



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE CONSTRUCCIONES

*“Evaluación y rediseño del sistema de agua potable para la comunidad de la
Asunción – Girón, Azuay”*

Tesis previa a la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL CON ÉNFASIS EN GERENCIA DE CONSTRUCCIONES

Autores:

Byron Leonardo Aguirre Arias

Carlos David Peñaloza Calle

Director de tesis:

Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez PhD

CUENCA – ECUADOR

2022

DEDICATORIA.

Dedico esta tesis a mi familia, por el apoyo brindado en cada uno de mis pasos y haberme enseñado buenos valores, por la motivación constante que me permitieron llegar a la meta.

Quiero además dedicar mi tesis a todas las personas que me supieron ayudar durante este proceso, tanto profesores como amigos por el apoyo brindado, dándome motivos suficientes para lograr mi objetivo.

Leonardo Aguirre Arias

A mis padres, por su apoyo incondicional, sin su ayuda y consejos nunca habría podido lograr este objetivo personal, gracias por confiar en mí y estar al pendiente.

A mi familia por su apoyo incondicional y siempre querer lo mejor para mí. En especial quiero dedicarle este trabajo a mi Abuela, mi Madre y mi Padre gracias por darme las oportunidades que nunca tuvieron.

Carlos David Peñaloza Calle

AGRADECIMIENTO.

Nuestro agradecimiento va principalmente para nuestros padres por la confianza brindada en nosotros y por guiarnos a lo largo de nuestra carrera universitaria.

Al personal de la junta administradora de Agua potable de la parroquia La Asunción y a los señores operadores del sistema de agua potable por su colaboración.

A los docentes de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad del Azuay por haber compartido sus conocimientos y experiencias a lo largo de nuestra carrera universitaria.

A todos nuestros amigos y compañeros que formaron parte de nuestra vida universitaria, que, con sus consejos, risas y su apoyo incondicional contribuyeron a nuestra formación.

Leonardo y Carlos

CONTENIDO

DEDICATORIA.	2
AGRADECIMIENTO.	3
INDICE DE FIGURAS	7
INDICE DE TABLAS	9
<i>Evaluación y rediseño de la red de agua potable para la parroquia de la Asunción perteneciente al cantón Girón</i>	12
RESUMEN	12
<i>Evaluation and redesign of the drinking water system of the parish of "Asuncion" in Giron canton</i>	13
ABSTRACT	13
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	14
1.1 Antecedentes	14
1.2 Alcance	14
1.3 Problemática	14
1.4 Objetivos	15
1.4.1 Objetivo general	15
1.4.2 Objetivos específicos	15
1.5 Descripción del área del proyecto	15
1.5.1 Ubicación geográfica del proyecto	15
1.5.2 Población	17
1.5.3 Clima	19
1.5.4 Precipitación.	21
1.5.5 Red Hidrográfica	22
1.5.6 Vialidad	22
1.5.7 Geomorfología y geología	23
1.5.8 Descripción de aspectos socio-económico	28
1.5.9 Levantamiento de encuestas a usuarios	31
CAPÍTULO II: EVALUACIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE DE AGUA POTABLE	37
2.1 Problemas causados por el deterioro del sistema	37
2.1.1 Vida útil del sistema de agua potable	37
2.1.2 Calidad de los materiales	37
2.2 Estado de la red de conducción y distribución de la red de agua potable	38
2.2.1 Diámetros de la tubería	38
2.2.2 Material de la tubería y sus accesorios	38
2.3 Análisis del sistema de tratamiento del agua	42
2.3.1 Calidad del agua cruda.	42
2.3.2 Caracterización del agua a la entrada	43
2.3.3 Caracterización del agua a la salida del sistema	45
2.3.4 Comparación de resultados	46
2.3.5 Tratamiento de desinfección	46

2.3.6 Desinfección por medio del equipo CLORID	47
2.3.7 Proceso de desinfección del sistema de agua potable de la parroquia La Asunción	48
CAPITULO III: REDISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	49
3.1 Fuentes de abastecimiento de agua	49
3.1.1 Tipos de fuentes de agua	49
3.1.2 Aforamiento de caudales	49
3.2 Captación	50
3.2.1 Tipos de captaciones en vertientes	50
3.2.2 Caudal mínimo requerido	51
3.2.3 Sistema de captación de la red de agua de la parroquia de La Asunción	51
3.3 Tanques de almacenamiento	52
3.3.1 Función de un tanque de almacenamiento	52
3.3.2 Tipos de tanques de distribución	52
3.3.3 Partes de un tanque de almacenamiento	54
3.3.4 Sistema de almacenamiento de la red de agua potable de la parroquia La Asunción	55
3.3.5 Distribución	56
3.4 Análisis de alternativas de diseño	58
3.4.1 Normativa a emplear	58
3.5 Parámetros de diseño	58
3.5.1 Periodo de diseño	58
3.5.2 Población de diseño o futura	59
3.5.3 Dotación	60
3.5.4 Caudales de diseño	61
3.5.5 Caudales de cada componente del sistema de agua potable	62
3.6 Análisis de las lecturas de los medidores	69
3.6.1 Análisis de los usuarios	69
3.6.2 Análisis de los consumos mensuales de agua	70
3.6.3 Zonas de mayor consumo	72
3.6.4 Consumo por año de los usuarios de la junta de agua potable de La Asunción llevado a litros por segundo	81
3.6.5 Análisis de la tarifa de pago	82
3.7 Diseño de la conducción de agua	83
3.7.1 Conducción	83
3.7.2 Trazado de la línea de conducción	84
3.7.3 Trazado de los accesorios del sistema de agua	86
3.8 Diseño de la red de distribución del sistema de agua	86
3.8.1 Diseño de la malla	86
3.8.2 Accesorios de la red	87
3.8.3 Trazado y ubicación de los medidores	88
3.9 Modelamiento de la red en WaterCad	88
3.9.1 Fundamentos teóricos para el análisis de la red	88
3.10 Modelamiento estático del sistema de agua potable de la asunción.	99
3.10.1 Estado hidráulico actual del Sistema de Agua Potable	99
3.10.2 Estado hidráulico después del rediseño	101
CAPÍTULO IV: PLAN DE MEJORAS Y PRESUPUESTO	103

4.1 Cantidades de obra	103
4.2 Análisis de precios unitarios	105
4.3 Presupuesto referencial	107
4.4 Especificaciones técnicas y generales	109
<i>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	110
5.1 Conclusiones y recomendaciones	110
<i>Referencias Bibliografía</i>	112
<i>ANEXOS</i>	114

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1: Ubicación Geográfica de la parroquia La Asunción</i> _____	16
<i>Figura 1.2: Mapa político de la parroquia de la Asunción y sus comunidades</i> _____	16
<i>Figura 1.3: Clasificación de Pisos Bioclimáticos de la Parroquia Asunción</i> _____	21
<i>Figura 1.4: Geología de la Parroquia Asunción</i> _____	26
<i>Figura 1.5: Mapa geomorfológico de la parroquia la asunción</i> _____	27
<i>Figura 1.6: Representación de pastel de la tabla 1.12</i> _____	32
<i>Figura 1.7: Representación de pastel de la tabla 1.13</i> _____	33
<i>Figura 1.8: Representación de pastel de la tabla 1.14</i> _____	34
<i>Figura 1.9: Representación de pastel de la tabla 1.16</i> _____	34
<i>Figura 1.10: Representación de pastel de la tabla 1.17</i> _____	35
<i>Figura 1.11: Representación de pastel de la tabla 1.18</i> _____	36
<i>Figura 2.1: Tubería de policloruro de vinilo (PVC)</i> _____	39
<i>Figura 2.2: Tees Reducidas de policloruro de vinilo (PVC)</i> _____	40
<i>Figura 2.3: Tees de policloruro de vinilo (PVC)</i> _____	40
<i>Figura 2.4: Codos 90 ° de policloruro de vinilo (PVC)</i> _____	40
<i>Figura 2.5: Codos 45 ° de policloruro de vinilo (PVC)</i> _____	40
<i>Figura 2.6: Uniones pagables de policloruro de vinilo (PVC)</i> _____	41
<i>Figura 2.8: Tapones roscados de policloruro de vinilo (PVC)</i> _____	41
<i>Figura 2.9: Bujes soldados de policloruro de vinilo (PVC)</i> _____	41
<i>Figura 2.12: Equipo Clorid</i> _____	47
<i>Figura 2.14: Equipo Clorid del sistema de La Asunción</i> _____	48
<i>Figura 3.1: Vertiente de fondo y concentrado</i> _____	50
<i>Figura 3.2: Vertiendo de Ladera</i> _____	51
<i>Figura 3.5: Estructura de captación</i> _____	52
<i>Figura 3.8: Tanques elevados</i> _____	53
<i>Figura 3.9: Tanques enterrados</i> _____	53
<i>Figura 3.10: Tanques de compensación</i> _____	53
<i>Figura 3.11: Vista en planta</i> _____	54
<i>Figura 3.12: Visita de perfil</i> _____	55
<i>Figura 3.13: Tanques circulares</i> _____	55
<i>Figura 3.14: Tanques cuadrados</i> _____	55
<i>Figura 3.15: Redes ramificadas</i> _____	56

