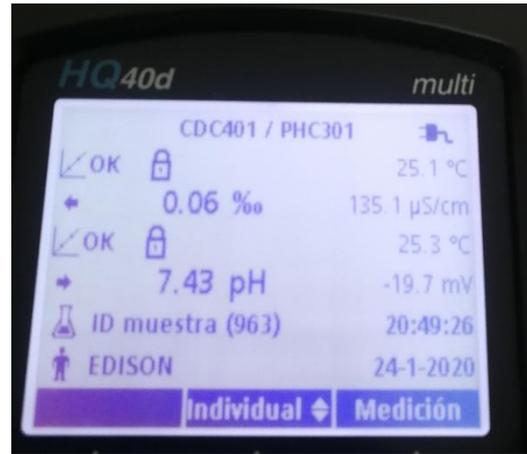


Ilustración 134.- Resultado de oxígeno disuelto y temperatura a través del multiparámetro del agua proveniente del reservorio bajo de almacenamiento.

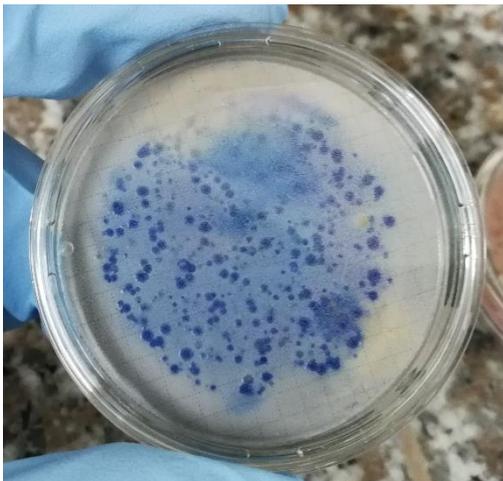


*Ilustración 137.-* Resultado de sólido disuelto y pH a través del multiparámetro del agua proveniente de la vivienda 5.



*Ilustración 136.-* Resultado de salinidad y conductividad a través del multiparámetro del agua proveniente de la vivienda 5.

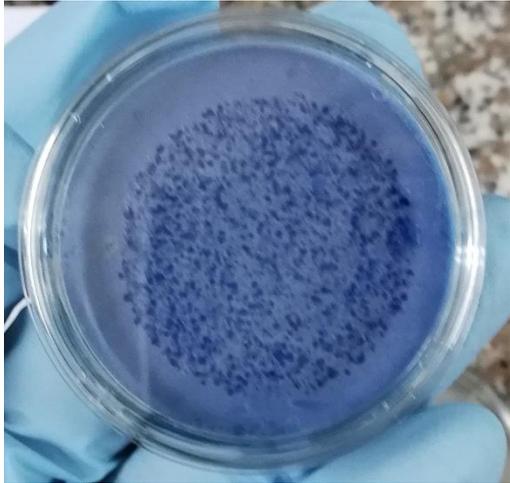
### 10.3 Ensayo de coliformes fecales



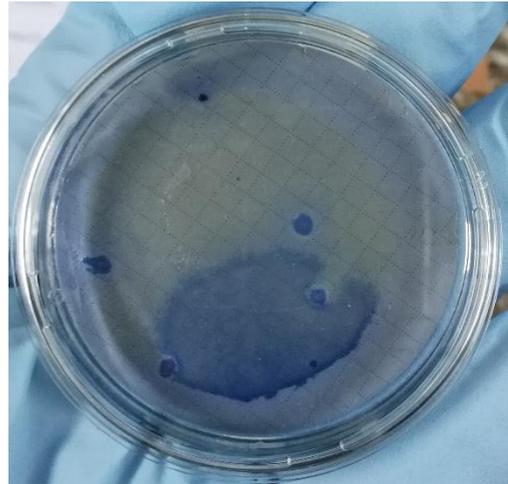
*Ilustración 139.-* Ensayo de análisis de coliformes fecales, vivienda 3.



*Ilustración 138.-* Ensayo de análisis de coliformes fecales, vivienda 4.



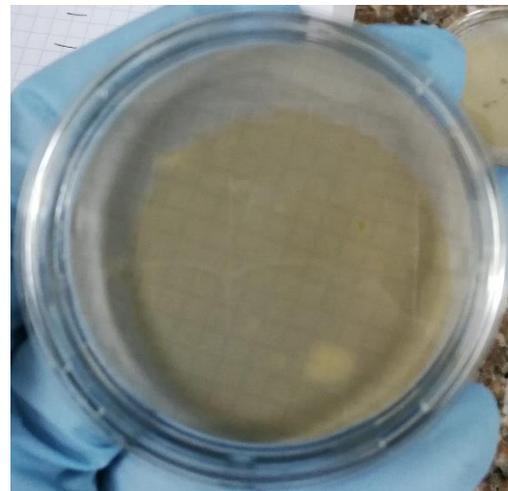
*Ilustración 141.*- Ensayo de análisis de coliformes fecales, vivienda 1.



*Ilustración 140.*- Ensayo de análisis de coliformes fecales, vivienda 5.



*Ilustración 142.*- Ensayo de análisis de coliformes fecales, vivienda 2.



*Ilustración 143.*- Ensayo de análisis de coliformes fecales, agua de grifo de la planta potable.

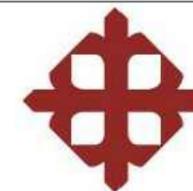
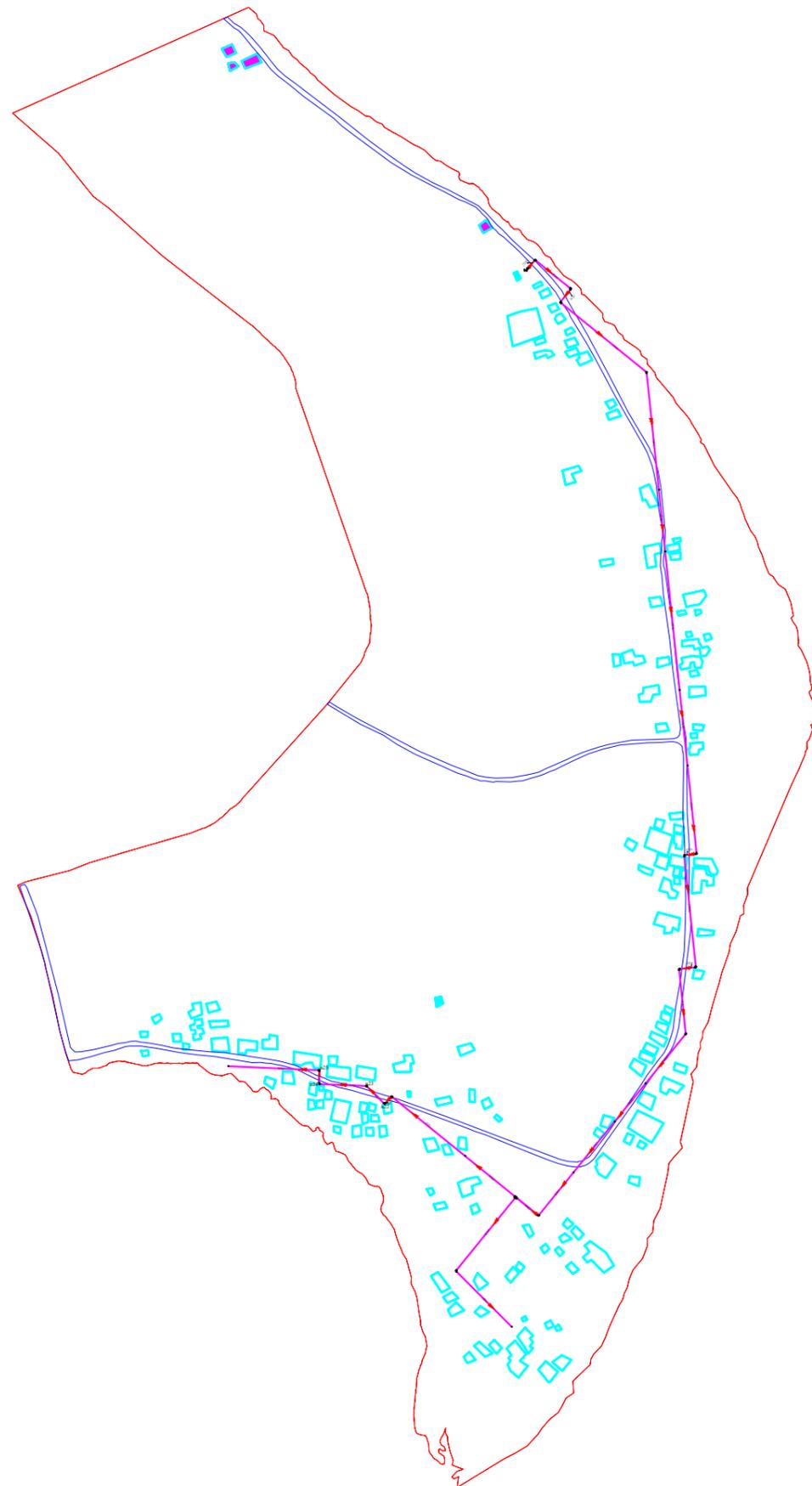
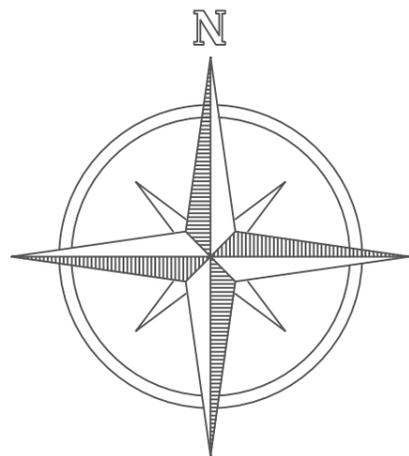


*Ilustración 145.*- Resultado de las muestras de coliforme fecales obtenido del recinto Piñal de Arriba.



*Ilustración 144.*- Realización del ensayo de coliformes fecales.

**ANEXO 11: PLANOS DE LAS PROPUESTAS DE RED DE DISTRIBUCIÓN.**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

Proyecto:

Re-diseño de la red de distribución del  
recinto Piñal de Arriba planteando una red  
abierta

Accesorios de tuberías:

- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

Simbología:

- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

Autor:

Vera Romero Joseph

Tutor (a):

Ing. Clara Glas

Dibujo:

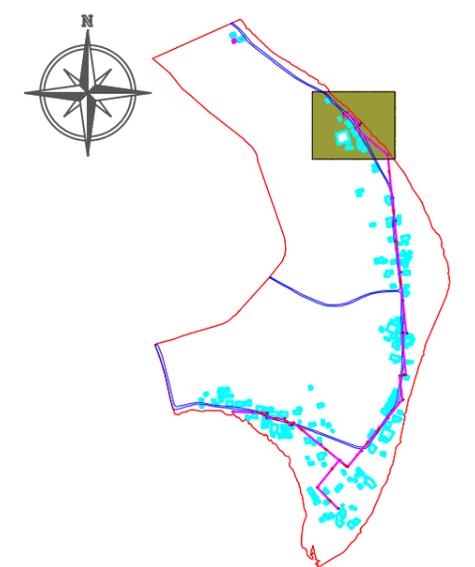
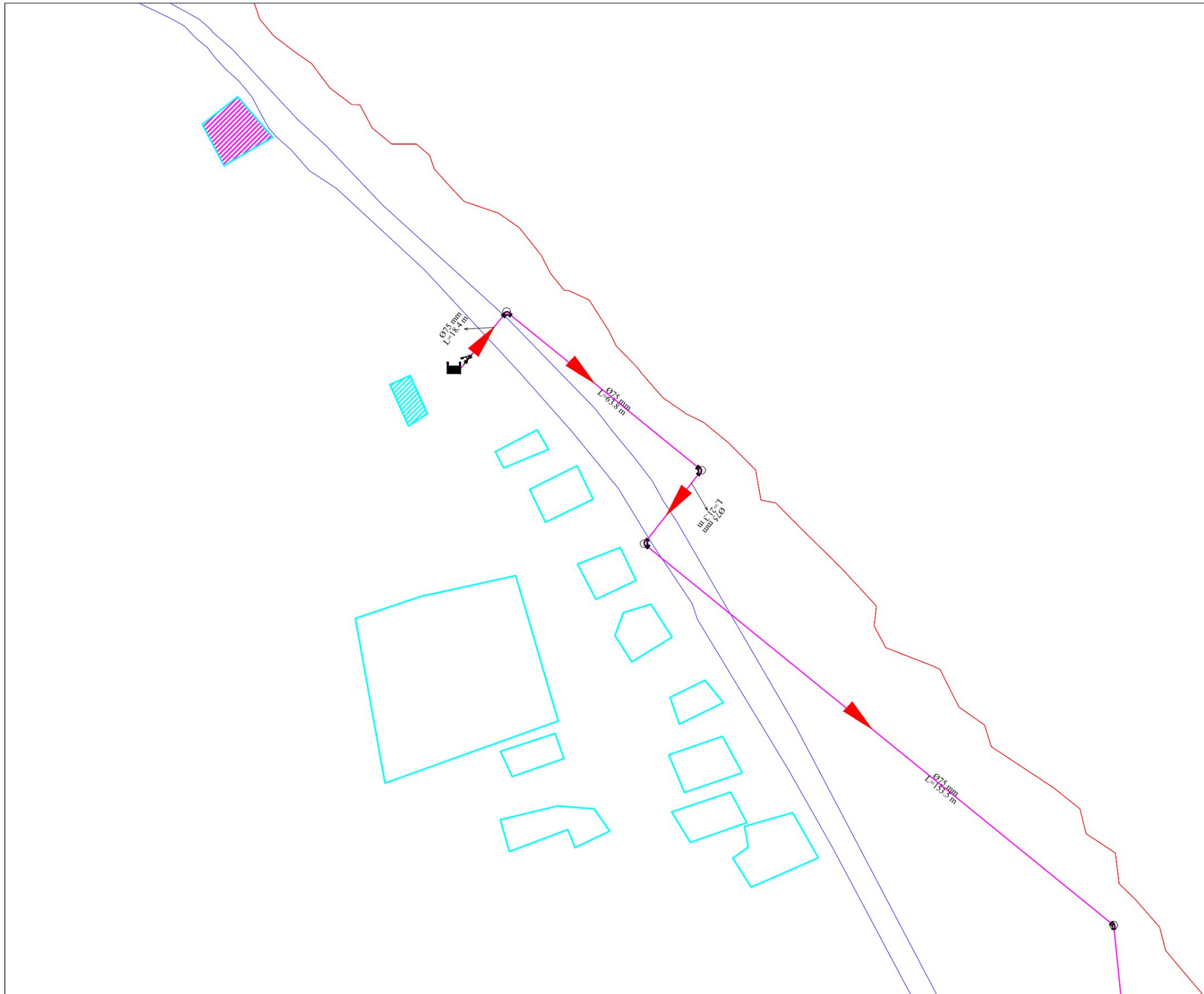
General

Escala de la lámina:

1:8.3

Formato de lámina:

A0  A1  A2  A3  A4



Accesorios de tuberías (RED ABIERTA):

- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

Simbología:

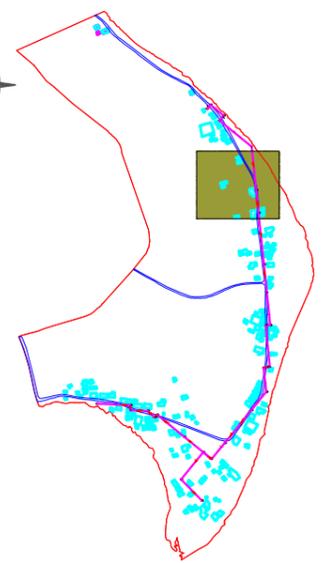
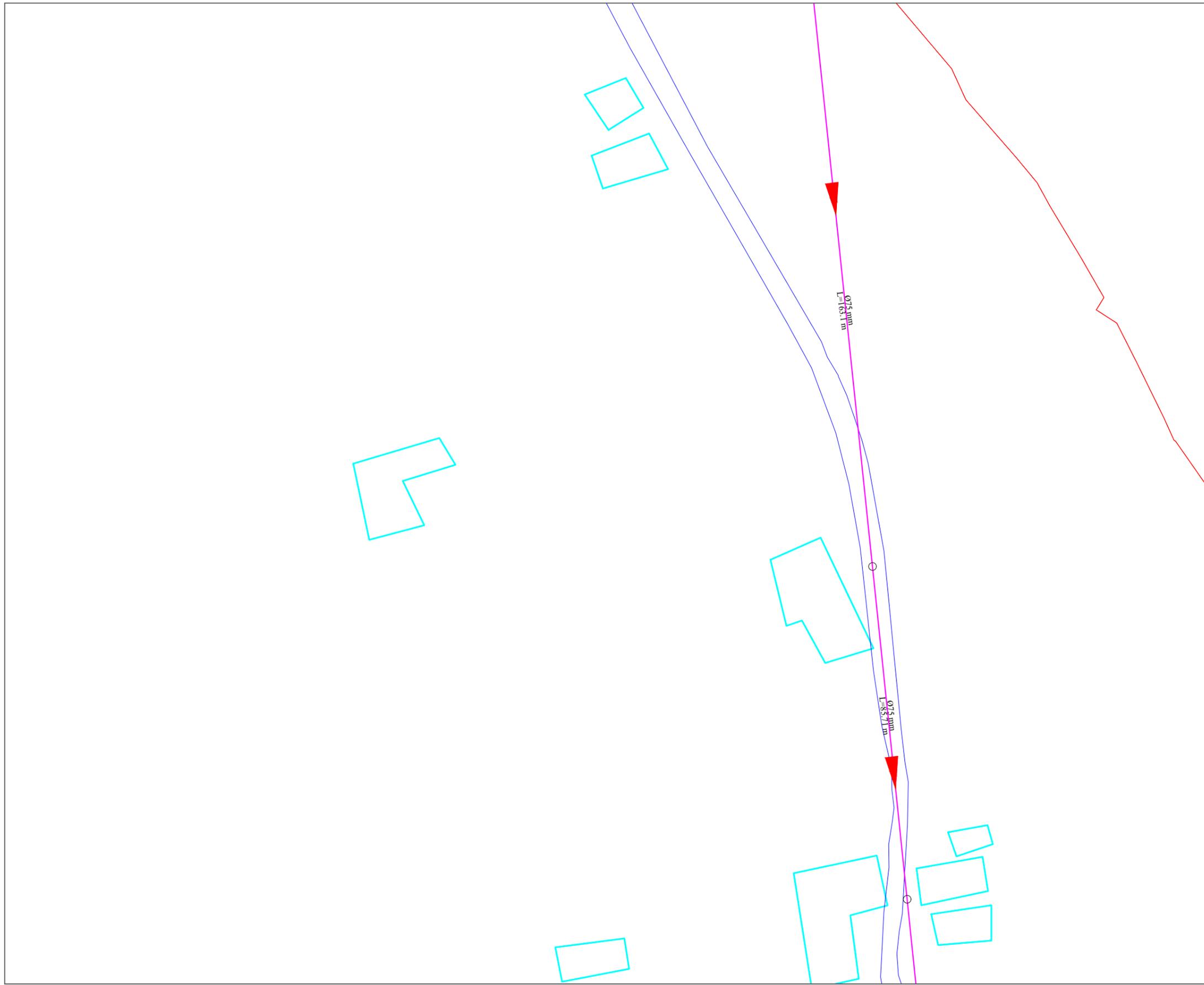
- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