<i>Figura 3.16: Redes malladas</i> _____	57
<i>Figura 3.21: Representación de pastel de la tabla 1.1</i> _____	69
<i>Figura 3.22: Representación de barras de la tabla 1.1</i> _____	71
<i>Figura 3.23: Representación de barras de la tabla 3.5</i> _____	71
<i>Figura 3.24: Representación de barras de la tabla 3.6</i> _____	73
<i>Figura 3.25: Representación de barras de la tabla 3.7</i> _____	74
<i>Figura 3.26: Representación de barras de la tabla 3.8</i> _____	75
<i>Figura 3.27: Representación de barras de la tabla 3.9</i> _____	75
<i>Figura 3.28: Representación de barras de la tabla 3.10</i> _____	76
<i>Figura 3.29: Representación de barras de la tabla 3.11</i> _____	77
<i>Figura 3.30: Representación de barras de la tabla 3.12</i> _____	78
<i>Figura 3.31: Representación de barras de la tabla 3.13</i> _____	78
<i>Figura 3.32: Representación de barras de la tabla 3.14</i> _____	79
<i>Figura 3.33: Representación de barras de la tabla 3.15</i> _____	80
<i>Figura 3.34: Representación de barras de la tabla 3.16</i> _____	81
<i>Figura 3.35: Representación de barras de la tabla 3.17</i> _____	81
<i>Figura 3.36: Representación de barras de la tabla 3.18</i> _____	83
<i>Figura 3.37: Accesorios hidráulicos PVC</i> _____	87
<i>Figura 3.38: Conservación de la energía</i> _____	90
<i>Figura 3.17: Tuberías en serie</i> _____	96
<i>Figura 3.18: Tuberías en serie</i> _____	96
<i>Figura 3.19: Tuberías en paralelo</i> _____	97
<i>Figura 3.20: Tuberías en paralelo</i> _____	99

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.1: Asentamiento de la parroquia La Asunción, según su denominación</i> _____	17
<i>Tabla 1.2: Distribución de la población parroquial por asentamiento según el tipo de sexo</i> _____	18
<i>Tabla 1.3: Población masculina y femenina por área de residencia</i> _____	19
<i>Tabla 1.4: Tipos de Clima de la Parroquia La Asunción</i> _____	20
<i>Tabla 1.5: Longitud de la Red Ríos y Quebradas de la Parroquia</i> _____	22
<i>Tabla 1.6: Jerarquización Vial</i> _____	23
<i>Tabla 1.7: Geología de la Parroquia La Asunción</i> _____	23
<i>Tabla 1.8: Unidades geomorfológicas de la parroquia La Asunción</i> _____	27
<i>Tabla 1.9: Escolaridad de la parroquia La Asunción</i> _____	28
<i>Tabla 1.10: Estudiantes que asisten a establecimientos educativos</i> _____	29
<i>Tabla 1.11: Datos generales</i> _____	32
<i>Tabla 1.12: Resultados del nivel de servicio de la junta de agua potable de La parroquia La Asunción</i> _____	32
<i>Tabla 1.13: Resultados de la opinión de la calidad de agua para el consumo humano que brinda la junta de agua potable de La parroquia La Asunción</i> _____	33
<i>Tabla 1.14: Resultados de escasez de agua en la parroquia La Asunción</i> _____	33
<i>Tabla 1.15: Frecuencia con la que sus usuarios sufren cortes de agua</i> _____	34
<i>Tabla 1.16: Conformidad con la tarifa brindada por la junta de agua</i> _____	35
<i>Tabla 1.17: Recomendaciones y opiniones de las diferentes mejoras que se pueden hacer en el sistema.</i> _____	35
<i>Tabla 2.1: Diámetros y longitudes de la tubería del sistema de agua potable de la parroquia La Asunción</i> _____	38
<i>Tabla 2.2: Compuestos para la calidad de agua cruda</i> _____	42
<i>Tabla 2.3: Calidad bacteriológica</i> _____	43
<i>Tabla 2.4: Parámetros I</i> _____	44
<i>Tabla 2.5: Parámetros II</i> _____	44
<i>Tabla 2.6: Parámetros III</i> _____	44
<i>Tabla 3.1: Ubicación, fecha y caudal aforado en la captación</i> _____	52
<i>Tabla 3.3: Vida útil de los componentes de los sistemas de agua potable</i> _____	59
<i>Tabla 3.4: Dotaciones de agua</i> _____	60
<i>Tabla 3.5: Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño de abastecimiento de agua potable</i> _____	61

<i>Tabla 3.16: Cantidad de usuarios según su ubicación dentro de las comunidades de La parroquia La Asunción</i>	69
<i>Tabla 3.17: Cantidad de usuarios activos del sistema de agua potable de la asunción</i>	70
<i>Tabla 3.18: Cantidad de usuarios inactivos del sistema de agua potable de la asunción</i>	70
<i>Tabla 3.19: Promedio de la cantidad de agua consumida en el año 2019 por usuario</i>	71
<i>Tabla 3.20: Promedio de la cantidad de agua consumida en el año 2021 por usuario</i>	71
<i>Tabla 3.21: Promedio de la cantidad de agua consumida en (m³) por las comunidades en enero del 2021 por usuario</i>	72
<i>Tabla 3.22: Promedio de la cantidad de agua consumida en (m³) por las comunidades en febrero del 2021 por usuario</i>	73
<i>Tabla 3.23: Promedio de la cantidad de agua consumida en (m³) por las comunidades en marzo del 2021 por usuario</i>	74
<i>Tabla 3.24: Promedio de la cantidad de agua consumida en (m³) por las comunidades en abril del 2021 por usuario</i>	75
<i>Tabla 3.25: Promedio de la cantidad de agua consumida en (m³) por las comunidades en mayo del 2021 por usuario</i>	75
<i>Tabla 3.26: Promedio de la cantidad de agua consumida en (m³) por las comunidades en junio del 2021 por usuario</i>	76
<i>Tabla 3.27: Promedio de la cantidad de agua consumida en (m³) por las comunidades en julio del 2021 por usuario</i>	77
<i>Tabla 3.28: Promedio de la cantidad de agua consumida en (m³) por las comunidades en agosto del 2021 por usuario</i>	78
<i>Tabla 3.29: Promedio de la cantidad de agua consumida en (m³) por las comunidades en septiembre del 2021 por usuario</i>	78
<i>Tabla 3.30: Promedio de la cantidad de agua consumida en (m³) por las comunidades en octubre del 2021 por usuario</i>	79
<i>Tabla 3.31: Promedio de la cantidad de agua consumida en (m³) por las comunidades en noviembre del 2021 por usuario</i>	80
<i>Tabla 3.32: Promedio de la cantidad de agua consumida en (m³) por las comunidades en diciembre del 2021 por usuario</i>	81
<i>Tabla 3.33: Matriz del consumo excesivo del agua en el 2021</i>	82
<i>Tabla 3.34: Parámetros de la primera línea de conducción</i>	84
<i>Tabla 3.35: Parámetros de la segunda línea de conducción</i>	85
<i>Tabla 3.36: Parámetros de la tercera línea de conducción</i>	85
<i>Tabla 3.37: Parámetros de la cuarta línea de conducción</i>	85
<i>Tabla 3.38: Ubicación y elevación de las cámaras rompe presiones</i>	87

<i>Tabla 3.39: Valores de viscosidad cinemática se pueden relacionar con la temperatura del agua.</i>	91
<i>Tabla 3.40: Coeficientes de fricción de un flujo turbulento</i>	93
<i>Tabla 3.41: Coeficientes de perdidas</i>	95
<i>Tabla 3.42: Valores de K para los accesorios más comunes en una red de agua potable.</i>	95
<i>Tabla 3.43: Elevaciones, demandas y presiones dinámicas en los nodos. Las presiones entre 50 y 60 se marcan de amarillo, las presiones mayores a 60 con un rojo.</i>	100
<i>Tabla 3.44: Nodos finales e iniciales, diámetros, longitudes, caudales y velocidades en las distintas tuberías del sistema</i>	100
<i>Tabla 3.46: Nodos finales e iniciales, diámetros, longitudes, caudales y velocidades en las distintas tuberías del sistema</i>	101
<i>Tabla 3.47: Número de nodos que sobrepasan las presiones de 75, 60 y 50 m.c.a antes y después de la propuesta de rediseño</i>	102
<i>Tabla 3.48: Número de nodos que sobrepasan las presiones de 75, 60 y 50 m.c.a antes y después de la propuesta de rediseño presentado en porcentaje, además del porcentaje de reducción de presión que habría si se emplean los tanques rompe presiones</i>	102
<i>Tabla 4.1: Cantidades de obra para las mejoras del sistema</i>	103
<i>Tabla 4.2: Presupuesto referencial</i>	107
<i>Tabla 4.3: Cuadro resumen del presupuesto referencial</i>	109

Evaluación y rediseño de la red de agua potable para la parroquia de la Asunción perteneciente al cantón Girón

RESUMEN

El presente estudio consiste en la evaluación y rediseño de la red de agua potable para la parroquia de la Asunción perteneciente al cantón Girón. Para su evaluación y rediseño se obtuvo información mediante un levantamiento topográfico del sistema de almacenamiento, distribución y conducción del sistema existe, este sistema cuenta con un caudal captado en la vertiente entre 5.5 y 7.5 litros sobre segundo; posee una longitud de 19 km aproximadamente con diámetros de tubería de 4in, 2in, 50, 40, 32, 25 y 21 mm de PVC, también se realizó un análisis de las lecturas de consumo de los medidores de sus usuarios y la modelación y evaluación hidráulica mediante el software WaterCad; determinándose así la reutilización de la captación, planta de tratamiento, tanques de almacenamiento y tanques rompe presiones. Además, se presentan soluciones para los problemas de presiones altas, fugas y cortes de agua, tomando como base la evaluación realizada y rediseño del sistema mediante el software WaterCad, se presentan mejoras en el sistema para brindar un servicio adecuado para sus usuarios. Se elaboro un presupuesto referencial de las posibles mejoras del sistema.

Palabras Clave: Sistema de Agua Potable, Red de distribución, Sistema de almacenamiento, Análisis, Presupuesto, WaterCad.



Firmado electrónicamente por:
JOSUE BERNARDO
LARRIVA VASQUEZ

Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez

Director de Tesis

Ing. José Fernando Vázquez Calero. M.Sc

Director de Escuela

Byron Leonardo Aguirre Arias

Autor

Carlos David Peñaloza Calle

Autor

Evaluation and redesign of the drinking water system of the parish of "Asunción" in giron canton

ABSTRACT

The present study consists of the evaluation and redesign of the drinking water system of the parish of "Asunción" in Girón canton. For its evaluation and redesign, information was obtained through a topographic survey of the storage, distribution and conduction system of the existing system. This system has a flow captured in the slope between 5.5 and 7.5 liters per second; It has a length of approximately 19 km with pipe diameters of 4in, 2in, 50, 40, 32, 25 and 21 mm of PVC, an analysis of the consumption readings of the meters of its users and hydraulic modeling and evaluation was also carried out using WaterCad software, so the reuse of the catchment, treatment plant, storage tanks and pressure break tanks was determined. In addition, solutions are presented for the problems of high pressures, leaks and water cuts. Also, based on the evaluation carried out and redesign of the system using the WaterCad software, improvements are presented in the system to provide an adequate service for its users. A referential budget of the possible improvements of the system was elaborated.

Keywords: Potable Water System, Distribution Network, Storage System, Analysis, Budget, WaterCad.



Firmado electrónicamente por:
JOSUE BERNARDO
LARRIVA VASQUEZ

Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez

Thesis director

Ing. José Fernando Vázquez Calero. M.Sc

School Director

Byron Leonardo Aguirre Arias

Author

Carlos David Peñaloza Calle

Author



CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La red de distribución de agua potable de la comunidad de la Asunción, del cantón Girón se ha visto afectada en los últimos años, debido a que, la red principal de la tubería viene presentando problemas mucho más seguidos. Estos problemas se dan ya que la tubería en uso ya cumplió con su vida útil de servicio, teniendo daños en las válvulas, llaves de distribución y rupturas de la tubería, generando un malestar en los usuarios de este servicio. Además, se ha visto afectado por el crecimiento de los usuarios que desean utilizar este servicio, razón por la cual la directiva a cargo ha planteado realizar un análisis correspondiente de la red y de esta forma plantear las mejoras necesarias para el servicio de agua potable en la parroquia.

1.2 Alcance

El estudio tiene como finalidad evaluar el sistema de distribución de agua potable de la comunidad de la Asunción, del cantón Girón y de esta manera solucionar los diferentes problemas que presenta. Para la solución de estos inconvenientes se ha propuesto como primer paso realizar un levantamiento de información de la red actual, la misma que nos proporcionara información suficiente del estado actual de la red de distribución, para posteriormente mejorar el abastecimiento de agua para los usuarios, teniendo en cuenta un crecimiento de la población que utiliza el servicio de agua potable de la parroquia, cumpliendo con todos los parámetros metodológicos, normativos y técnicos que garanticen la seguridad y serviciabilidad del proyecto.

Además del análisis previo, se realizará un presupuesto de las mejoras planteadas, el mismo que contará con los respectivos precios unitarios para poder iniciar con su construcción.

1.3 Problemática

En los últimos años, la comunidad La Asunción ha experimentado problemas en el servicio de agua potable que no se han podido solucionar; uno de ellos: que el caudal concesionado por parte de la SENAGUA, de 3.62 l/s, no es suficiente a criterio de la junta de agua potable. Esto se nota cuando hay desabastecimiento de agua en la temporada de sequía, que va desde el mes de julio hasta el mes agosto. La comunidad también experimenta cortes periódicos del servicio por rupturas de tuberías, debido a que la red casi en su totalidad cumplió ya con su vida útil. A esto se suma la demora en las

reparaciones, ya que no se cuenta con un plano que indique por dónde va la red. A pesar de que la junta de agua potable de la comunidad La Asunción ha construido varios tanques de almacenamiento y otras estructuras persisten los problemas. El desabastecimiento y los cortes periódicos del servicio generan un malestar en la población y negativas al momento de pagar tarifa mensual. También se ocasionan conflictos que en algunos casos terminan en agresiones físicas, pues la vertiente abastece al sistema de agua potable y a un sistema de riego y ninguno de los dos está dispuesto a ceder caudal. La gente que más siente las consecuencias son los adultos mayores que se encuentran en estado de vulnerabilidad y los niños que al no contar con agua potable en sus casas, beben agua que ha sido contaminada.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar la evaluación, rediseño y un plan de mejoras para la red de distribución de agua potable en la comunidad de La Asunción, del cantón Girón de la provincia del Azuay.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar las características sociales, económicas de la población que se servirá del estudio.
- Levantar la información técnica requerida para el lugar de estudio.
- Evaluar en que condición se encuentra actualmente el sistema de agua potable.
- Elaborar un presupuesto tentativo del costo de las mejoras que se le darán al sistema.