Autor:  
Vera Romero Joseph

Tutor (a):  
Ing. Clara Glas

Dibujo: 1/10	Escala de la lámina: 1:1.10
-----------------	--------------------------------

Formato de lámina:  
 A0    A1    A2    A3    A4



Accesorios de tuberías:

- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

Simbología:

- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

Autor:

Vera Romero Joseph

Tutor (a):

Ing. Clara Glas

Dibujo:

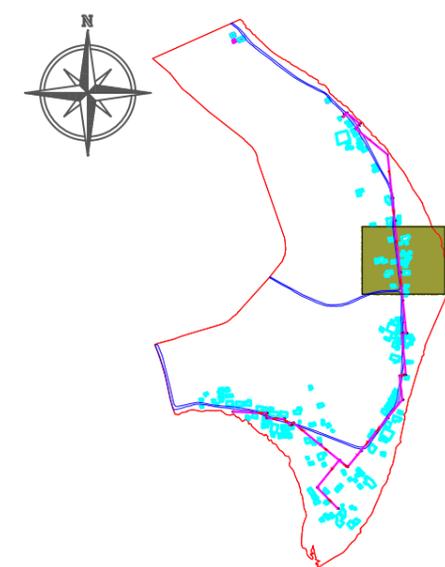
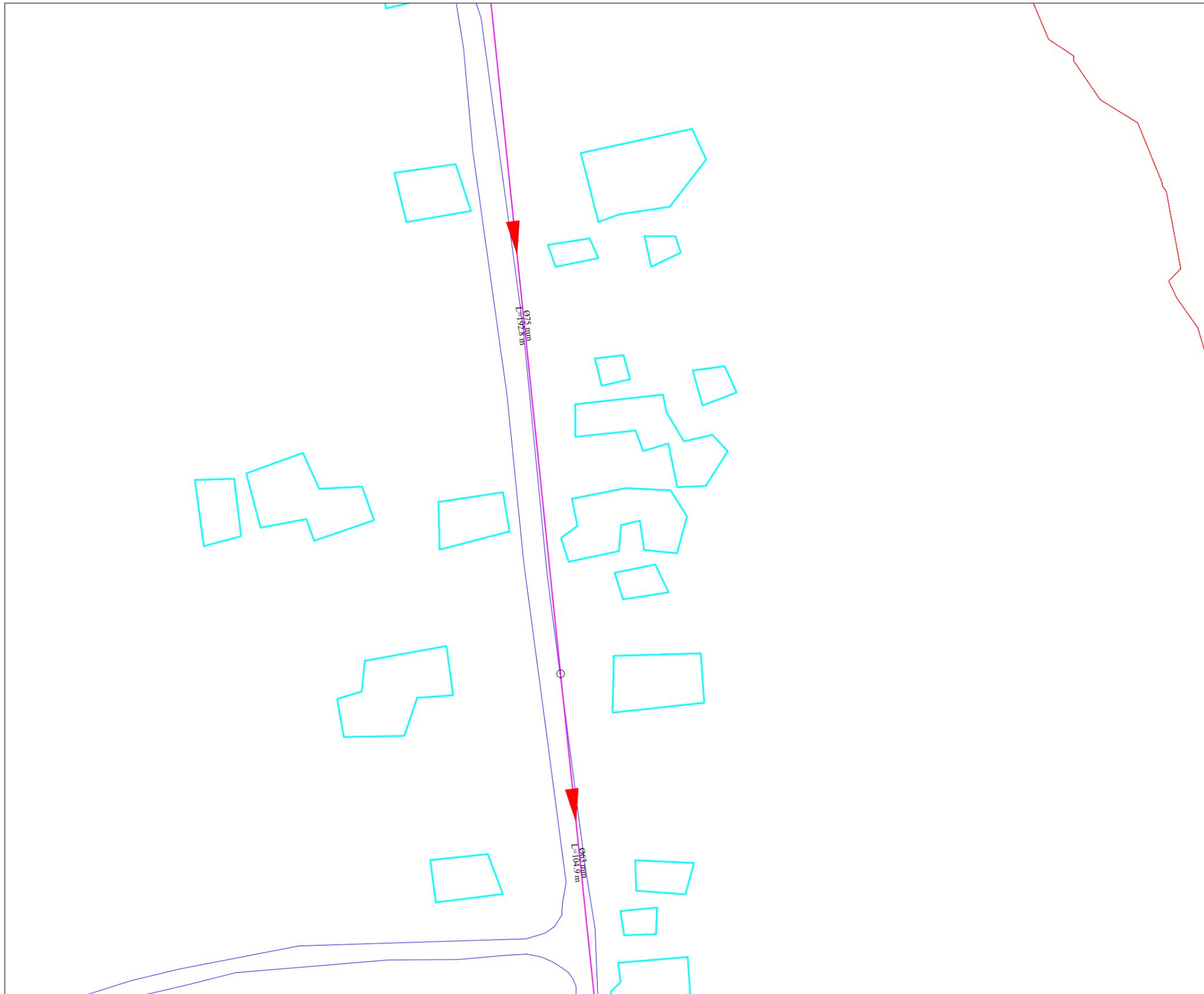
2/10

Escala de la lámina:

1:1.10

Formato de lámina:

A0  A1  A2  A3  A4



Accesorios de tuberías:

- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

Simbología:

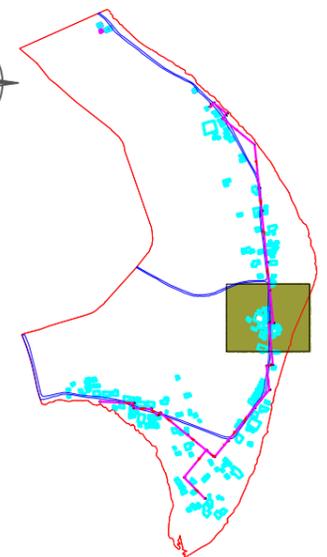
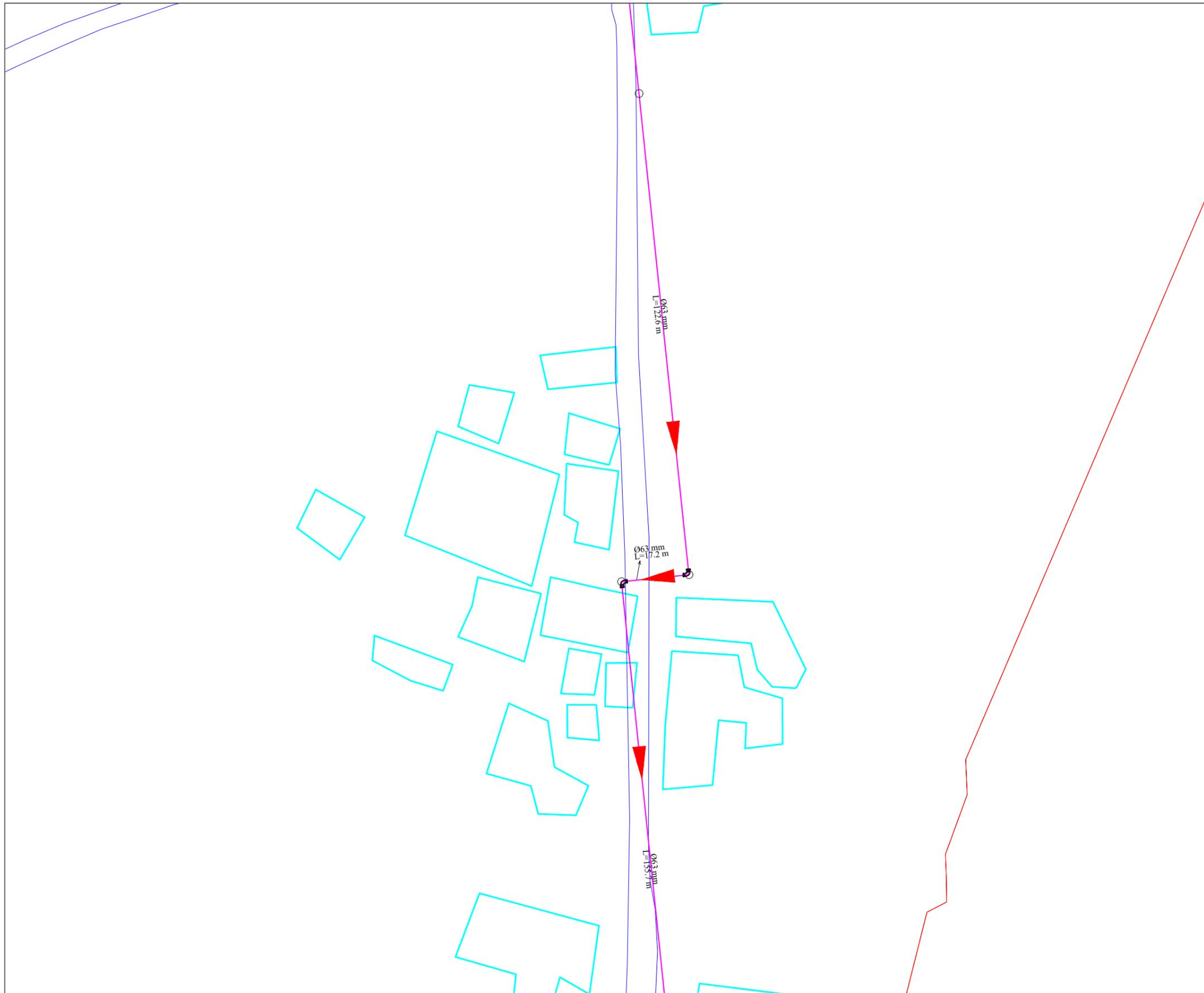
- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

Autor:  
Vera Romero Joseph

Tutor (a):  
Ing. Clara Glas

Dibujo: 3/10	Escala de la lámina: 1:1.10
-----------------	--------------------------------

Formato de lámina:  
 A0    A1    A2    A3    A4



Accesorios de tuberías:

- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

Simbología:

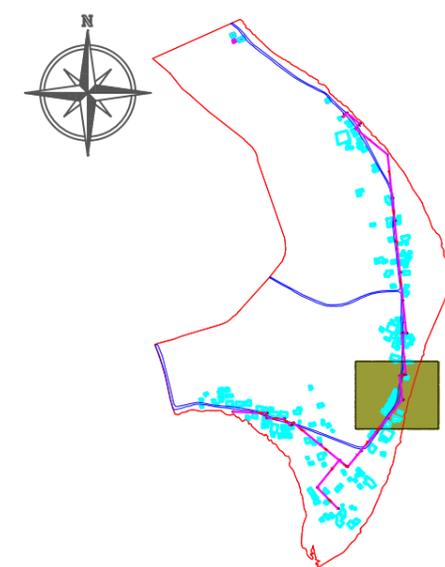
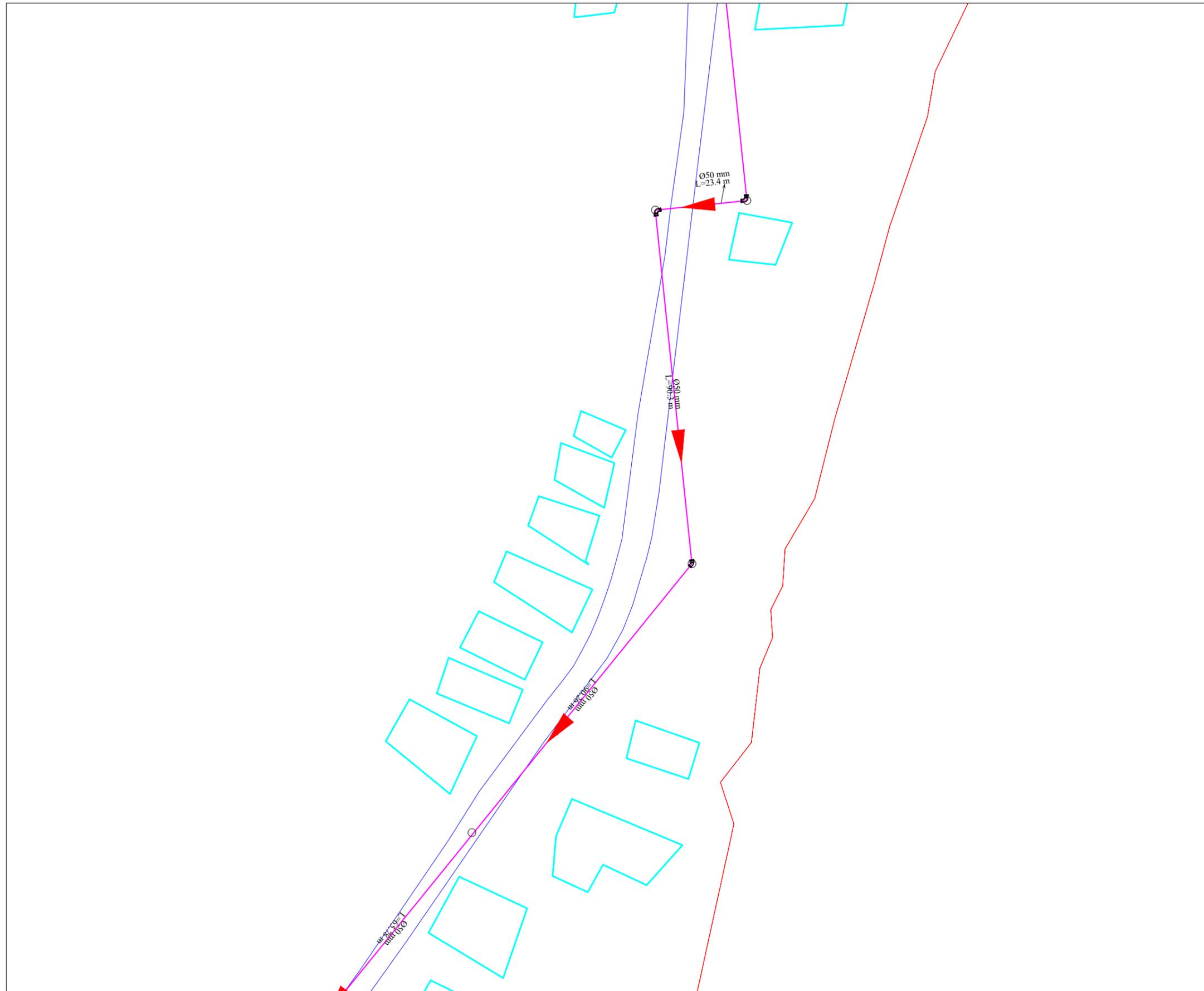
- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

Autor:  
Vera Romero Joseph

Tutor (a):  
Ing. Clara Glas

Dibujo: 4/10	Escala de la lámina: 1:1.10
-----------------	--------------------------------

Formato de lámina:  
 A0    A1    A2    A3    A4



Accesorios de tuberías:

- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

Simbología:

- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

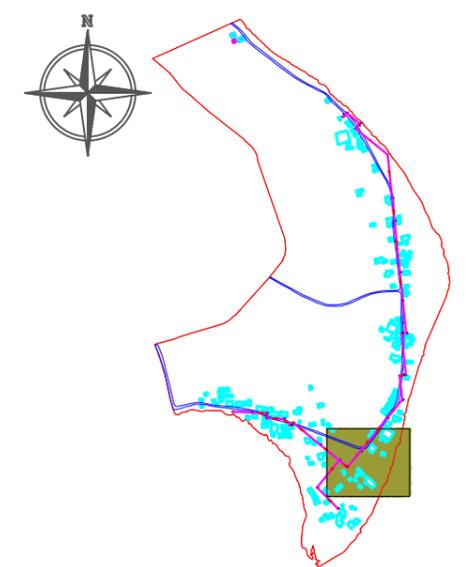
Autor:  
Vera Romero Joseph

Tutor (a):  
Ing. Clara Glas

Dibujo: 5/10	Escala de la lámina: 1:1.10
-----------------	--------------------------------

Formato de lámina:

A0  A1  A2  A3  A4



Accesorios de tuberías:

- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

Simbología:

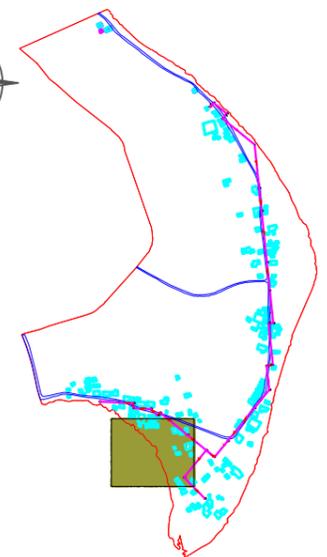
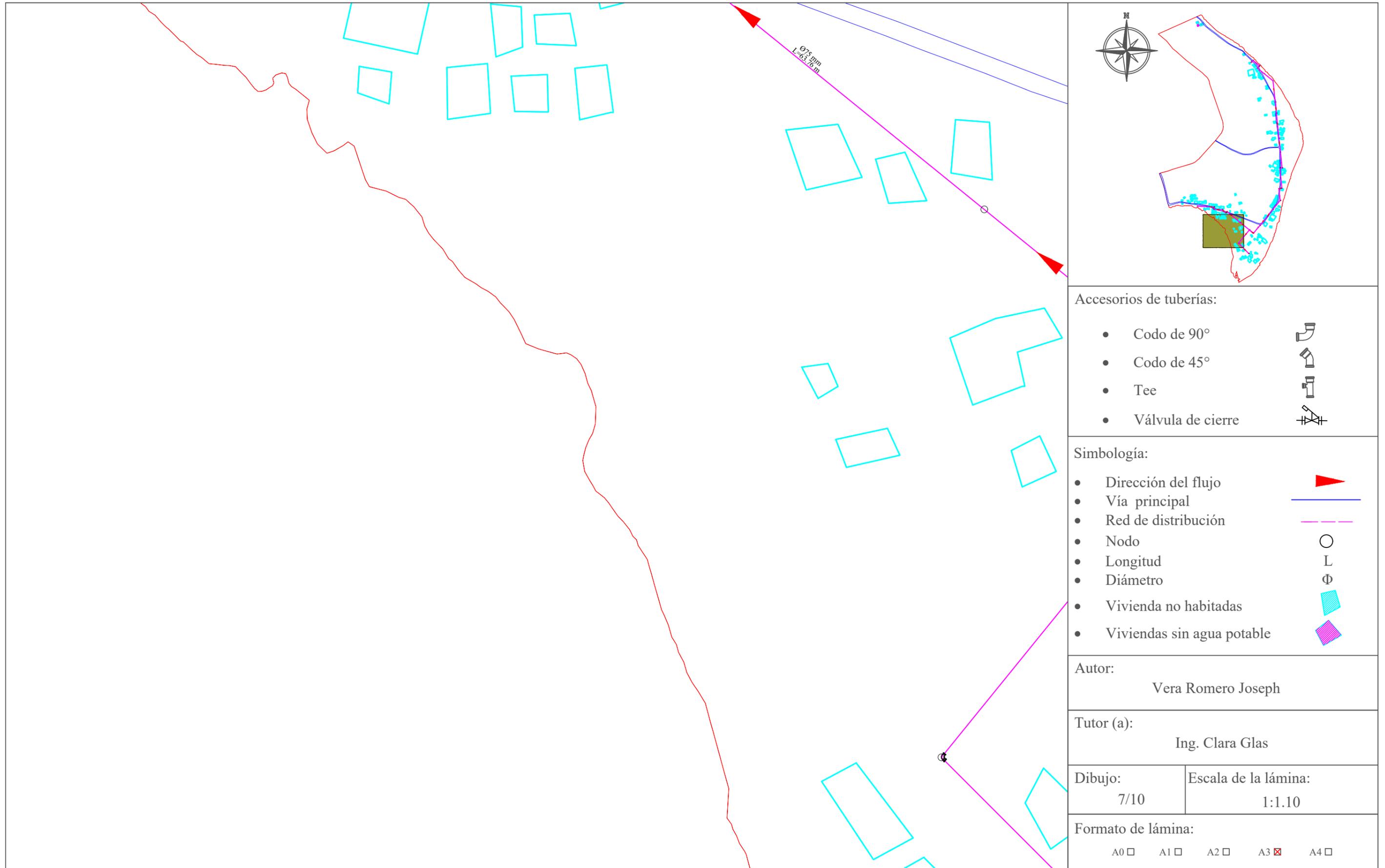
- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

Autor:  
Vera Romero Joseph

Tutor (a):  
Ing. Clara Glas

Dibujo: 6/10	Escala de la lámina: 1:1.10
-----------------	--------------------------------

Formato de lámina:  
 A0    A1    A2    A3    A4



Accesorios de tuberías:

- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

Simbología:

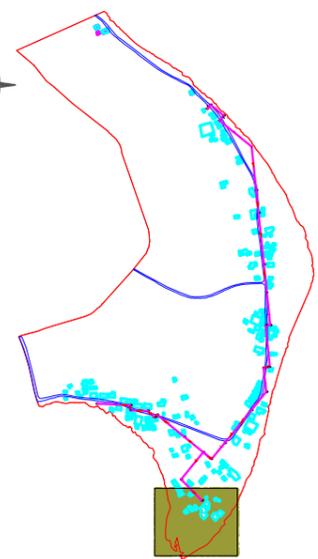
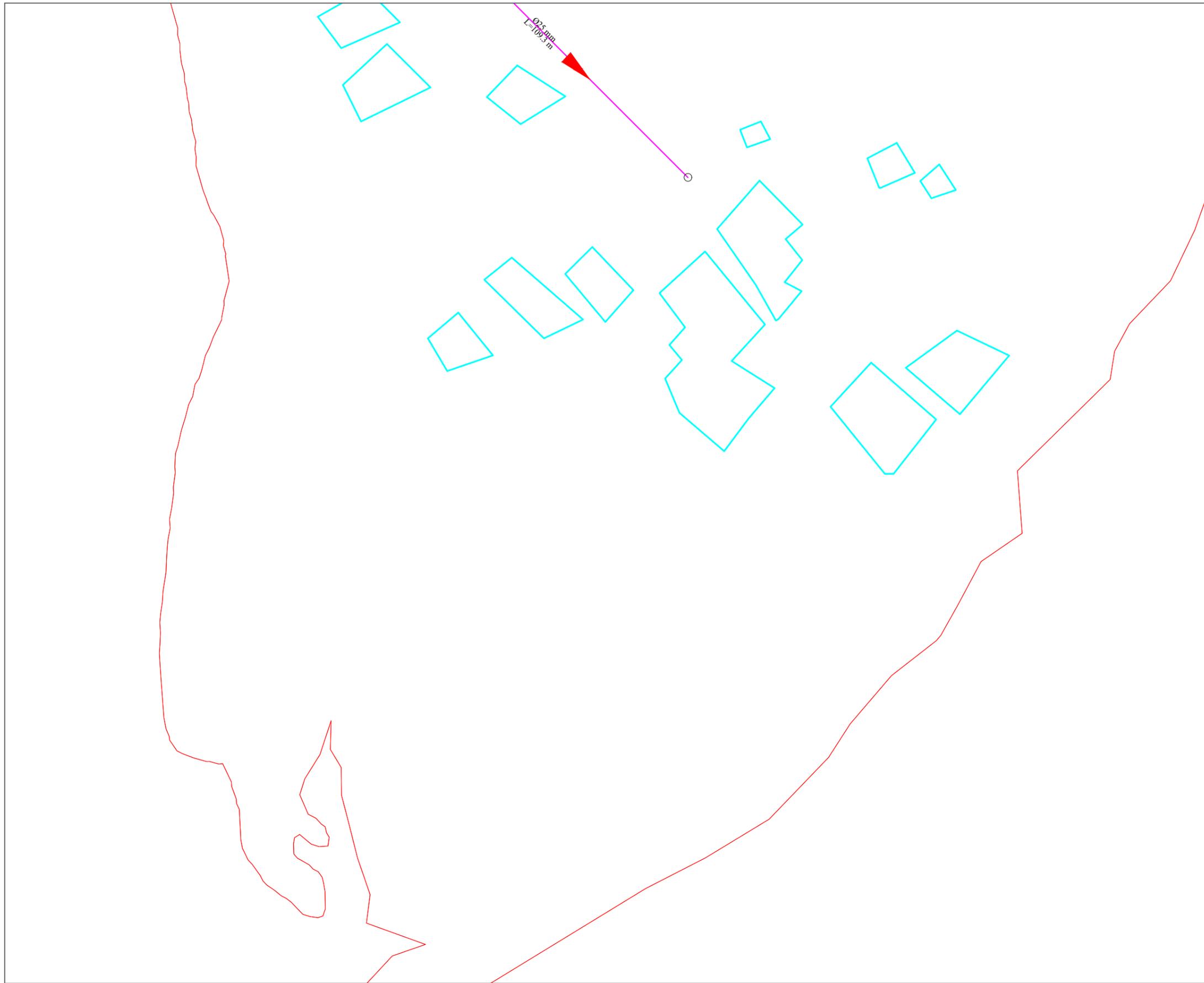
- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

Autor:  
Vera Romero Joseph

Tutor (a):  
Ing. Clara Glas

Dibujo: 7/10	Escala de la lámina: 1:1.10
-----------------	--------------------------------

Formato de lámina:  
 A0    A1    A2    A3    A4



Accesorios de tuberías:

- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

Simbología:

- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

Autor:

Vera Romero Joseph

Tutor (a):

Ing. Clara Glas

Dibujo:

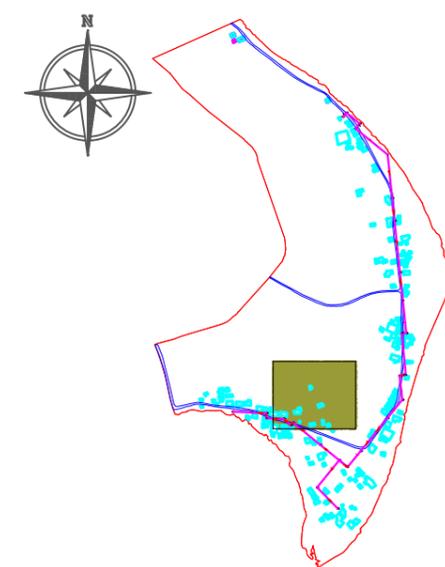
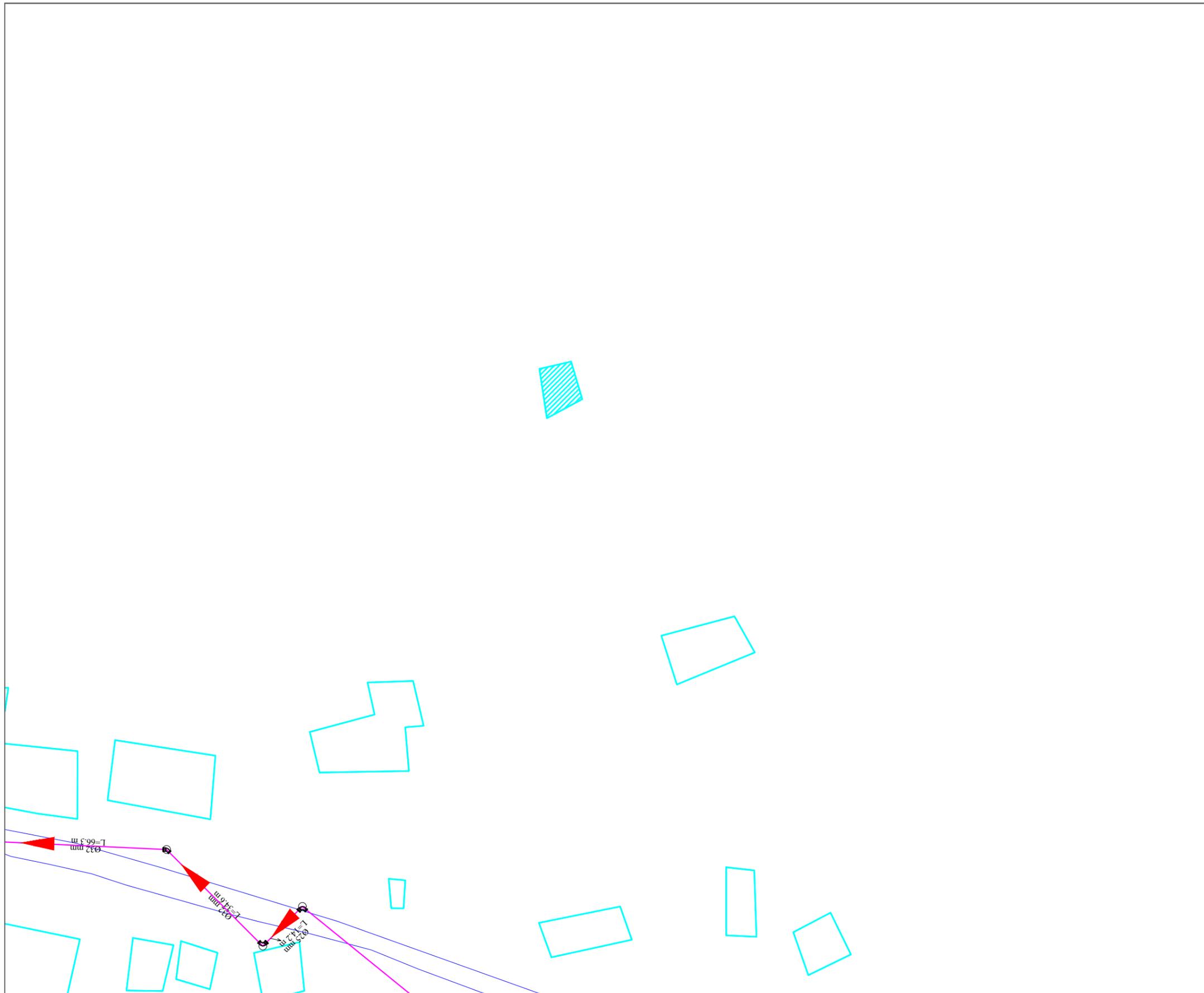
8/10

Escala de la lámina:

1:1.10

Formato de lámina:

A0  A1  A2  A3  A4



Accesorios de tuberías:

- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

Simbología:

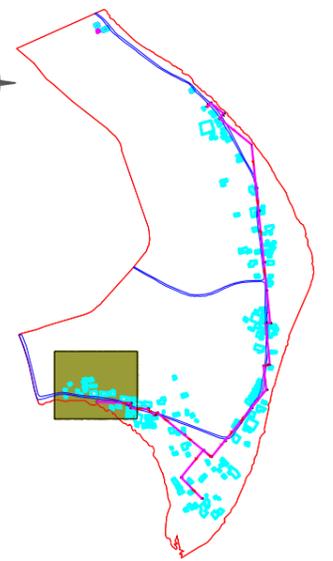
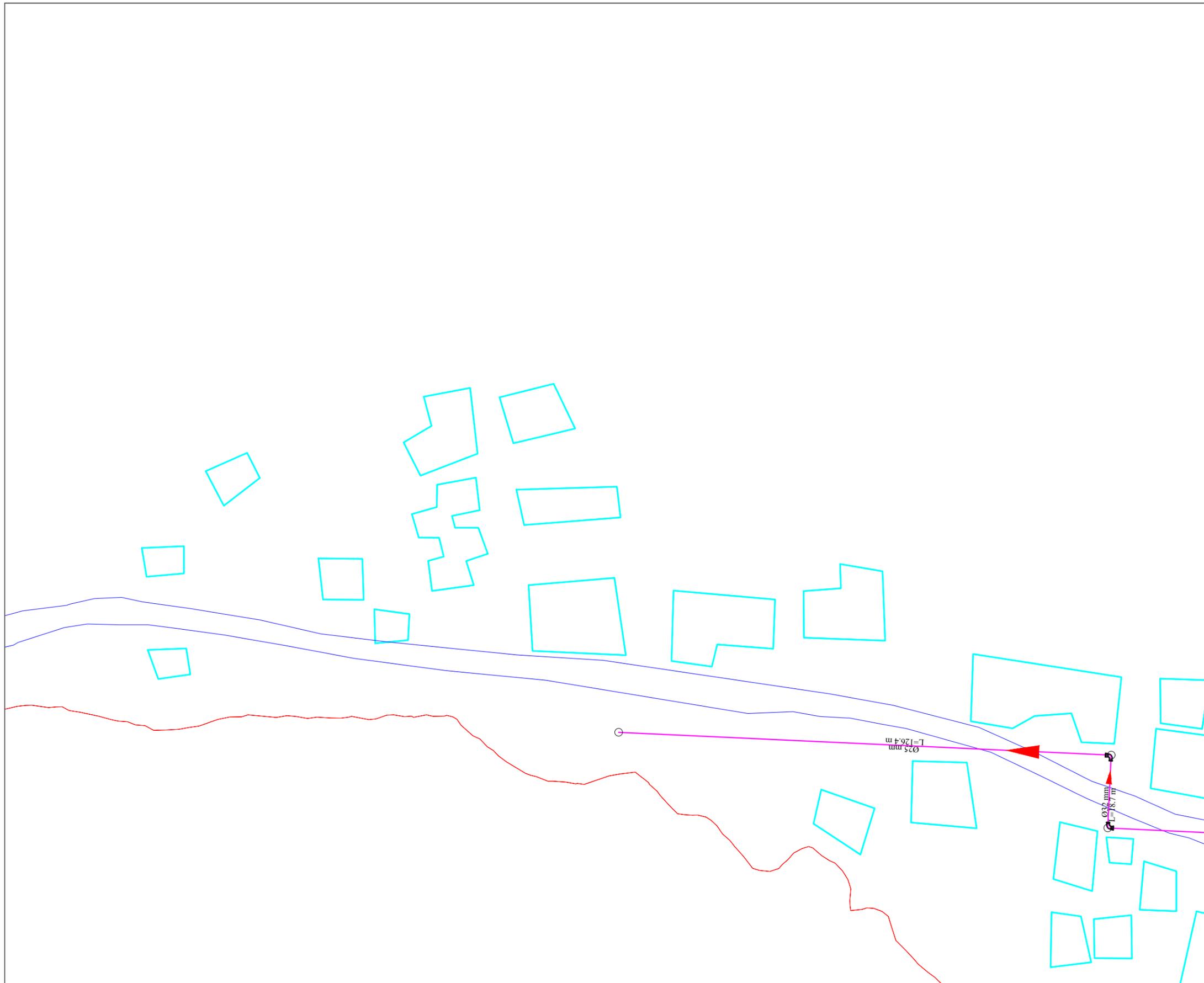
- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

Autor:  
Vera Romero Joseph

Tutor (a):  
Ing. Clara Glas

Dibujo: 9/10	Escala de la lámina: 1:1.10
-----------------	--------------------------------

Formato de lámina:  
 A0    A1    A2    A3    A4



Accesorios de tuberías:

- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

Simbología:

- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

Autor:

Vera Romero Joseph

Tutor (a):

Ing. Clara Glas

Dibujo:

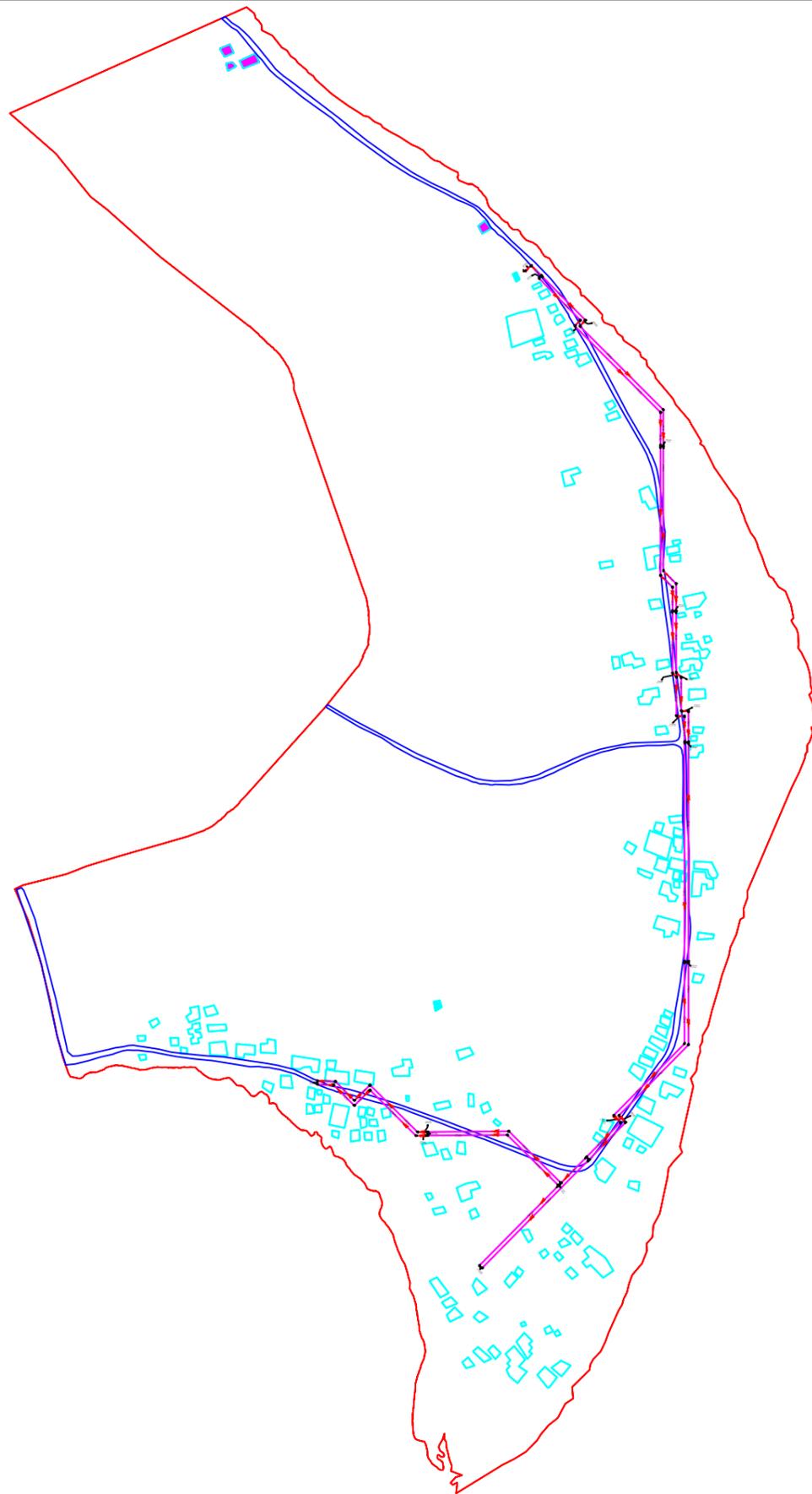
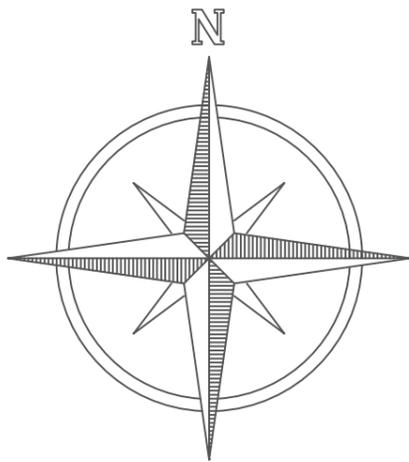
10/10

Escala de la lámina:

1:1.10

Formato de lámina:

A0  A1  A2  A3  A4



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

Proyecto:

Re-diseño de la red de distribución del recinto Piñal de Arriba planteando una red cerrada

Accesorios de tuberías:

- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

Simbología:

- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

Autor:

Vera Romero Joseph

Tutor (a):

Ing. Clara Glas

Dibujo:

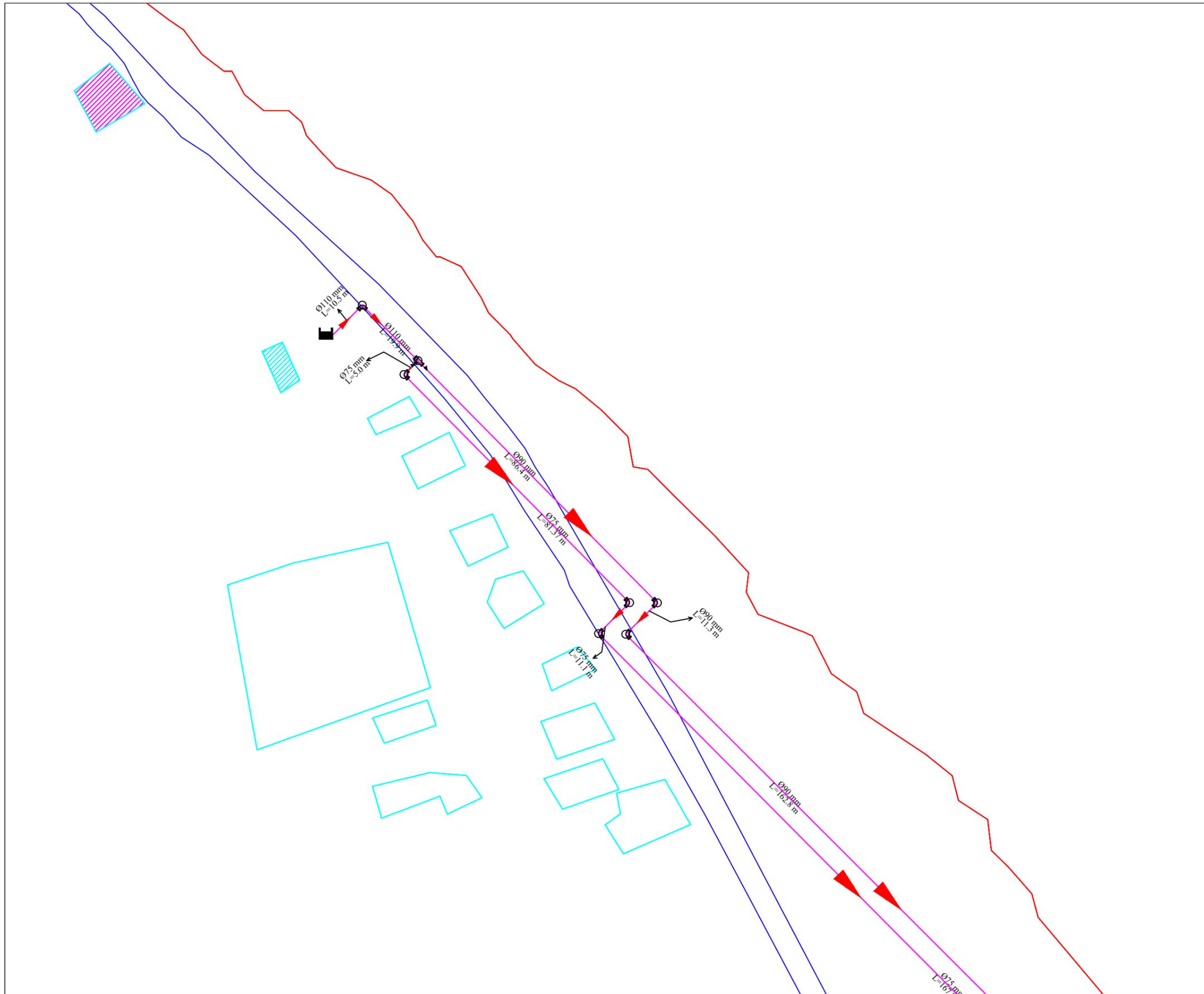
General

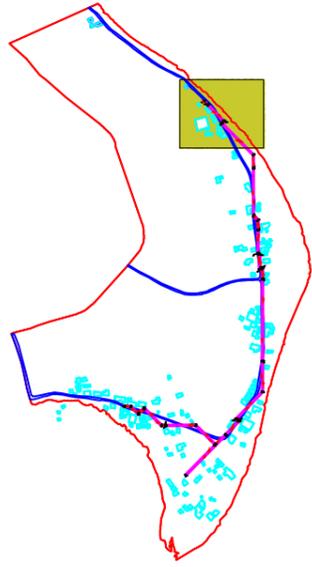
Escala de la lámina:

1:8.3

Formato de lámina:

A0  A1  A2  A3  A4



**Accesorios de tuberías (RED CERRADA):**

- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

**Simbología:**

- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

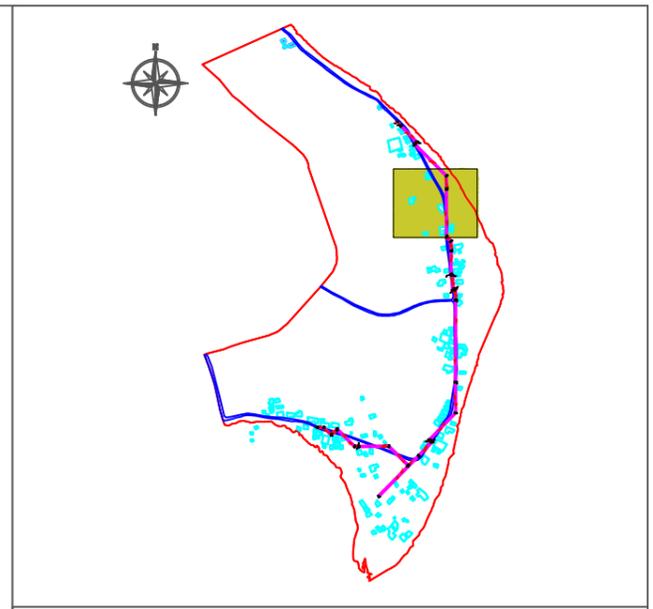
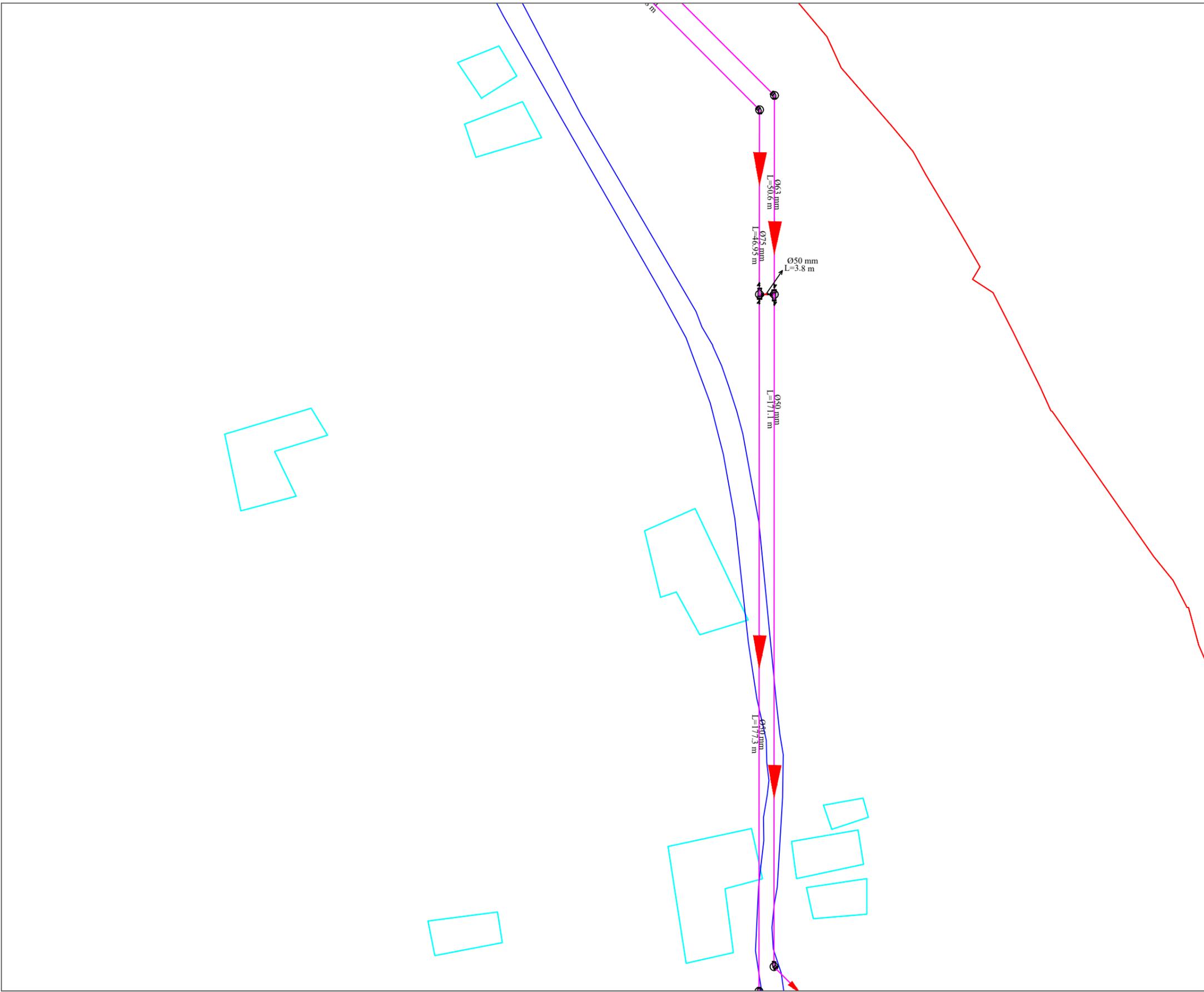
**Autor:**  
Vera Romero Joseph

**Tutor (a):**  
Ing. Clara Glas

<b>Dibujo:</b> 1/10	<b>Escala de la lámina:</b> 1:1.10
------------------------	---------------------------------------

**Formato de lámina:**

A0  
  A1  
  A2  
  A3  
  A4



Accesorios de tuberías:

• Codo de 90°	
• Codo de 45°	
• Tee	
• Válvula de cierre	

Simbología:

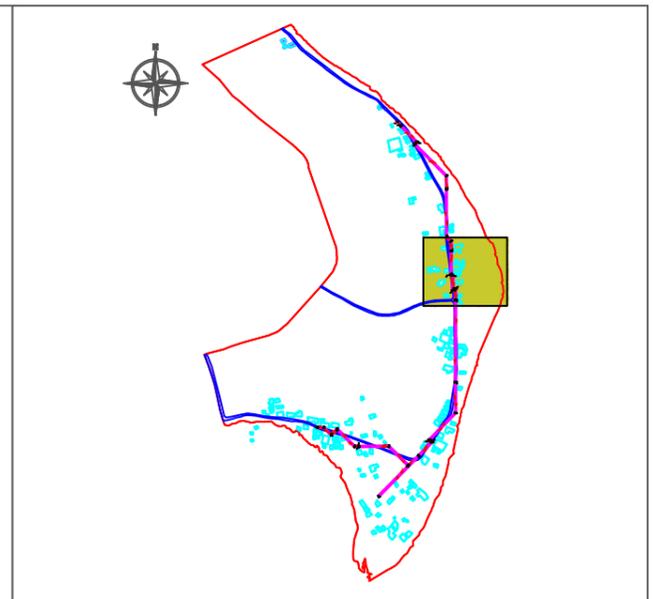
• Dirección del flujo	
• Vía principal	
• Red de distribución	
• Nodo	
• Longitud	
• Diámetro	
• Vivienda no habitadas	
• Viviendas sin agua potable	

Autor:  
Vera Romero Joseph

Tutor (a):  
Ing. Clara Glas

Dibujo: 2/10	Escala de la lámina: 1:1.10
-----------------	--------------------------------

Formato de lámina:  
 A0    A1    A2    A3    A4



Accesorios de tuberías:

- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

Simbología:

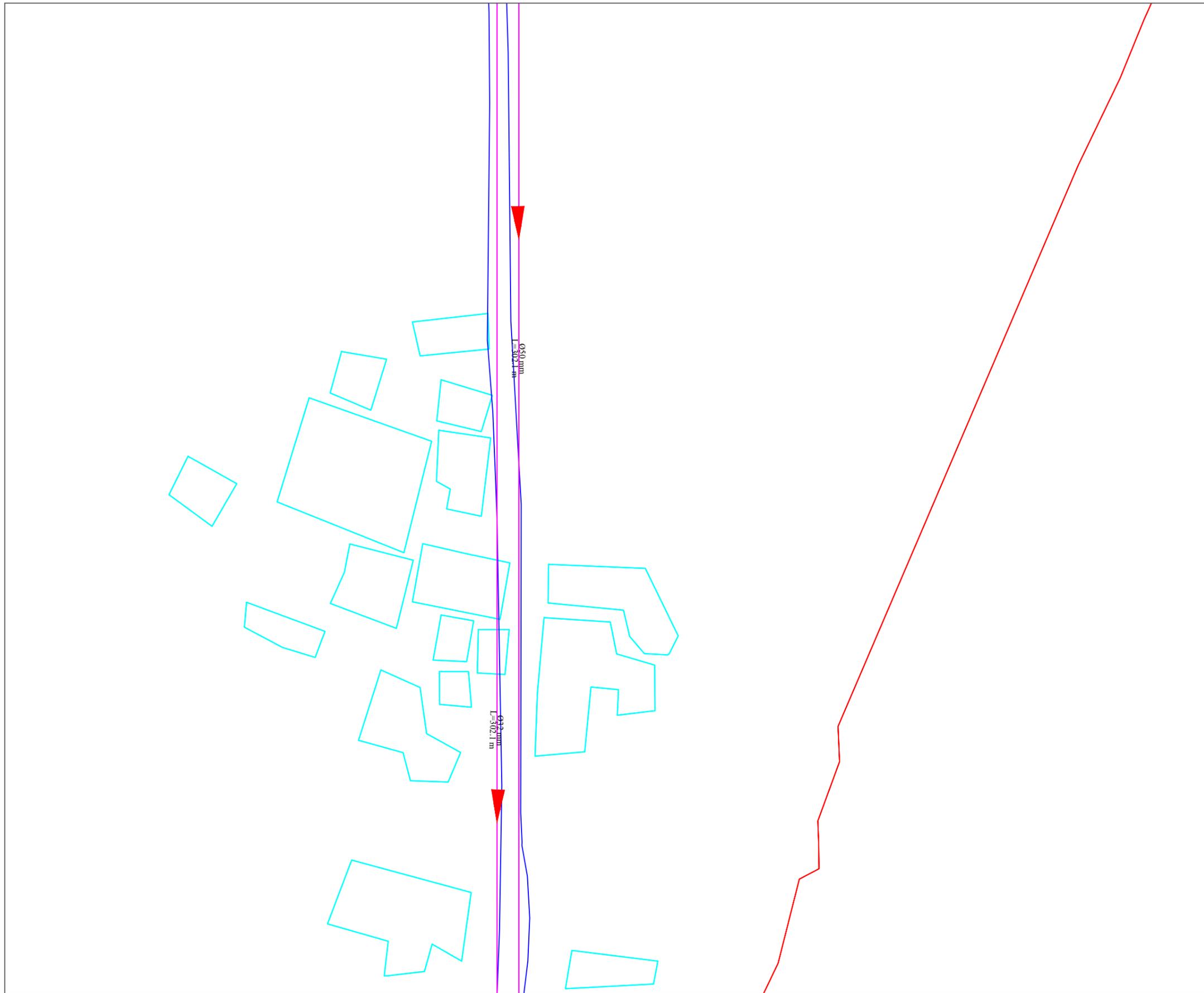
- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