1.5 Descripción del área del proyecto

1.5.1 Ubicación geográfica del proyecto

La parroquia de la Asunción se encuentra ubicada en la Cuenca alta del Jubones, esta parroquia es perteneciente al cantón Girón de la provincia del Azuay, conforma una de las dos parroquias rurales de dicho cantón, se encuentra ubicada al sur occidente del Ecuador en la vía Girón – Pasaje, a 64 km de la ciudad de Cuenca. El centro urbano de la parroquia se encuentra aproximadamente a 8 km de la vía Girón – Pasaje, en el km 56 (GAD Parroquial de La Asunsion, 2019-2023).



Figura 1.1: Ubicación Geográfica de la parroquia La Asunción

Fuente: Elaboración propia

La parroquia de la Asunción se divide en 15 comunidades como son: Cedropugro, Tuncay, Las Nieves, Lugmahuco, Chilchil, Rumiloma, Arozhuma, Santa Rosa, Naranjito, Moisen, Cochaloma, San José, Corazón de Lentag, Cooperativa Lentag, Pichanillas. Los sectores que abarcan la red de agua potable se muestran en (ANEXO 1.1) (GAD Parroquial de La Asunción 2019 – 2023).

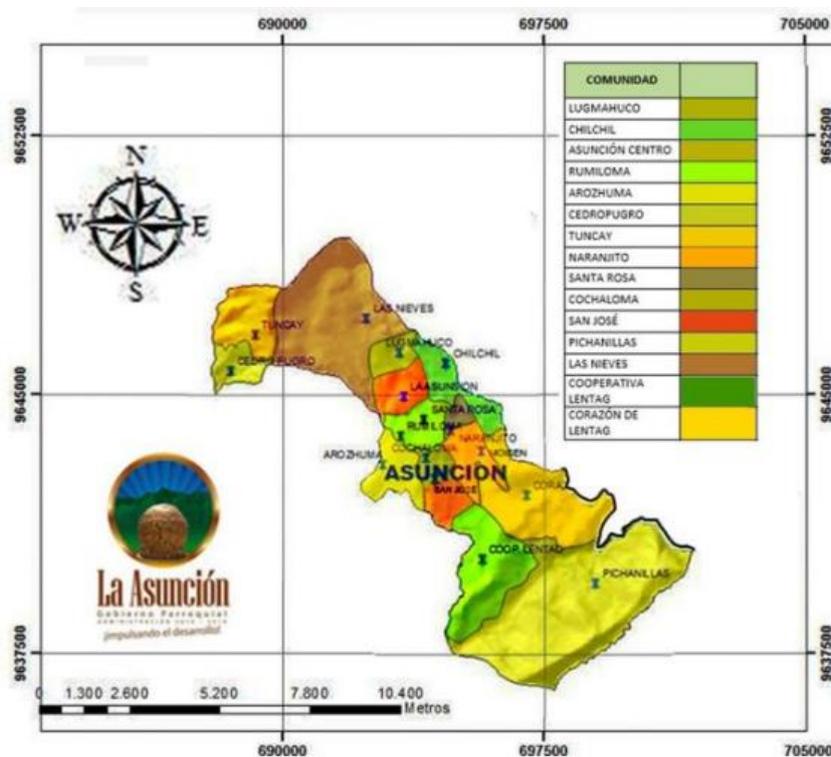


Figura 1.2: Mapa político de la parroquia de la Asunción y sus comunidades

Fuente: (GAD Parroquial de La Asunsion, 2019-2023)

Elaboración: Equipo Consultor PDOT 2020

Lo que hoy se conoce como la parroquia de la Asunción antiguamente formaba parte del anejo de San Juan, el mismo que pertenecía a la Parroquia San Fernando del cantón Girón.

De acuerdo con el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019 – 2023 de la parroquia de la Asunción; La parroquia cuenta con una superficie total de 5816.67 hectáreas que representa el 16% del total cantonal y el 0,7% del total provincial.

El rango altitudinal de la parroquia de la Asunción oscila entre 1840 y 3320 ms. nm, y la cabecera parroquial está a 2125 ms. nm

1.5.2 Población

Según el último Censo Poblacional realizado en el Ecuador en el año 2010 (INEC,2010) la parroquia de la Asunción cuenta con una densidad poblacional de 3051 habitantes, teniendo una población concentrada de 193 habitantes dentro de la Cabecera parroquial y con una población de 2858 habitantes distribuidos en el Área Rural donde se encuentran las distintas comunidades.

Tabla 1.1: Asentamiento de la parroquia La Asunción, según su denominación

Asentamientos	Total
Centro Parroquial	193
Cedropugro	153
Las Nieves	250
Santa Rosa	172
Lumahuico	146
Rumiloma	428
Chilchil	155
Naranjito	133
Moisen	128
Tuncay	102
Cochaloma	145
Arozhuma	196
San José	149
Corazón de Lentag	125
Cooperativa de Lentag	152

Fuente: Censo Poblacional – 2010**Elaboración:** Propia

Cooperativa de Lentag	208
Pichanillas	216
Total	3051

Tabla 1.2: Distribución de la población parroquial por asentamiento según el tipo de sexo

Asentamientos	Hombre	Mujer	Total
Centro Parroquial	82	111	193
Cedropugro	66	87	153
Las Nieves	112	138	250
Santa Rosa	70	102	172
Lumahuico	65	81	146
Rumiloma	198	230	428
Chilchil	79	76	155
Naranjito	59	74	133
Moisen	59	69	128
Tuncay	48	54	102
Cochaloma	74	71	145
Arozhuma	93	103	196
San José	69	80	149
Corazón de Lentag	65	60	125
Cooperativa de Lentag	69	83	152
Cooperativa de Lentag	109	99	208
Pichanillas	112	104	216
Total	1429	1622	3051

Fuente: Censo Poblacional – 2010

La Asunción cuenta con una población de 3051 habitantes con el 46% de hombres y el 54% de mujeres.

Tabla 1.3: Población masculina y femenina por área de residencia

Área de residencia	N°	% Hombre	N°	% Mujer	Total	% Total
Urbana	82	5,74	111	6,84	193	6,33
Rural	1347	94,26	1511	93,16	2858	93,67
La Asunción	1429	100	1622	100	3051	100

Fuente: Censo Poblacional – 2010

Elaboración: Propia

Como se observa en la matriz el mayor asentamiento que presenta la parroquia La Asunción se da en el área rural con un total de 2858 habitantes, el mismo que representa un tal de 93,67% de la población parroquial, mientras que el centro parroquial tiene una población de 193 habitantes que representan el 6,33%.