Autor:  
Vera Romero Joseph

Tutor (a):  
Ing. Clara Glas

Dibujo: 3/10	Escala de la lámina: 1:1.10
-----------------	--------------------------------

Formato de lámina:  
 A0  A1  A2  A3  A4



Accesorios de tuberías:

- Codo de 90°
- Codo de 45°
- Tee
- Válvula de cierre

Simbología:

- Dirección del flujo
- Vía principal
- Red de distribución
- Nodo
- Longitud
- Diámetro
- Vivienda no habitadas
- Viviendas sin agua potable

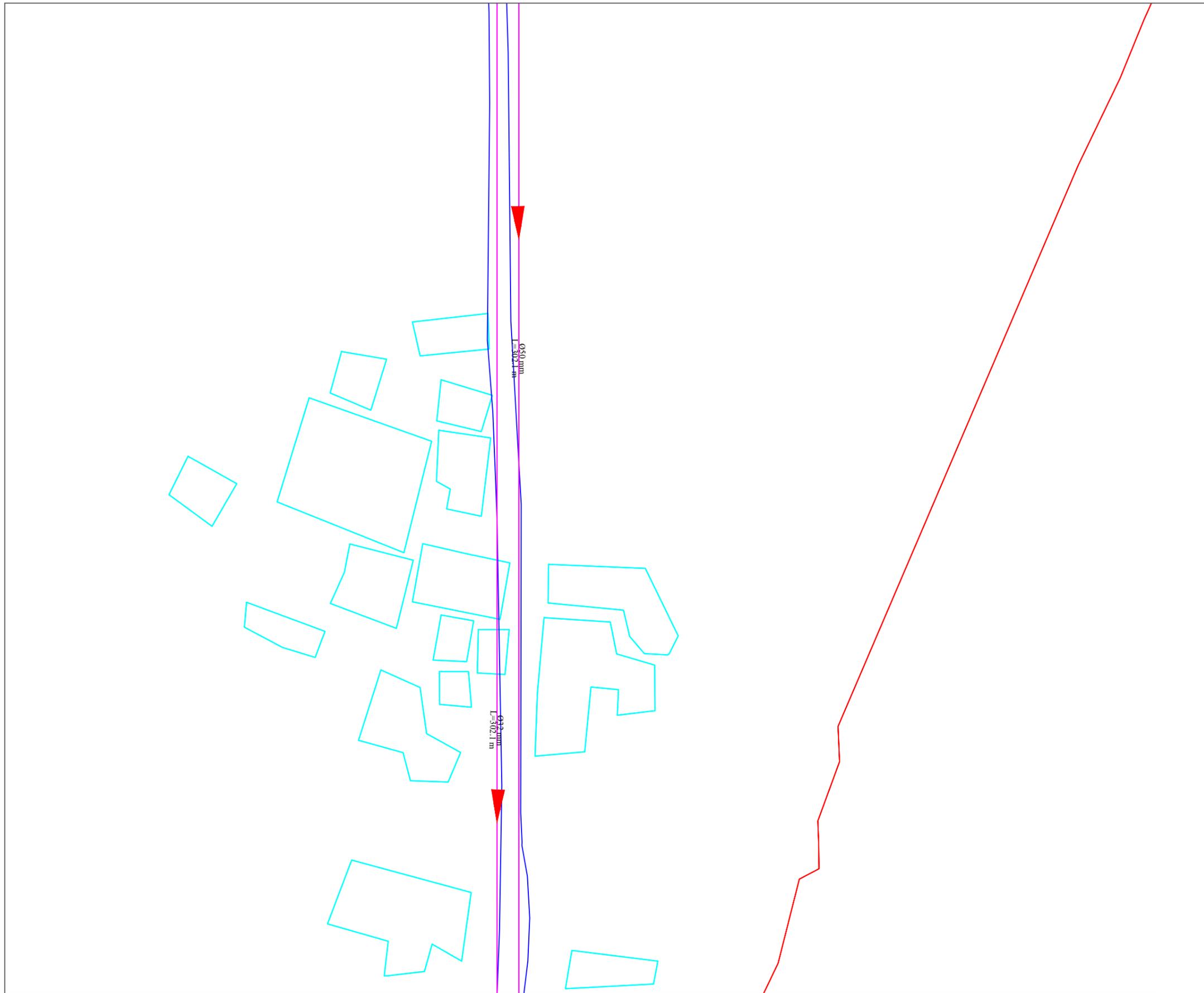
Autor:  
Vera Romero Joseph

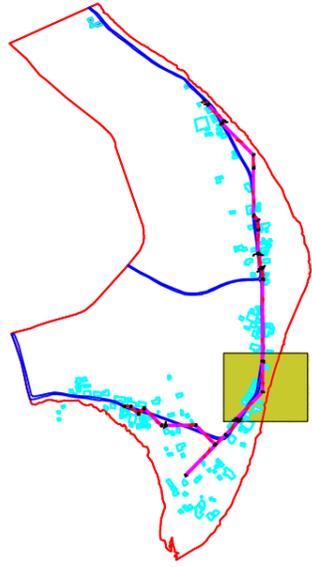
Tutor (a):  
Ing. Clara Glas

Dibujo: 4/10	Escala de la lámina: 1:1.10
-----------------	--------------------------------

Formato de lámina:

A0  
  A1  
  A2  
  A3  
  A4



**Accesorios de tuberías:**

- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

**Simbología:**

- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

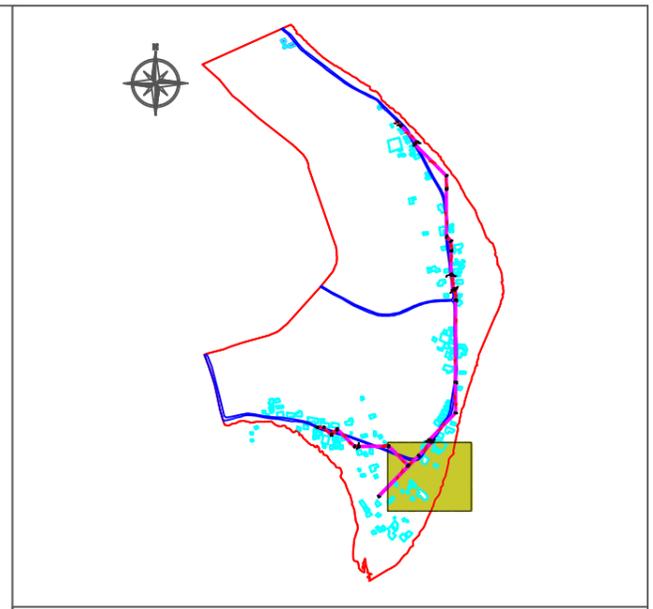
**Autor:**  
Vera Romero Joseph

**Tutor (a):**  
Ing. Clara Glas

<b>Dibujo:</b> 5/10	<b>Escala de la lámina:</b> 1:1.10
------------------------	---------------------------------------

**Formato de lámina:**

A0   
  A1   
  A2   
  A3   
  A4



- Accesorios de tuberías:
- Codo de 90° 
  - Codo de 45° 
  - Tee 
  - Válvula de cierre 

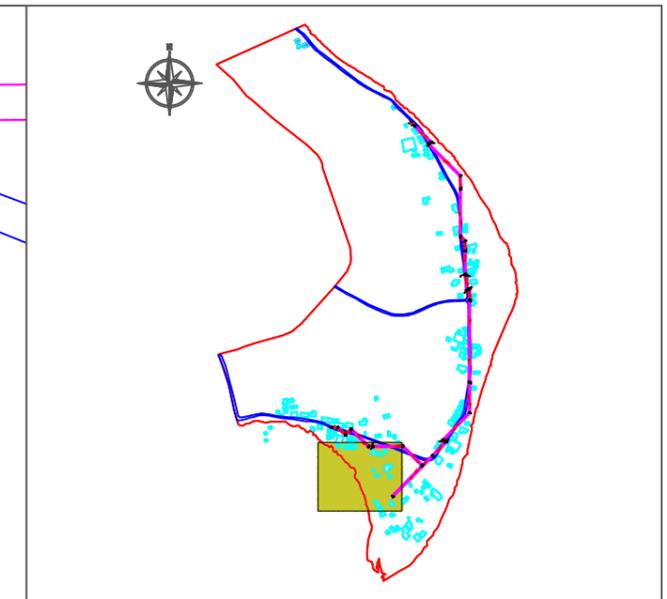
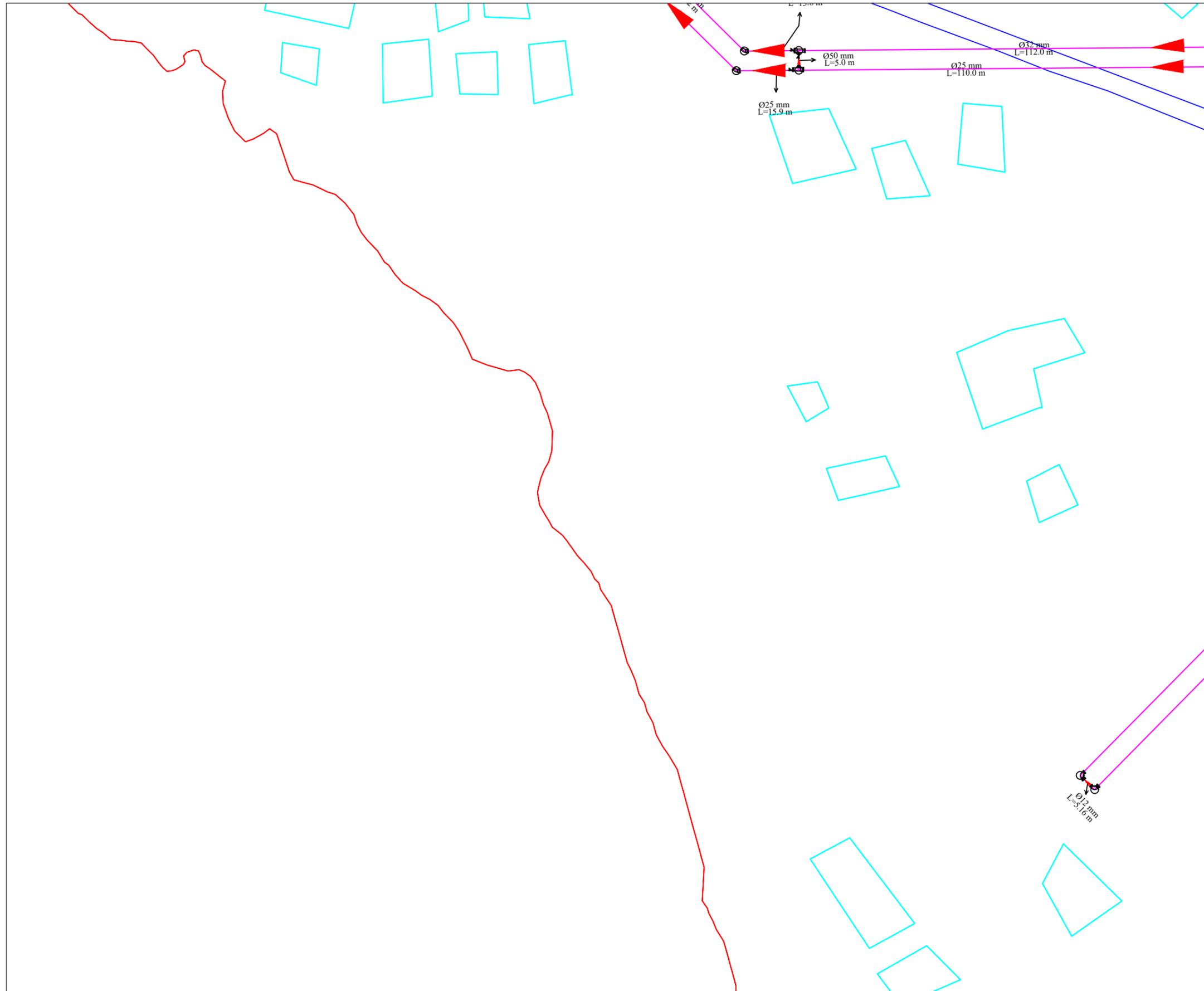
- Simbología:
- Dirección del flujo 
  - Vía principal 
  - Red de distribución 
  - Nodo 
  - Longitud 
  - Diámetro 
  - Vivienda no habitadas 
  - Viviendas sin agua potable 

Autor:  
Vera Romero Joseph

Tutor (a):  
Ing. Clara Glas

Dibujo: 6/10	Escala de la lámina: 1:1.10
-----------------	--------------------------------

Formato de lámina:  
 A0  A1  A2  A3  A4



- Accesorios de tuberías:
- Codo de 90° 
  - Codo de 45° 
  - Tee 
  - Válvula de cierre 

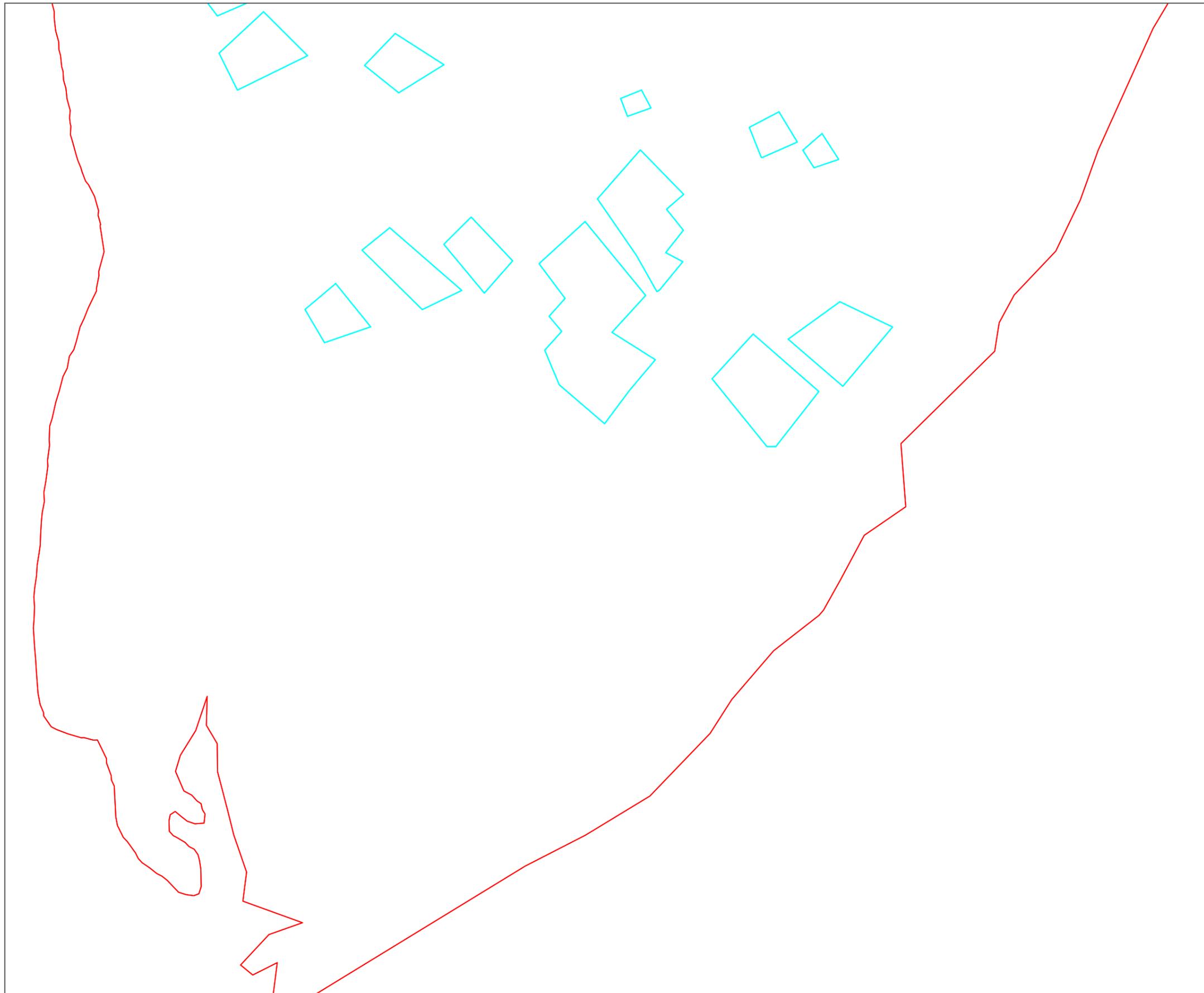
- Simbología:
- Dirección del flujo 
  - Vía principal 
  - Red de distribución 
  - Nodo 
  - Longitud 
  - Diámetro 
  - Vivienda no habitadas 
  - Viviendas sin agua potable 

Autor:  
Vera Romero Joseph

Tutor (a):  
Ing. Clara Glas

Dibujo: 7/10	Escala de la lámina: 1:1.10
-----------------	--------------------------------

Formato de lámina:  
 A0  A1  A2  A3  A4



Accesorios de tuberías:

- Codo de 90°
- Codo de 45°
- Tee
- Válvula de cierre

Simbología:

- Dirección del flujo
- Vía principal
- Red de distribución
- Nodo
- Longitud
- Diámetro
- Vivienda no habitadas
- Viviendas sin agua potable

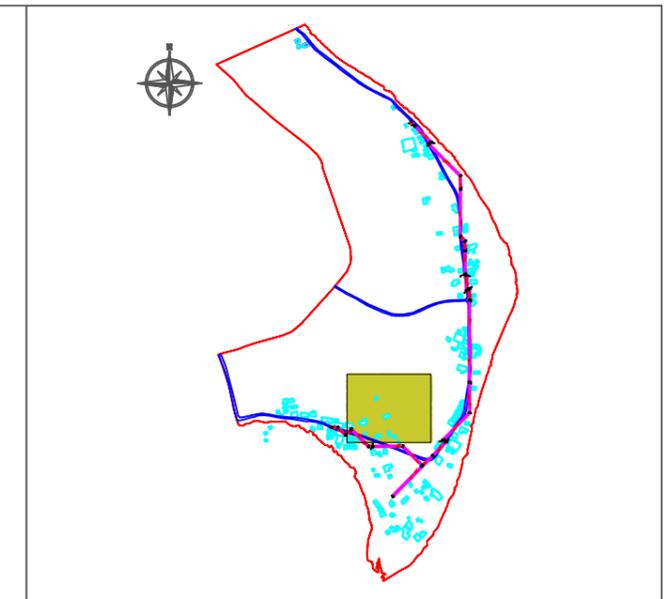
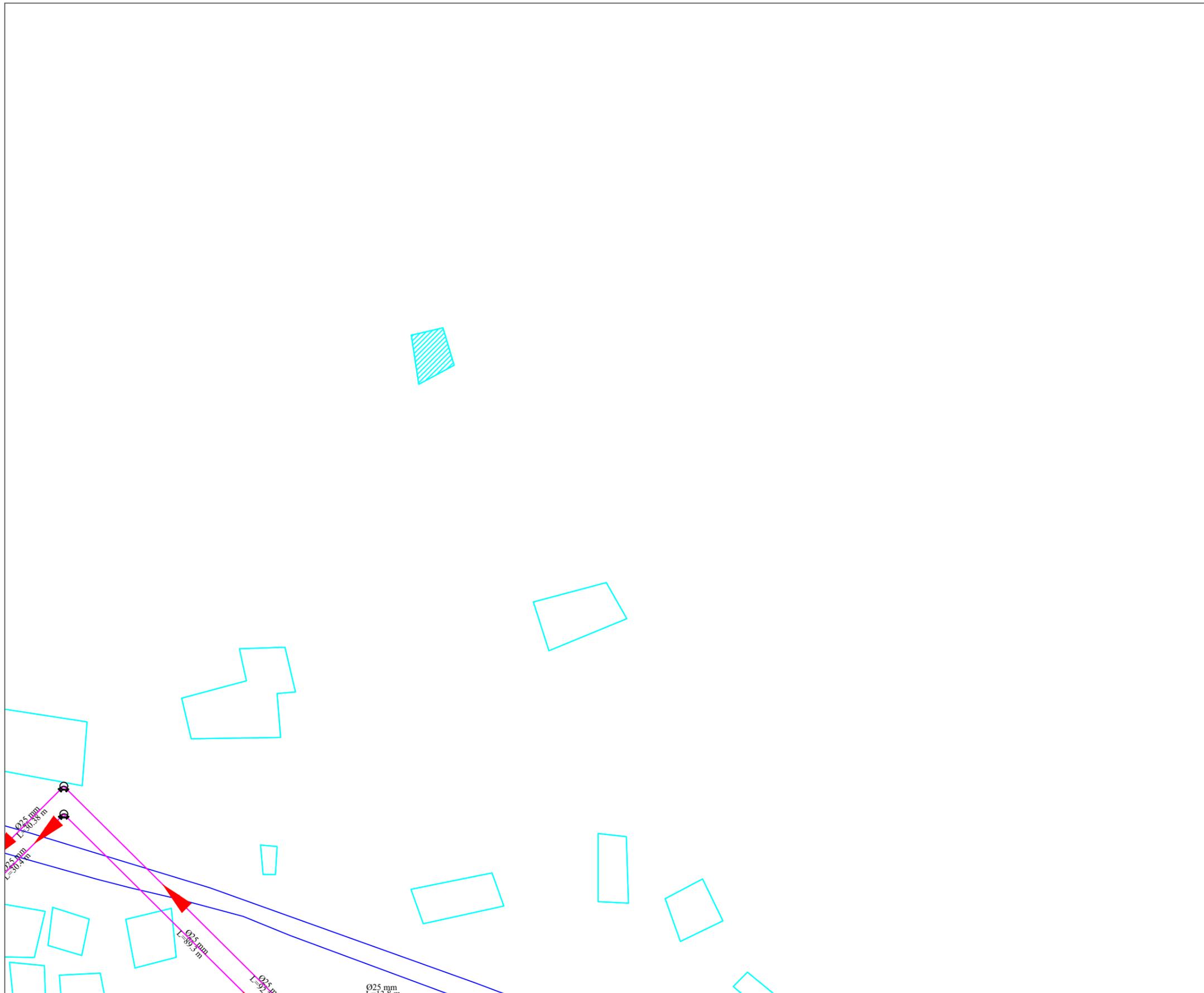
Autor:  
Vera Romero Joseph

Tutor (a):  
Ing. Clara Glas

<p>Dibujo: 8/10</p>	<p>Escala de la lámina: 1:1.10</p>
-------------------------	--

Formato de lámina:

A0  
  A1  
  A2  
  A3  
  A4



Accesorios de tuberías:

- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

Simbología:

- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

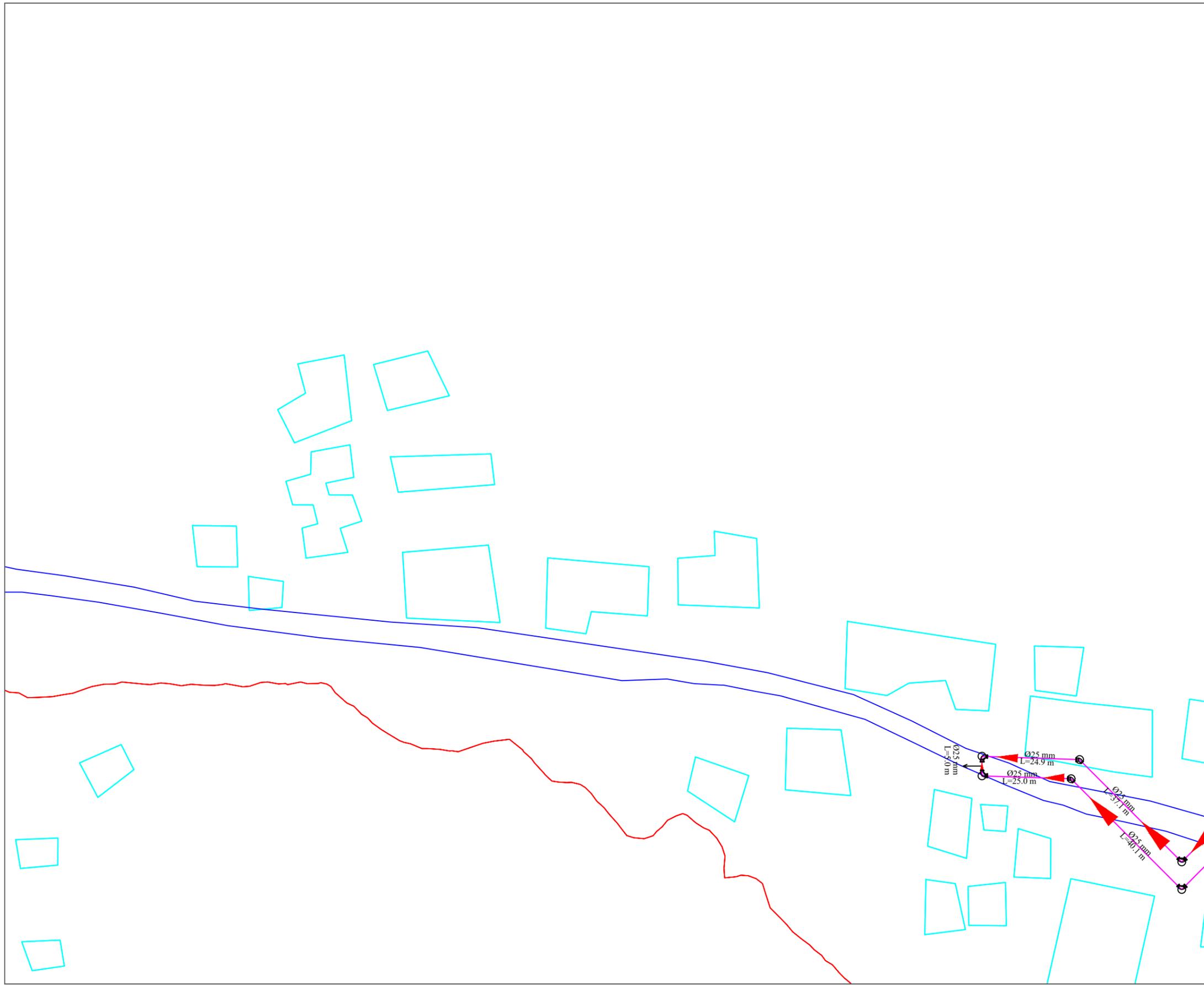
Autor:  
Vera Romero Joseph

Tutor (a):  
Ing. Clara Glas

Dibujo: 9/10	Escala de la lámina: 1:1.10
-----------------	--------------------------------

Formato de lámina:

A0  A1  A2  A3  A4



Accesorios de tuberías:

- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

Simbología:

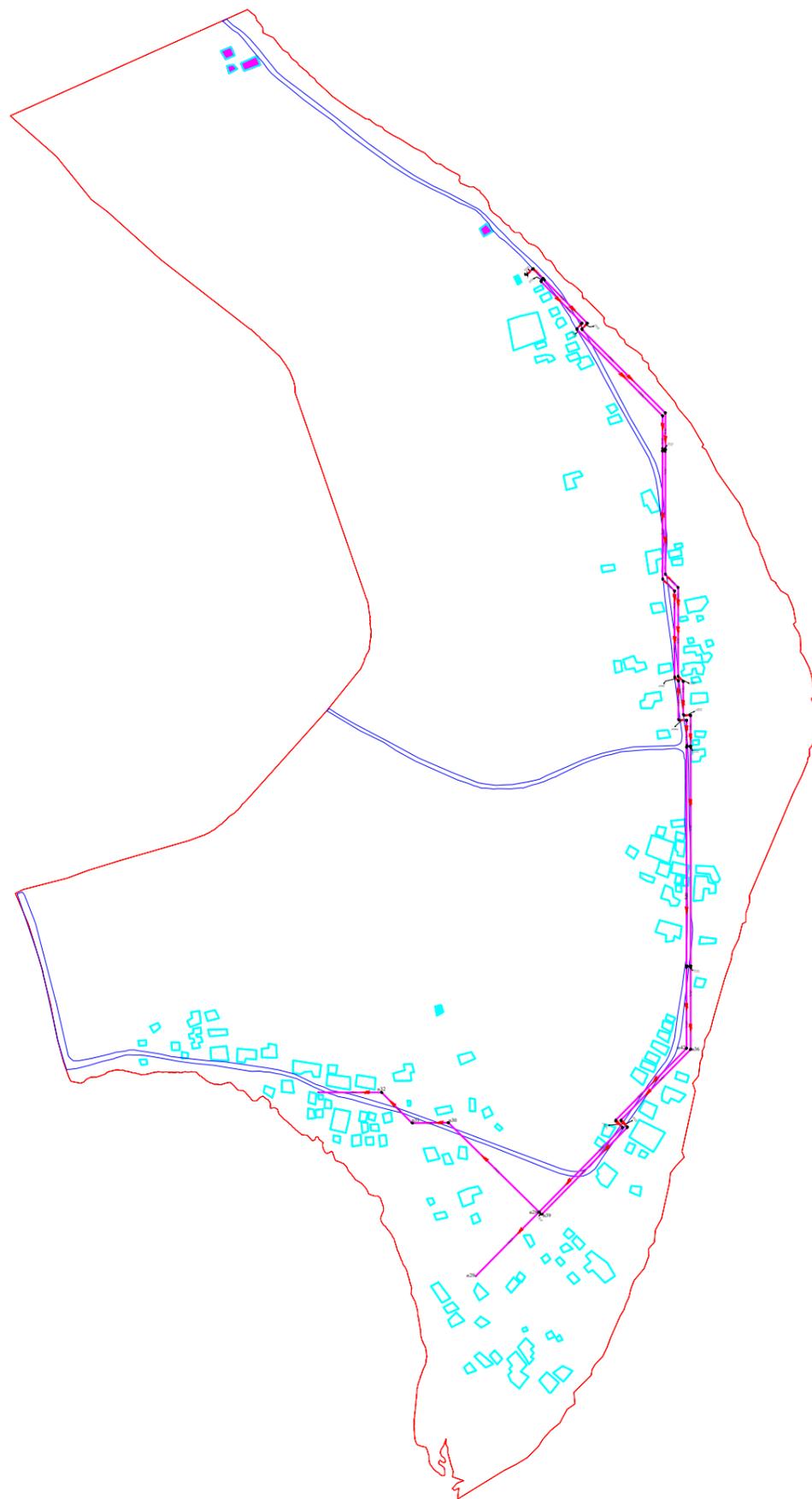
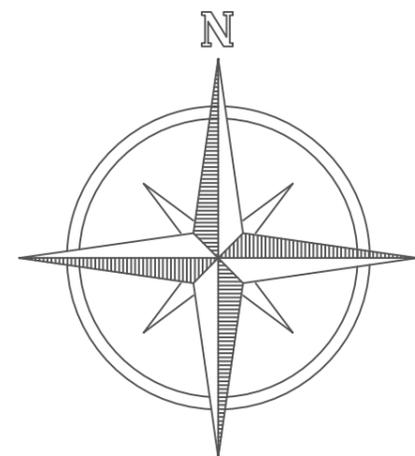
- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

Autor:  
Vera Romero Joseph

Tutor (a):  
Ing. Clara Glas

Dibujo: 10/10	Escala de la lámina: 1:1.10
------------------	--------------------------------

Formato de lámina:  
 A0    A1    A2    A3    A4



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

Proyecto:

Re-diseño de la red de distribución del  
recinto Piñal de Arriba planteando una red  
mixta

Accesorios de tuberías:

- Cruz 
- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

Simbología:

- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

Autor:

Vera Romero Joseph

Tutor (a):

Ing. Clara Glas

Dibujo:

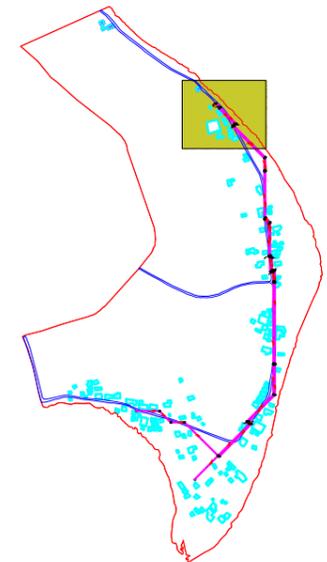
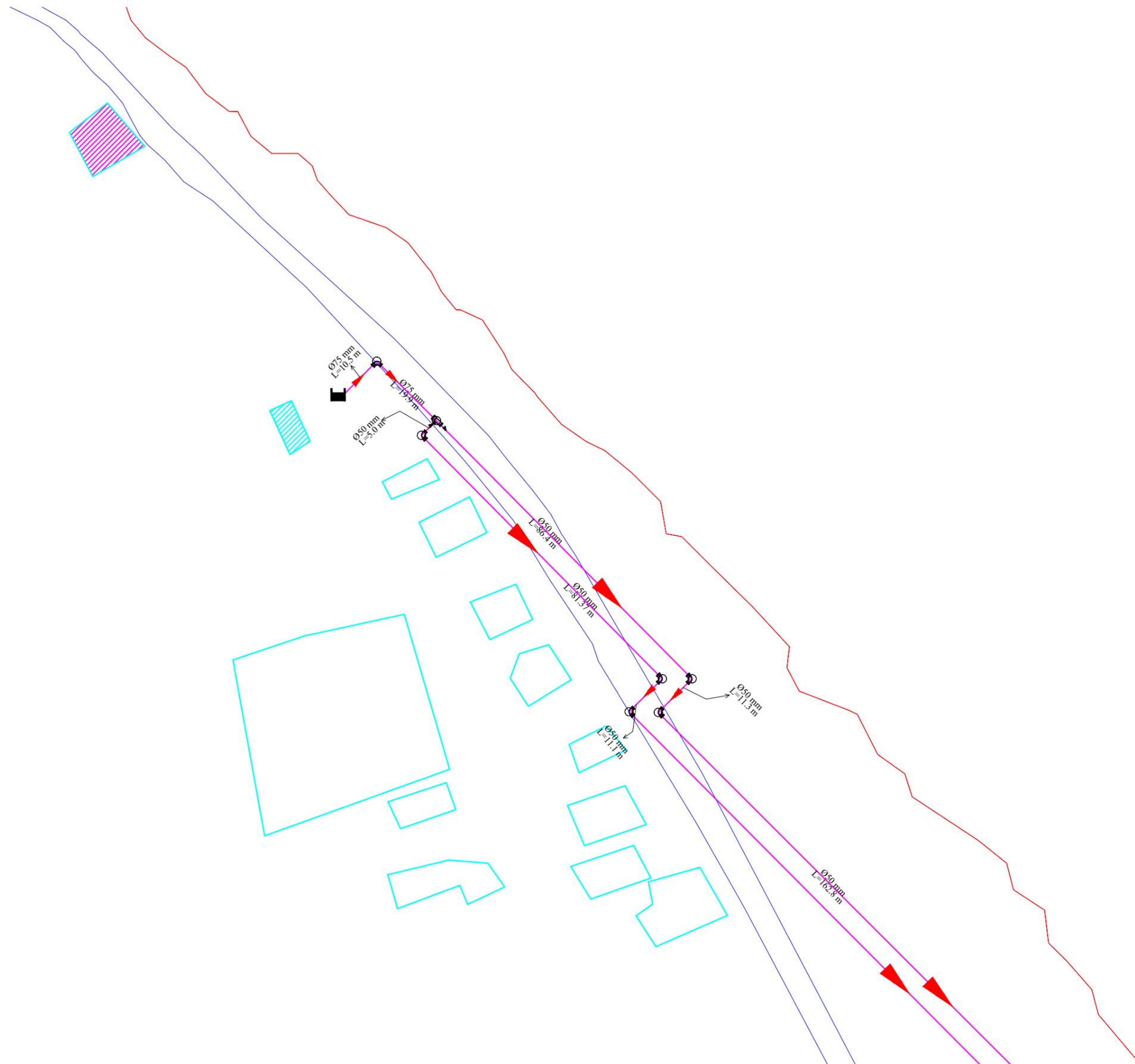
General