1.5.3 Clima

La parroquia de La Asunción está marcada por bioclimas, los mismos que dependen de la altitud a la que se encuentran:

- a) **Bioclima Pluvioestacional**, la parroquia se encuentra entre los 2400 a 3000 msnm. De clima Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo. Caracterizado por la falta de agua disponible en el suelo para la vegetación en una época del año, originando la caída parcial de hojas, lentitud y detención del crecimiento de las plantas. La precipitación anual varía entre los 500 a 750 mm. El período de escasez de agua varía entre 3 a 5 meses. La termicidad como indicador de distribución de los ecosistemas depende de la altitud, correspondiendo por tanto al tipo Mesotropical superior e inferior con el piso florístico Montano. El ombrotipo como indicador de la precipitación en relación a las temperaturas medias anuales es subhúmedo superior y subhúmedo inferior. La temperatura en este piso va de 10 a 13°C (GAD Parroquial de La Asunción, 2019-2023).
- b) **Bioclima Xérico**, en la parroquia se halla bajo los 2800 msnm a 1200 msnm en el extremo sur de la parroquia. De clima Ecuatorial Mesotérmico Semihúmedo y

Ecuatorial Mesotérmico Seco. Se caracteriza por una época del año muy seca, con intensa falta o ausencia total de agua disponible en el suelo para la vegetación. La sequía varía entre 6 a 10 meses al año y la precipitación anual varía entre los 250 a 5000 mm. La termicidad como indicador de distribución de los ecosistemas depende de la altitud, correspondiendo por tanto al tipo Termotropical superior e inferior con el piso florístico Montano. El ombrotipo corresponde a seco superior e inferior, y; semiárido superior. Las temperaturas en este piso van de 14 - 20°C (GAD Parroquial de La Asunsion, 2019-2023).

Tabla 1.4: Tipos de Clima de la Parroquia La Asunción

TIPO DE CLIMAS	CARACTERÍSTICAS	DISTRIBUCIÓN PARROQUIAL	OCUPACIÓN TERRITORIAL
Montano alto	Escasez de agua varía entre 3 a 5 meses sin agua disponible y con caída parcial de hojas, lentitud y detención del crecimiento de las plantas.	Se halla en el extremo norte de la parroquia, entre los 3000 a 3200 msnm.	Ocupa el 0,8% del territorio con 41,04 Ha.
Bioclima Montano	Se caracteriza por una época del año muy seca de 3 a 6 meses, con intensa falta o ausencia total de agua disponible en el suelo para la vegetación.	En la parroquia se halla entre los 2000 a 3000 msnm.	Ocupa el 38% del territorio con 2031,92 Ha.
Montano bajo	Bosques bajos a medios, generalmente densos, con árboles cargados de musgo y presentan suelos húmedos y bien drenados.	En la parroquia se halla entre los 1200 a 2000 msnm.	Ocupa el 61% del territorio con 3264,17 Ha.
Piemontano	Ecosistema de baja altitud, con transición de entre la vegetación de tierras bajas y las de cordillera, con árboles de más de 30 m de altura.	En la parroquia se halla a 1200 msnm.	Ocupa el 0,2% del territorio con 12,92 Ha.

Fuente: (GAD Parroquial de La Asunsion, 2019-2023)

Elaboración: Equipo Consultor PDOT 2020

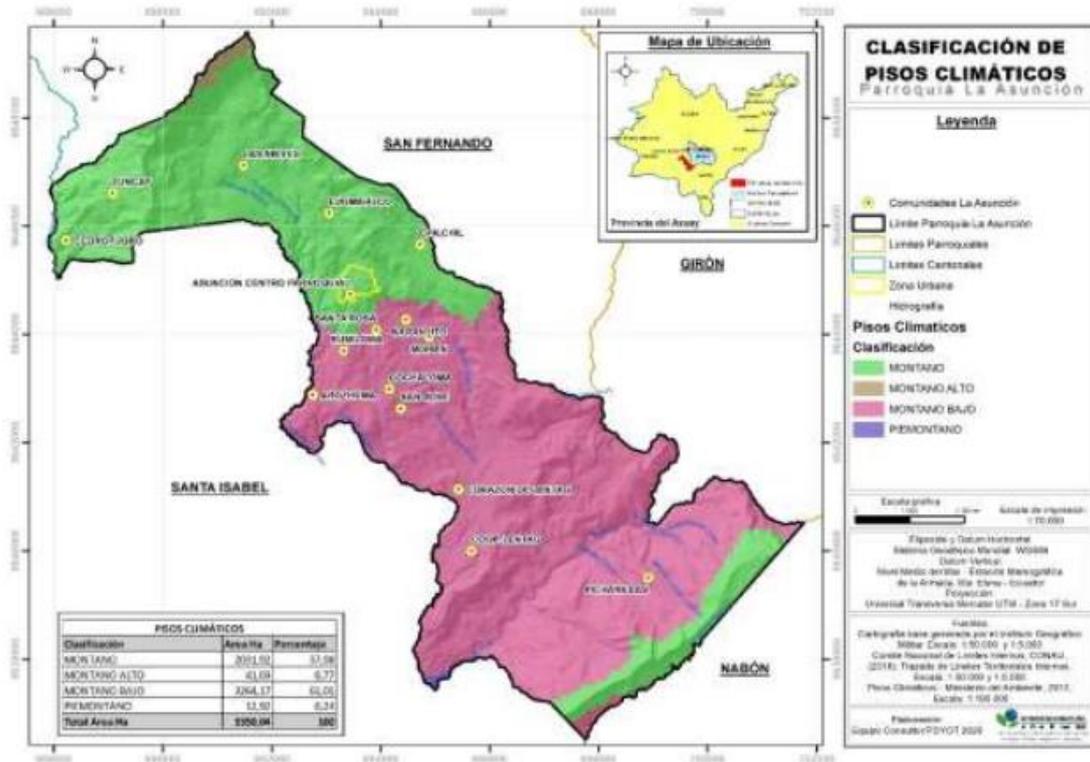


Figura 1.3: Clasificación de Pisos Bioclimáticos de la Parroquia Asunción

Fuente: (GAD Parroquial de La Asunción, 2019-2023)

Elaboración: Equipo Consultor PDOT 2020

1.5.4 Precipitación.

A la precipitación se le conoce como la caída de agua en forma sólida o líquida que es procedente de la atmósfera hacia la superficie de la tierra.

Las precipitaciones de rango 500 – 750 mm, cubren la zona media-alta tanto para las comunidades de Cedropugro – Tuncay - Las Nieves-Lugmahuco - La Asunción - Santa Rosa - Rumiloma - Arozsuma y cubre una superficie de 3910 ha. Lo que constituye el 66.27 % del territorio de la Parroquia (GAD Parroquial de La Asunción, 2019-2023).

Las precipitaciones con rango 250– 500 mm, abarcan la zona media-baja de la parroquia de La Asunción, con las Comunidades de Naranjito – Cochaloma – Moisés - Corazón de Lentag - Cooperativa de Lentag - Pichanillas y cubre una superficie de 1990 ha. Lo que constituye el 33.73 % del territorio parroquial (GAD Parroquial de La Asunción, 2019-2023).

1.5.5 Red Hidrográfica

Una red hidrográfica es un sistema de circulación lineal de agua, este tipo de red se caracteriza por ser un sistema estructurado y jerarquizado que asegura el drenaje de una Cuenca. Este sistema se puede estructurar y jerarquizar de vertientes, quebradas y ríos que permitan la libre circulación del agua dentro de una o un conjunto de cuencas hidrográficas.

La parroquia de La Asunción está rodeada de 2 ríos principales, hacia el sur se encuentra ubicado el río Rircay, mientras hacia el norte se encuentra el Río Naranjos, el mismo que limita en parte con la parroquia. Además, la parroquia se encuentra bañada por diferentes quebradas como son la de Algodón, Higuerón, Porotos y algunos drenajes de menor tamaño (GAD Parroquial de La Asunsion, 2019-2023).

Tabla 1.5: Longitud de la Red Ríos y Quebradas de la Parroquia

RÍOS	LONGITUD (M)	PORCENTAJE
Río Rircay	6.790,42	15 %
Río Naranjos	1.620,59	4 %
Quebrada Algodón	2.526,06	6 %
Quebrada Higuerón	2.827,44	6 %
Quebrada Porotos	2.704,22	6 %
Drenajes menores	29.336,71	64 %
TOTAL (m)	16.468,73	100 %

Fuente: (GAD Parroquial de La Asunsion, 2019-2023)

Elaboración: Equipo Consultor PDOT 2020

Según la tabla expuesta se puede ver que el 64% del territorio se encuentra cubierto por drenajes menores, el 18% por quebradas y el 19% por ríos.

1.5.6 Vialidad

La red vial existente en la parroquia de La Asunción es extensa ya que esta cubre en su totalidad a todas las comunidades pertenecientes a la misma. La estructuración del sistema vial está diseñada en sentido vertical, cubriendo desde la Cooperativa Lentag, atravesando la cabecera parroquial y las Nieves hasta el cantón San Fernando. Sobre este eje mencionado se puede decir que se encuentra el mayor asentamiento poblacional de la Parroquia.

La parroquia de La Asunción tiene su principal vía de acceso a través de la Troncal, Cuenca - Girón - Pasaje, que se trata de una vía estatal de conexión Sierra – Costa. Para llegar al centro parroquial contamos con distintas vías de acceso: Corazón de Lentag – Santa Rosa, por la Cooperativa Lentag – Cochaloma y por la vía Girón Chumblin – San Fernando.

Las vías que cubren la Parroquia se encuentran divididas en dos zonas, por un lado, tenemos las vías de carácter Urbano y por otro las vías de carácter rural. A nivel parroquial tenemos un total de 116.44km, que la podemos diferenciar de la siguiente manera:

Tabla 1.6: Jerarquización Vial

Jerarquía	Longitud (km)	%
Primaria	4,78	4,10
Secundaria	25,02	21,49
Locales	83,48	71,69
Urbanas	3,17	2,72
Total	116,44	100

Fuente: (GAD Parroquial de La Asunción, 2019-2023)

Elaboración: Equipo Consultor PDOT 2020

1.5.7 Geomorfología y geología

A la geología se le conoce como la ciencia que estudia y analiza la historia de la Tierra, es decir la composición, estructura y evolución de la Tierra y sus recursos naturales; mientras que la geomorfología es la que se encarga de analizar las diferentes formas de la superficie terrestre.

Tabla 1.7: Geología de la Parroquia La Asunción

FORMACIONES GEOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS	DISTRIBUCIÓN PARROQUIAL	OCUPACIÓN TERRITORIAL
Depósitos coluvio - aluviales	Corresponde a acumulaciones de limos, arcillas, arenas, gravas y bloques sobre todo en	Esta formación en el área se halla a lo largo de las quebradas Mosquera y	Ocupa el 4%, con un área de 210,35 Ha.

	pendientes fuertes entre los 40 - 70%.	Algodón, y las Quebradas de Jarchi, Higuieron y Naranjos. Así como a lo largo del río Rircay.	
Depósitos de ladera (coluvial)	Corresponde a mezclas heterogéneas de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, sin estratificación. Estas formaciones se hallan en pendientes suaves que van del 5 - 12%.	En el área se halla distribuido a lo largo de todo el territorio, generalmente en zonas de ladera con pendientes media a fuerte. Normalmente se hallan colindando con las áreas coluvio aluviales.	Ocupa el 23%, con un área de 1.251,39 Ha.
Depósitos de ladera (derrumbe)	La formación corresponde a mezclas heterogéneas de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de diverso tamaño. Ocurre sobre todo en zona de pendiente media a fuerte y en menor proporción en zonas de pendiente muy fuerte.	Ocurre en pendientes de media a fuerte. ocurre en una franja de va desde el norte a centro de la parroquia donde se hallan las comunidades Las Nieves, Lugmahuco, Asunción, Naranjito, Moisen, Rumiloma, Arozhuma,	Ocupa el 35%, con un área de 1.870,62 Ha.

		<p>Cochaloma, San José. Al sur se halla atravesada por algunas quebradas con corrientes de agua más o menos continua, como Quebrada san Isidro, Mal Paso, Ushcu Huaycu, Horda y otros drenajes menores sin nombre.</p>	
<p>Formación Saraguro</p>	<p>formación de origen volcánico a partir de rocas ígneas, con tobas piroclásticas acidas e ignimbrita dura compuesta de fragmentos de roca y fenocristales, por enfriamiento lento en el proceso de cristalización del magma.</p>	<p>Se halla distribuido a lo largo de la parroquia, como Tuncay, Corazón de Lentag, y el extremo sur de la parroquia.</p>	<p>Ocupa el 24% con un área de 1.259,45 Ha.</p>
<p>Formación Tarqui</p>	<p>La formación corresponde a tobas de roca ígnea volcánica, de consistencia porosa, formada por la acumulación de cenizas, restos volcánicos y aglomerados. Ocurre sobre todo en zonas de</p>	<p>La formación se halla concentrado en pequeños manchones desde el centro hacia el norte de la parroquia.</p>	<p>Ocupa el 5%, con un área de 246,58 Ha.</p>

	pendiente fuerte y media, y en menor frecuencia en zonas de pendiente muy fuerte.		
Grupo Ayancay	Corresponde una secuencia de Areniscas, lutitas verdes y rojas y limolitas, con escasas tobas, capas de carbón y conglomerados	Se halla en pendientes de media a escarpada y cercana a la formación Saraguro.	Ocupa el 10% con un área de 511,66 Ha.

Fuente: (GAD Parroquial de La Asuncion, 2019-2023)

Elaboración: Equipo Consultor PDOT 2020

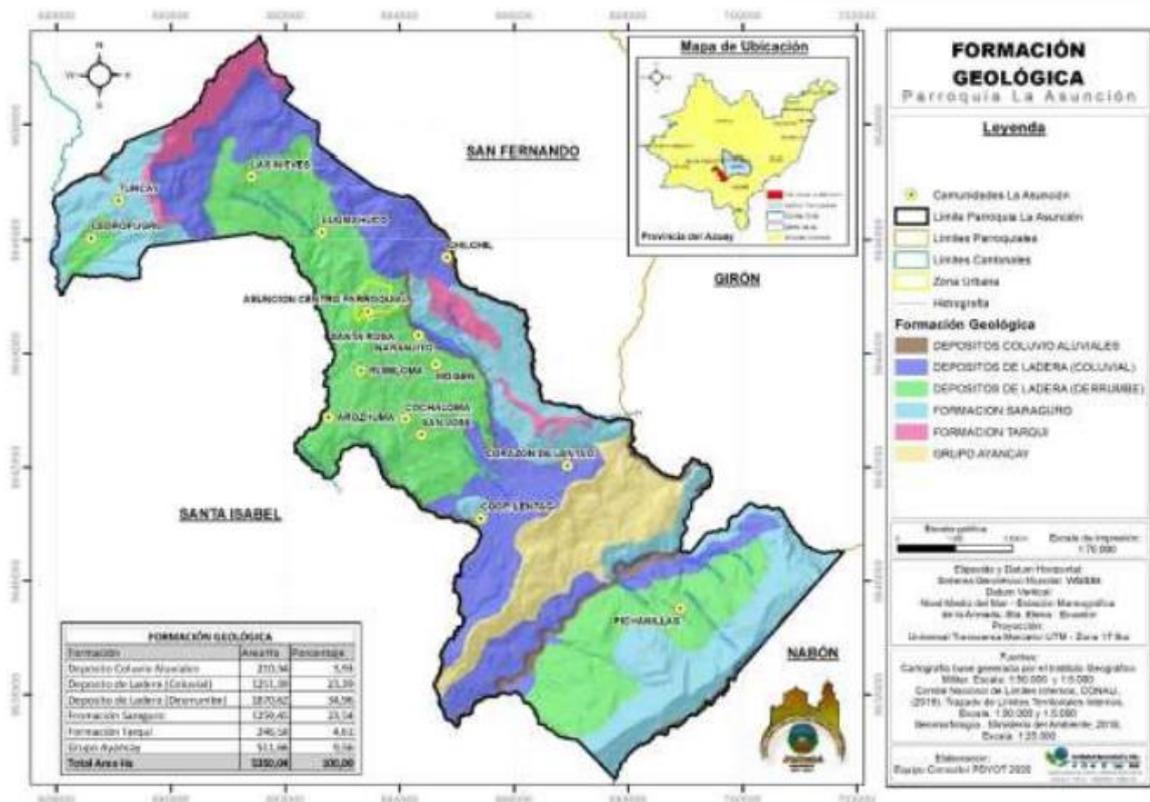


Figura 1.4: Geología de la Parroquia Asunción

Fuente: (GAD Parroquial de La Asuncion, 2019-2023)