Escala de la lámina:

1:8.3

Formato de lámina:

A0  A1  A2  A3  A4



Accesorios de tuberías (RED MIXTA):

- Cruz 
- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

Simbología:

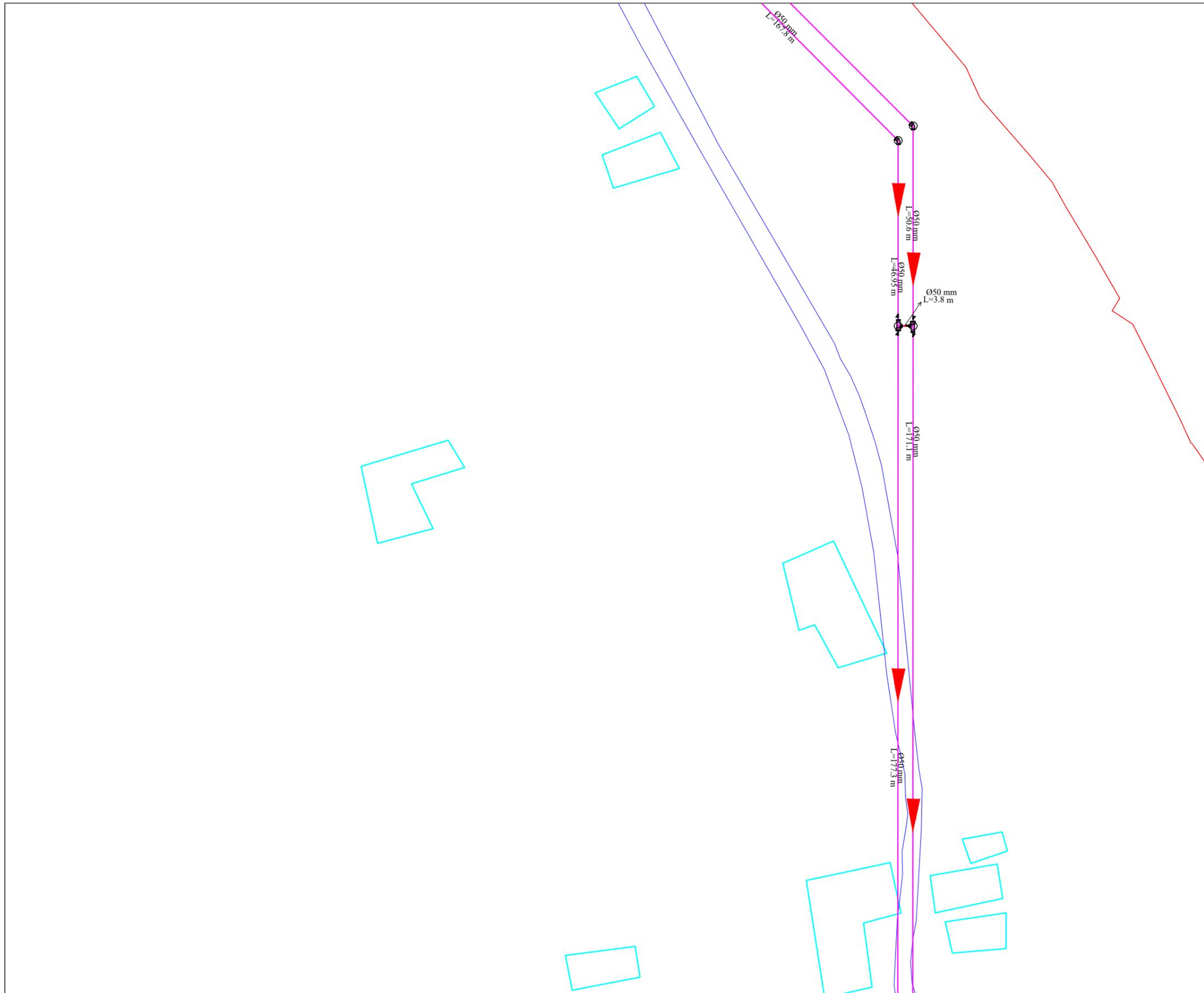
- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

Autor:  
Vera Romero Joseph

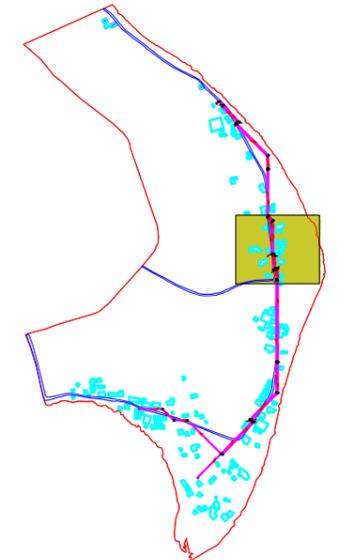
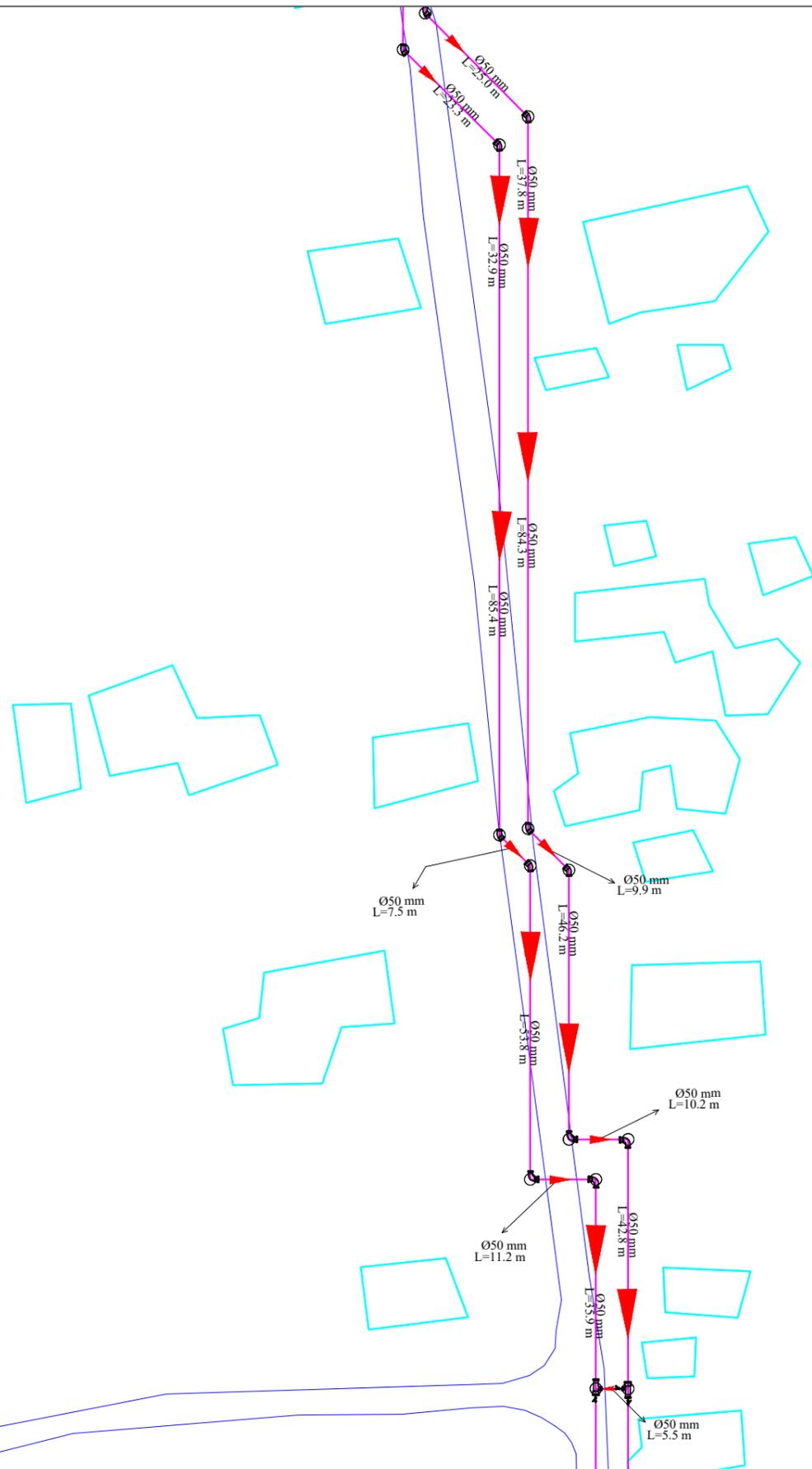
Tutor (a):  
Ing. Clara Glas

Dibujo: 1/10      Escala de la lámina:  
1:1.10

Formato de lámina:  
A0  A1  A2  A3  A4



<b>Accesorios de tuberías:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cruz </li> <li>• Codo de 90° </li> <li>• Codo de 45° </li> <li>• Tee </li> <li>• Válvula de cierre </li> </ul>	
<b>Simbología:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirección del flujo </li> <li>• Vía principal </li> <li>• Red de distribución </li> <li>• Nodo </li> <li>• Longitud </li> <li>• Diámetro </li> <li>• Vivienda no habitadas </li> <li>• Viviendas sin agua potable </li> </ul>	
<b>Autor:</b> Vera Romero Joseph	
<b>Tutor (a):</b> Ing. Clara Glas	
<b>Dibujo:</b> 2/10	<b>Escala de la lámina:</b> 1:1.10
<b>Formato de lámina:</b> A0 <input type="checkbox"/> A1 <input type="checkbox"/> A2 <input type="checkbox"/> A3 <input checked="" type="checkbox"/> A4 <input type="checkbox"/>	



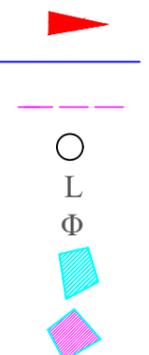
Accesorios de tuberías:

- Cruz
- Codo de 90°
- Codo de 45°
- Tee
- Válvula de cierre



Simbología:

- Dirección del flujo
- Vía principal
- Red de distribución
- Nodo
- Longitud
- Diámetro
- Vivienda no habitadas
- Viviendas sin agua potable



Autor:

Vera Romero Joseph

Tutor (a):

Ing. Clara Glas

Dibujo:

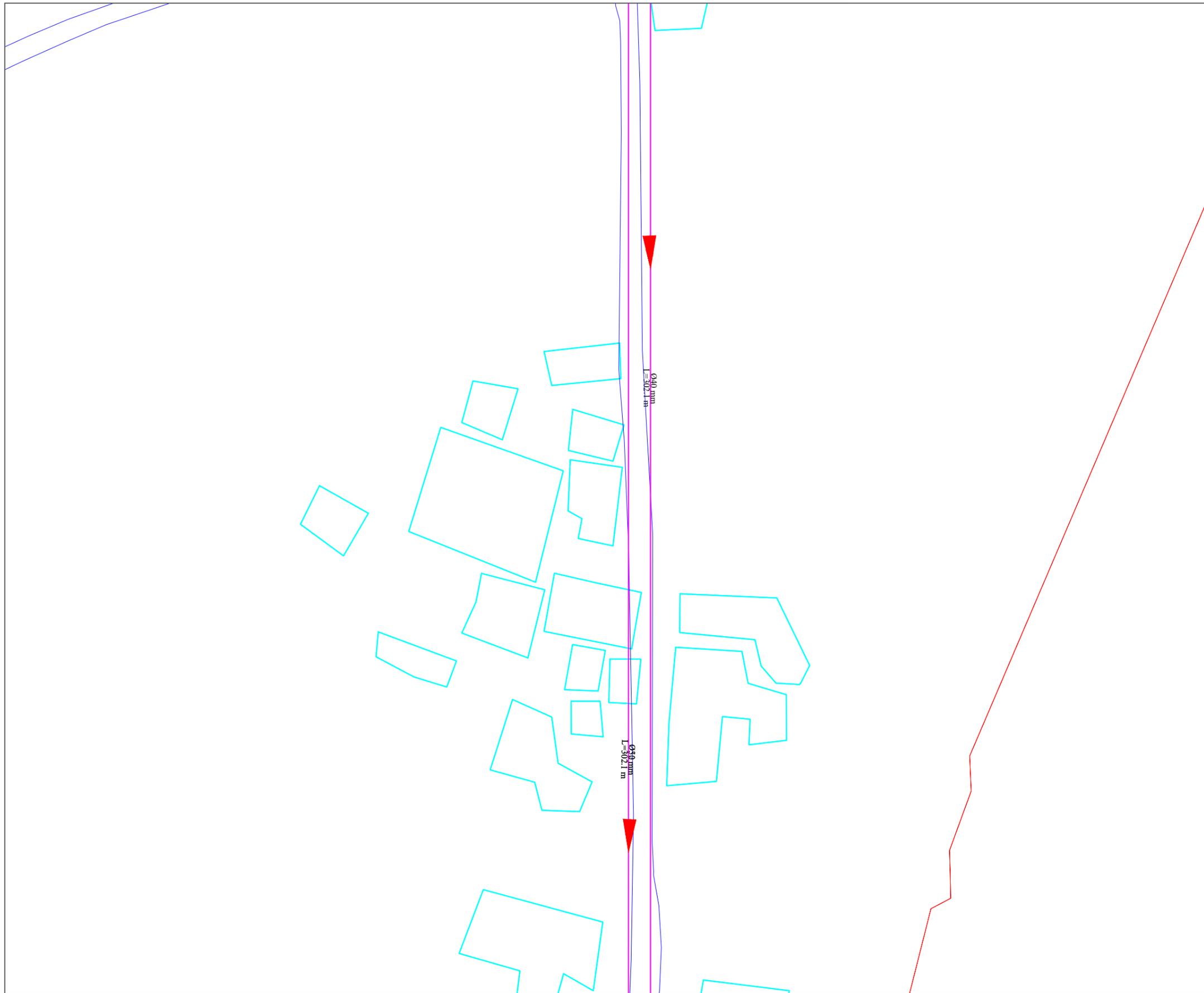
3/10

Escala de la lámina:

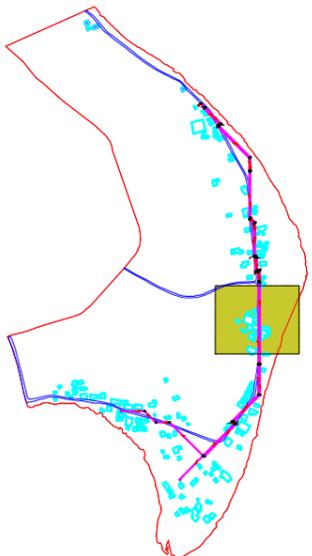
1:1.10

Formato de lámina:

A0  A1  A2  A3  A4







---

**Accesorios de tuberías:**

- Cruz 
- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

---

**Simbología:**

- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

---

**Autor:**  
Vera Romero Joseph

---

**Tutor (a):**  
Ing. Clara Glas

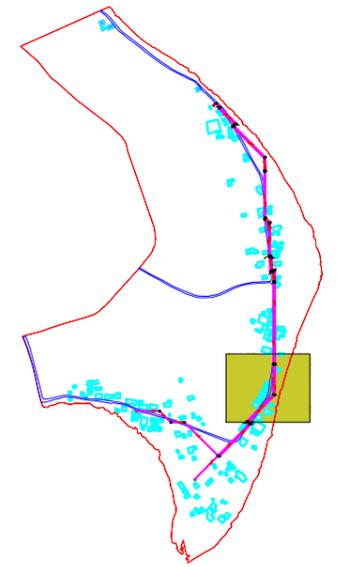
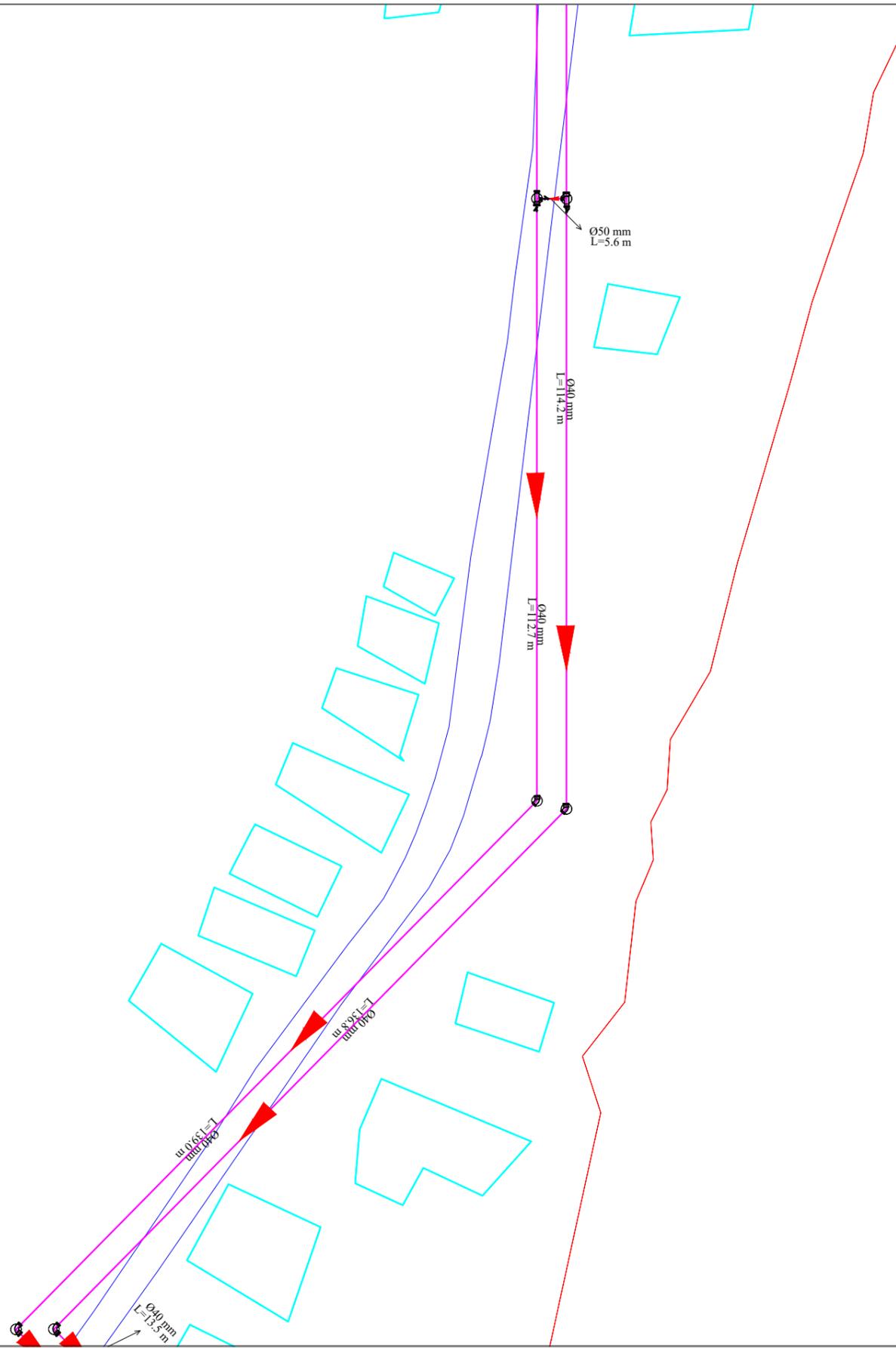
---