Elaboración: Equipo Consultor PDOT 2020

Tabla 1.8: Unidades geomorfológicas de la parroquia La Asunción

RELIEVE DE LA PARROQUIA	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE DE TERRITORIO EN KM2
CORDILLERAS	Con relieves montañosos, colinas, cuestras, vertientes, cornisas y crestas.	En base al relieve de la parroquia la asunción en su mayoría está representado por un relieve tipo cordillera que abarca una superficie de territorio de 57.17 km2 que representa el 96.90% del territorio parroquial.
VALLE GALCIAR	Característico de llanuras entre montañas o alturas lagunas y llanura subglaciar.	El relieve tipo valle glaciar abarca una superficie de 1 km2 que representa el 1.69% del territorio.
VALLE TECTONICO	Característico de zonas llanas, bajas y estrechas formadas por depósitos aluviales, terrazas.	El relieve tipo valle tectónico abarca una superficie de 0.83 km2 que representa el 1.41% del territorio parroquial.

Fuente: (GAD Parroquial de La Asunsion, 2019-2023)

Elaboración: Equipo PDOTA

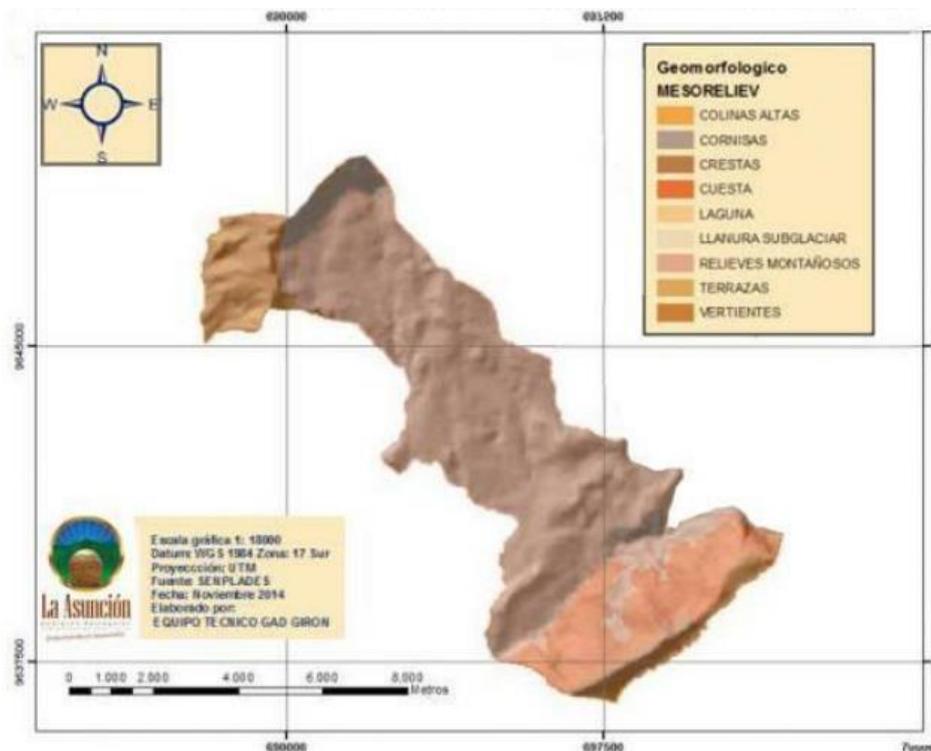


Figura 1.5: Mapa geomorfológico de la parroquia la asunción

Fuente: (GAD Parroquial de La Asunsion, 2019-2023)

Elaboración: Equipo PDOTA

1.5.8 Descripción de aspectos socio-económico

1.5.8.1 Educación

La parroquia de la Asunción cuenta con 10 establecimientoS educativos. Por lo tanto, a continuación, se indicará el nivel de escolaridad de los habitantes de la parroquia.

Tabla 1.9: Escolaridad de la parroquia La Asunción

Nivel de instrucción más alto al que asiste o asistió	Total	%
Ninguno	191	6,94
Centro de Alfabetización/(EBA)	28	1,02
Preescolar	26	0,95
Primario	1351	0,05
Secundario	378	13,74
Educación Básica	435	15,81
Bachillerato – Educación Media	152	5,53
Ciclo Postbachillerato	14	0,51
Superior	122	4,43
Postgrado	6	0,22
Se ignora	48	1,74
Total	2751	100

Fuente: INEC- Censo de Población y Vivienda – 2010.

Elaborado: Equipo Consultor

En la matriz mostrada anteriormente se puede observar que el mayor porcentaje de la población estudia o ha estudiado el nivel primario, el mismo que corresponde al 15,86% de los habitantes de La Asunción. También se aprecia que el 4,43% cubre el nivel superior, el 19,27% cubre el nivel secundario. Además, se observa un total de 191 habitantes analfabetos correspondiente a un 6,94% de los habitantes de la parroquia.

Tabla 1.10: Estudiantes que asisten a establecimientos educativos

Asentamiento	Nombre de la Institución Educativa	Número de estudiantes	Numero de docentes
Corazón de Lentag	BENIGNO JARA	101	6
Tuncay	HUMBERTO LEON POZO	28	3
Las Nieves	2 DE AGOSTO	39	3
Cochaloma	MANUEL DE LA RADA (cerrada)	0	0
Arozhuma	LUIS MANUEL CARPIO FLORES	16	1
Pichanillas	ANTONIO JOSE DE SUCRE	25	2
	ALBERTO MUÑOZ VERNAZA	134	7
Santa Rosa	30 DE AGOSTO (cerrada)	0	0
Centro Parroquial La Asunción	REMIGIO CRESPO TORAL	208	17
	CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA	12	1
Total	10 establecimientos Educativos	563	40

Fuente: (GAD Parroquial de La Asunsion, 2019-2023)

Elaborado por: Equipo Consultor

1.5.8.2 Salud

Los servicios de salud en la parroquia de La Asunción han incrementado notoriamente en los últimos años. La atención médica principal es brindada fundamentalmente el sub centro de salud ubicado en el centro parroquial y el dispensario del Seguro Social Campesino en la comunidad de Cooperativa Lentag.

La población también utiliza los servicios de salud que se brindan en el cantón Girón y los cantones aledaños de Santa Isabel y San Fernando.

1.5.8.3 Servicios Básicos

La parroquia de La Asunción cuenta con varios servicios básicos como son: luz eléctrica, agua potable, telefonía, TV cable e internet, además dispone de una red de alcantarillado.

La Asunción cuenta con alta cobertura de agua potable (92,64%) y de energía eléctrica (97,88%); aunque la cobertura de desechos sólidos alcanza sólo al 69,05% de la parroquia. Por otro lado, la cobertura en alcantarillado es sólo de un 33,82%, por lo que se hace necesario tomar medidas al respecto para mejorar el sistema de alcantarillados que permita una correcta evacuación de las aguas lluvias y de las aguas residuales provenientes de la actividad humana e industrial que pueden ocasionar inconvenientes en la salud y el medio ambiente (GAD Parroquial de La Asunción, 2019-2023).

1.5.8.4 Producción Agrícola y Ganadera

La agricultura y ganadería en la parroquia constituyen el 53,14% de la PEA del GAD, De esta manera la producción agrícola y ganadera son un soporte económico para la parroquia, pero a su vez también puede constituir un factor de sesgo que no permita el desarrollo económico y académico de sus habitantes.