<b>Dibujo:</b> 4/10	<b>Escala de la lámina:</b> 1:1.10
------------------------	---------------------------------------

---

**Formato de lámina:**

A0   
  A1   
  A2   
  A3   
  A4



Accesorios de tuberías:

- Cruz 
- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

Simbología:

- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

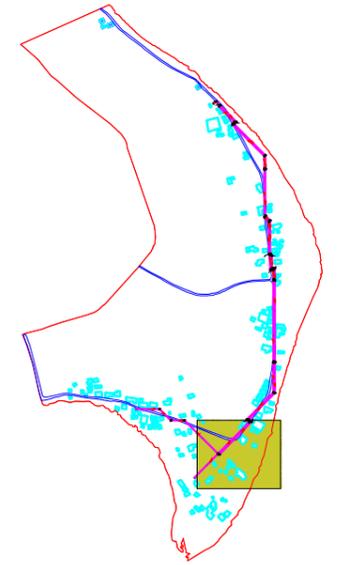
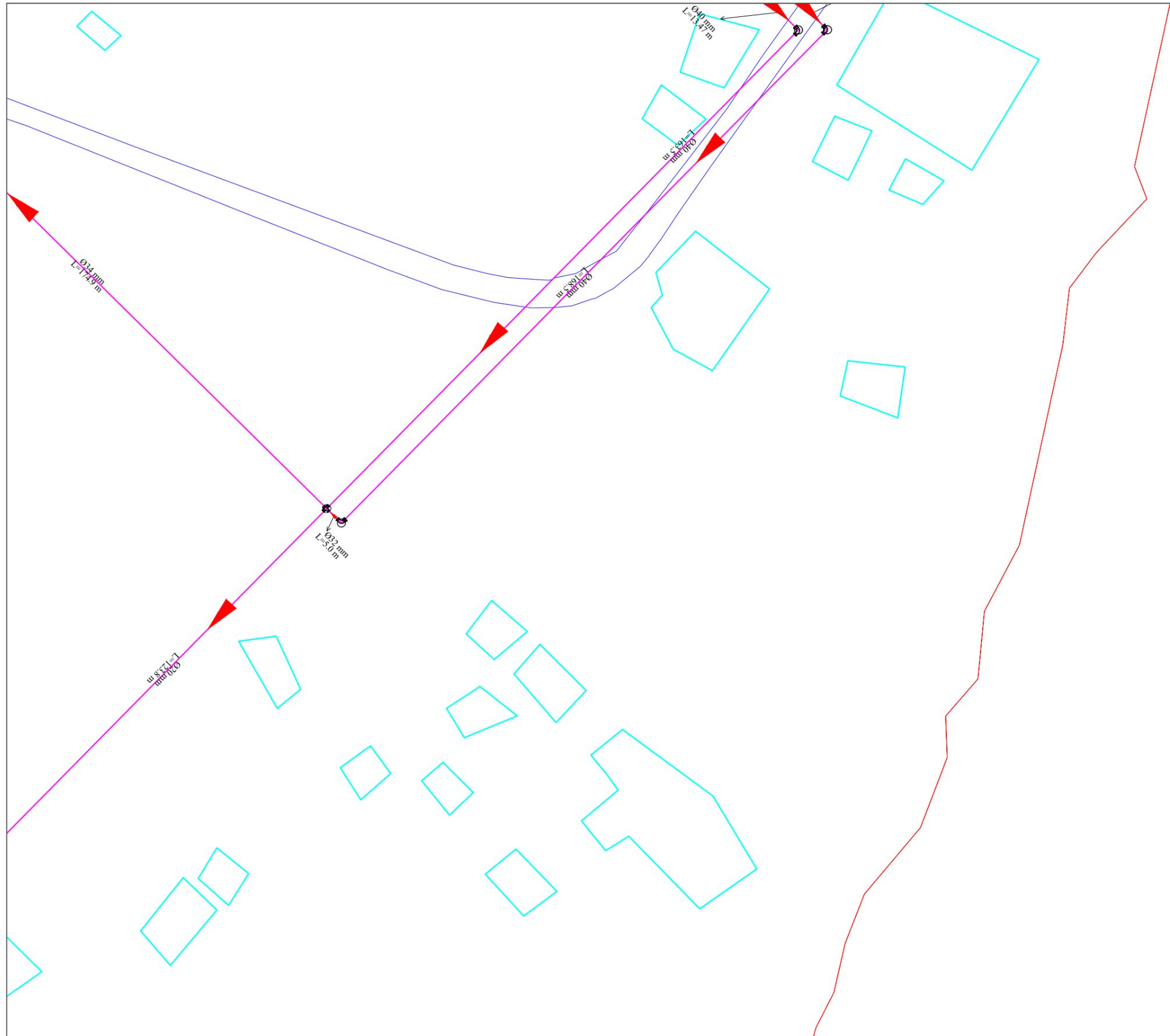
Autor:  
Vera Romero Joseph

Tutor (a):  
Ing. Clara Glas

Dibujo: 5/10	Escala de la lámina: 1:1.10
-----------------	--------------------------------

Formato de lámina:

A0  A1  A2  A3  A4



Accesorios de tuberías:

- Cruz
- Codo de 90°
- Codo de 45°
- Tee
- Válvula de cierre



Simbología:

- Dirección del flujo
- Vía principal
- Red de distribución
- Nodo
- Longitud
- Diámetro
- Vivienda no habitadas
- Viviendas sin agua potable



Autor:

Vera Romero Joseph

Tutor (a):

Ing. Clara Glas

Dibujo:

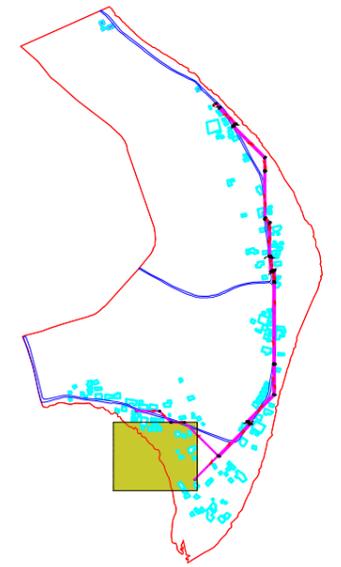
6/10

Escala de la lámina:

1:1.10

Formato de lámina:

A0  A1  A2  A3  A4



Accesorios de tuberías:

- Cruz 
- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

Simbología:

- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

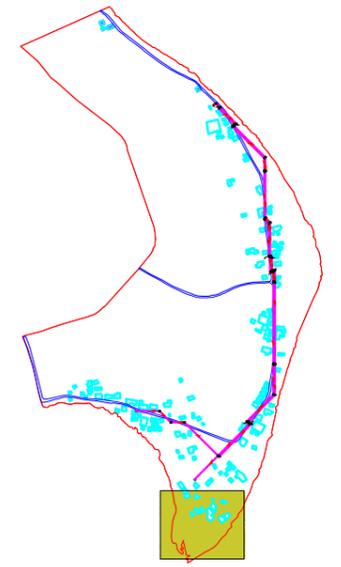
Autor:  
Vera Romero Joseph

Tutor (a):  
Ing. Clara Glas

Dibujo:  
7/10

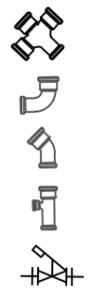
Escala de la lámina:  
1:1.10

Formato de lámina:  
A0  A1  A2  A3  A4



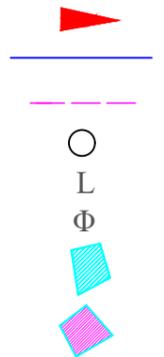
Accesorios de tuberías:

- Cruz
- Codo de 90°
- Codo de 45°
- Tee
- Válvula de cierre



Simbología:

- Dirección del flujo
- Vía principal
- Red de distribución
- Nodo
- Longitud
- Diámetro
- Vivienda no habitadas
- Viviendas sin agua potable



Autor:

Vera Romero Joseph

Tutor (a):

Ing. Clara Glas

Dibujo:

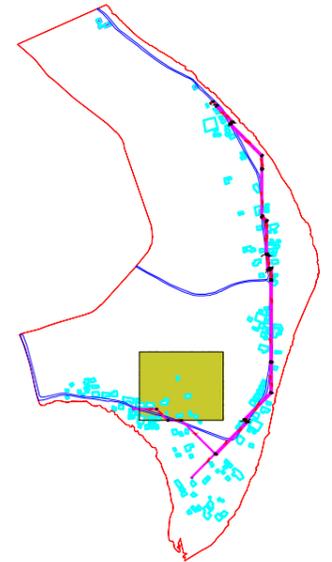
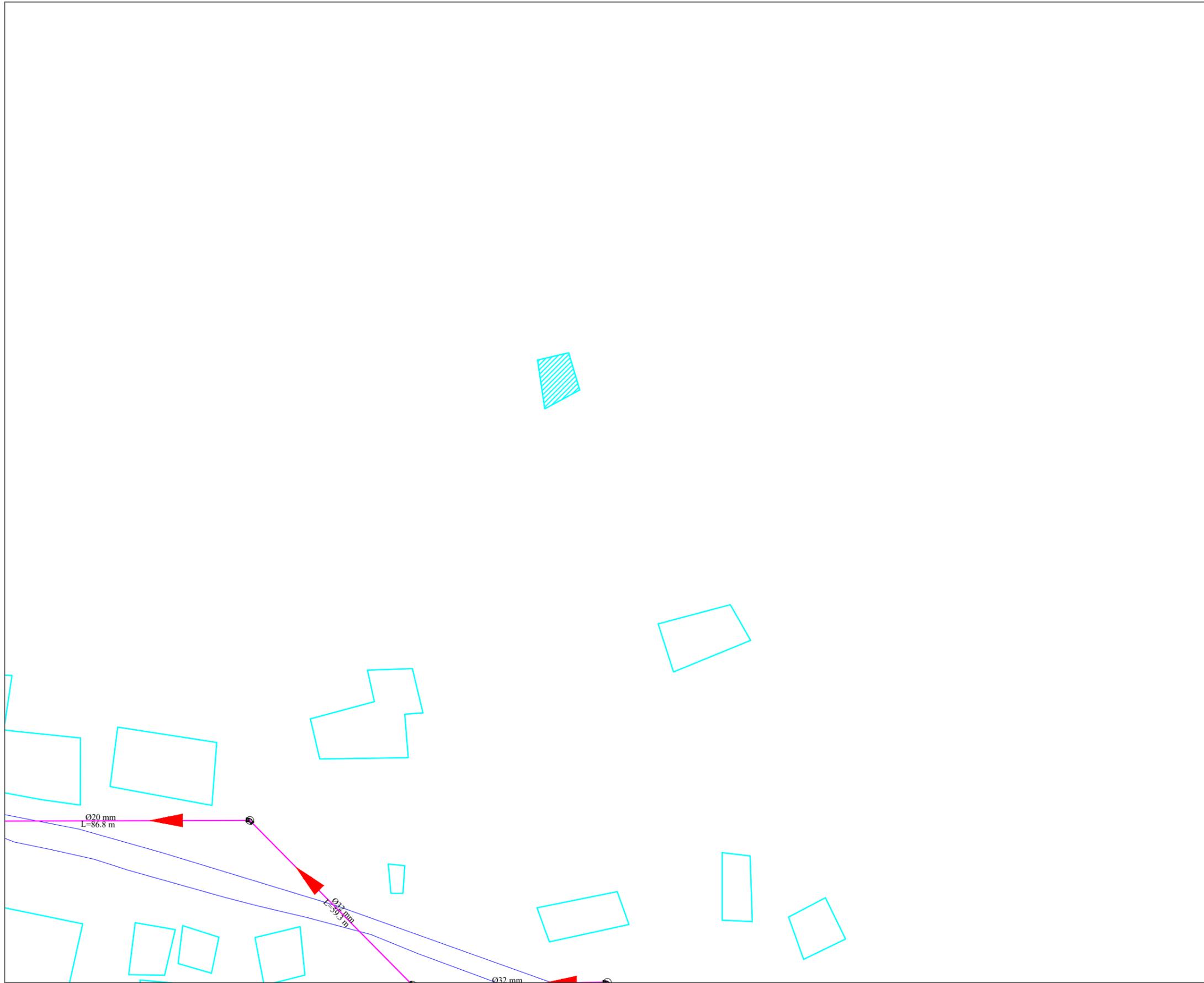
8/10

Escala de la lámina:

1:1.10

Formato de lámina:

A0  A1  A2  A3  A4



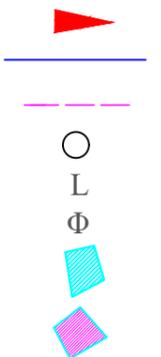
Accesorios de tuberías:

- Cruz
- Codo de 90°
- Codo de 45°
- Tee
- Válvula de cierre



Simbología:

- Dirección del flujo
- Vía principal
- Red de distribución
- Nodo
- Longitud
- Diámetro
- Vivienda no habitadas
- Viviendas sin agua potable



Autor:

Vera Romero Joseph

Tutor (a):

Ing. Clara Glas

Dibujo:

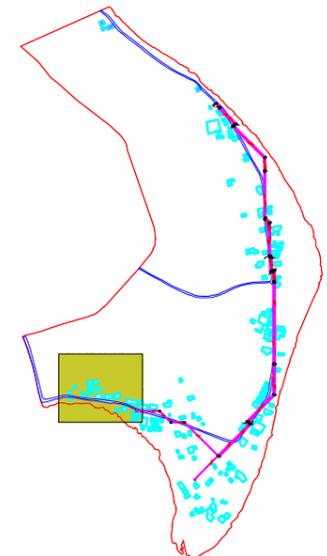
9/10

Escala de la lámina:

1:1.10

Formato de lámina:

A0  A1  A2  A3  A4



Accesorios de tuberías:

- Cruz 
- Codo de 90° 
- Codo de 45° 
- Tee 
- Válvula de cierre 

Simbología:

- Dirección del flujo 
- Vía principal 
- Red de distribución 
- Nodo 
- Longitud 
- Diámetro 
- Vivienda no habitadas 
- Viviendas sin agua potable 

Autor:  
Vera Romero Joseph

Tutor (a):  
Ing. Clara Glas

Dibujo:  
10/10

Escala de la lámina:  
1:1.10

Formato de lámina:  
A0  A1  A2  A3  A4

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Vera Romero, Joseph Mauricio**, con C.C: # **0950274381** autor/a del trabajo de titulación: **Diagnóstico del sistema de agua potable de la comunidad de Piñal de Arriba del cantón Santa Lucía. Propuesta de soluciones para mejorar la calidad de vida** previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 26 de febrero de 2020

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **Vera Romero, Joseph Mauricio**

C.C: **0950274381**



## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	<b>Diagnóstico del sistema de agua potable de la comunidad de Piñal de Arriba del cantón Santa Lucía. Propuesta de soluciones para mejorar la calidad de vida.</b>		
<b>AUTOR</b>	<b>Joseph Mauricio, Vera Romero</b>		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	<b>Ing. Clara Glas Cevallos, M.Sc.</b>		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	<b>Ingeniería</b>		
<b>CARRERA:</b>	<b>Ingeniería Civil</b>		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	<b>Ingeniero Civil</b>		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	26 de febrero de 2020	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	257
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	<b>Hidráulica, Agua potable, Presupuesto.</b>		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	<b>Planta de tratamiento (PT), Red de distribución, Caudal de diseño, Población de diseño, Calidad del agua, Plan de mejoras</b>		
<b>RESUMEN/ABSTRACT:</b>	<p>Se realizó un estudio descriptivo e investigativo que detalla los problemas que presenta el recinto de Piñal de Arriba con respecto a su sistema de abastecimiento de agua potable. Con el propósito de realizar un análisis y diagnóstico sanitario de la planta potabilizadora y red de distribución de la comunidad, para definir plan de mejoras hacia la planta potabilizadora y realizar rediseño de la red.</p> <p>Se utilizaron equipos, herramientas y materiales para poder realizar el análisis correspondiente tanto en la prueba de calidad de agua, como para las evaluaciones de caudales, población de diseño, entre otros parámetros. Se aplicó encuestas mixtas a los moradores del recinto de Piñal de Arriba con el propósito de conocer su punto de vista en relación con la calidad de agua. Se tabularon los datos, se graficó los datos usando diagrama pastel.</p> <p>Como conclusión fue que el recinto actualmente consta de una planta potabilizadora capaz de abarcar a la comunidad, sin embargo, para la población futura va a ser necesario aumentar dicha capacidad y así mantener su eficiencia. Adicional, la red de distribución presenta problemas de abastecimiento, por consiguiente, se la rediseñó obteniendo como resultado buenas presiones y velocidades conforme a los parámetros (Ver Anexo 1 y 2), sin embargo, la opción más económica considerando solo elementos de la red de distribución fue la red mixta (Ver Anexo 9).</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-961079791	<b>E-mail:</b> jmauriciov28@hotmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):</b>	<b>Nombre:</b> Clara Catalina Glas Cevallos		
	<b>Teléfono:</b> +593- 4 -2206956		
	<b>E-mail:</b> clara.glas@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			