En la parroquia la Asunción un total aproximadamente el 13% del suelo es usado para cultivo ya sean estas perennes o transitorias, dadas las condiciones del clima húmedo y templado, así como las características de sus suelos. Está la producción primaria de productos agrícolas, destacándose el banano, naranja, limón, guabas, tomate riñón, también la ganadería y leche, con gran capacidad manufacturera (GAD Parroquial de La Asunción, 2019-2023).

1.5.8.5 Turismo

El turismo en la Parroquia de la Asunción está vinculado principalmente por las características físicas y culturales. Como se mencionó anteriormente la parroquia cuenta con vías nuevas de acceso. Además, cuenta con una infraestructura ideal para acoger a los visitantes, contando con hosterías y balnearios a sus alrededores.

La parroquia a su vez cuenta con atractivos naturales y culturales identificados con potencialidad turística como la Fiesta de la Virgen de la Asunción, los Petroglifos, lugares

de elaboración de miel de caña y de panela, el Valle de Lentag, la Laguna de Corazón de Lentag y otros atractivos geográficos que permitirían también el desarrollo de un turismo deportivo (GAD Parroquial de La Asunsion, 2019-2023).

1.5.9 Levantamiento de encuestas a usuarios

El levantamiento de la información se realizó conjuntamente con el presidente Sr. Mauricio Cajamarca y el operador el Sr. Henry Torres de la junta de agua potable de la parroquia La Asunción, se consultó sobre el mejor día para tener una mayor cantidad de personas que nos ayuden con las encuestas, por lo que la actividad fue realizada los días miércoles y domingo, debido a que, están presentes la mayoría de los usuarios del sistema.

La información fue tomada en los formularios previamente establecidos.

1.5.9.1 Modelo de encuesta

El tipo de encuesta que se utilizó para el levantamiento de la información fue realizado por los autores de la tesis y en ella contenía la información requerida para realizar este tipo de estudio, la encuesta realizada se le anexara al final de la tesis.

Para obtener una información más sustentable se calculó la cantidad de encuestas requeridas para obtener una muestra representativa de todos los usuarios del sistema de agua, en total se realizaron 62 encuestas que fueron consumadas aleatoriamente por los usuarios.

1.5.9.2 Procesamiento de la información

La información que se obtuvo a través de las encuestas realizadas en campo a los usuarios del sistema se tabuló en una hoja de Excel, donde se realizó un conteo de las diferentes opciones señaladas por las personas a las que realizó la encuesta y luego se representó de manera gráfica para poder interpretar los resultados.

1.5.9.3 Cuadros de resultados

Cuadros tabulados con la información de las encuestas:

La ubicación de los usuarios encuestados se encuentra en el (ANEXO 1.3)

Tabla 1.11: Muestra el formato de tabla utilizado para ubicar a los usuarios encuestados. La tabla completa está en el (ANEXO 1.3)

Cantón	Parroquia	Comunidad	Nombres	N- Medidor
Girón	La Asunción	C.PARROQUIAL	ABRIL BELTRAN PAULINO ELADIO	06-043554
Girón	La Asunción	C.PARROQUIAL	AGUAIS REINOSO BLANCA LORGIA	06-064686
Girón	La Asunción	C.PARROQUIAL	ALVAREZ ALVAREZ ENRIQUE GABRIEL	004981

Elaboración: Propia

1- ¿CÓMO CONSIDERA QUE ES EL SERVICIO DE AGUA POTABLE?

Tabla 1.12: Resultados del nivel de servicio que brinda la junta de agua potable de La parroquia La Asunción

	#	%	
Bueno.	50	81%	
Regular.	12	19%	
Malo.	0	0%	

Elaboración: Propia.

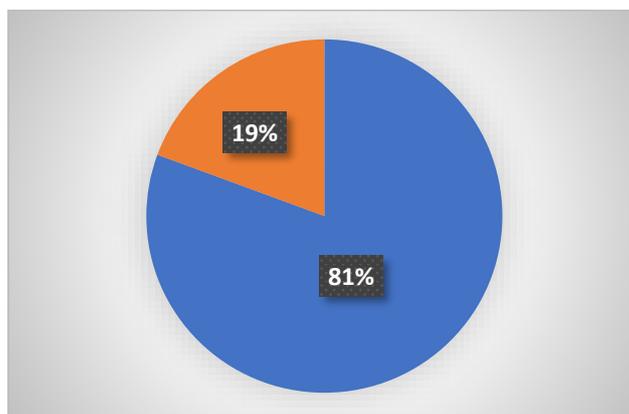


Figura 1.6: Representación de pastel de la tabla 1.12

Elaboración: Propia.

El nivel de servicio que predomina según sus usuarios es bueno, teniendo excelentes opiniones sobre la calidad del mismo.

2- ¿USTED CONSIDERA QUE EL AGUA QUE LLEGA A SU VIVIENDA ES APTA PARA EL CONSUMO HUMANO?

Tabla 1.13: Resultados de la opinión de la calidad de agua para el consumo humano que brinda la junta de agua potable de La parroquia La Asunción

	#	%
SI	58	94%
NO	4	6%

Elaboración: Propia.

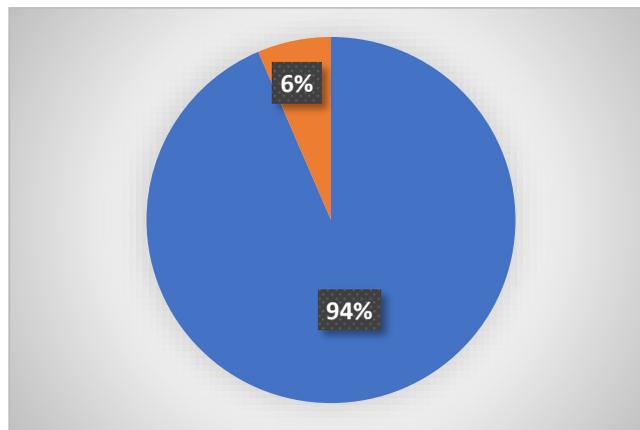


Figura 1.7: Representación de pastel de la tabla 1.13

Elaboración: Propia.

La calidad de agua que ofrece el servicio es buena, ya que un 94% de las personas encuestadas opinaba que el agua puede ser consumida por sus usuarios.

3- ¿EXISTEN PROBLEMAS DE ESCASEZ DE AGUA EN SU VIVIENDA?

Tabla 1.14: Resultados de escasez de agua en la parroquia La Asunción

	#	%
Durante todo el año.	50	81%
En época de verano.	12	19%
Nunca	0	0%

Elaboración: Propia.

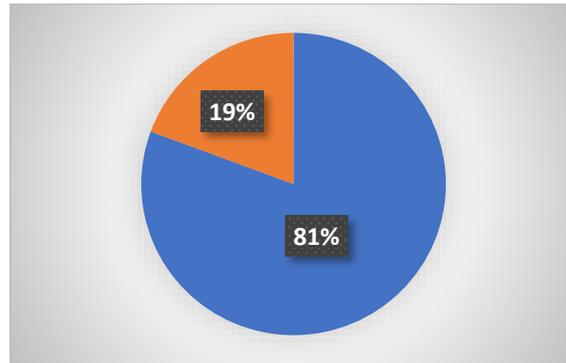


Figura 1.8: Representación de pastel de la tabla 1.14

Elaboración: Propia.

La escasez de agua es uno de los problemas por los que se está desarrollando este rediseño de la red de agua, los resultados obtenidos nos dicen que la escasez de agua se produce en épocas de verano a un 20 % de la población.

4- ¿CON QUE FRECUENCIA EXPERIMENTA CORTES EN EL SERVICIO DE AGUA POTABLE?

Tabla 1.15: Frecuencia con la que sus usuarios sufren cortes de agua

	#	%	
Diario	0	0%	Blue bar
Frecuentemente	62	100%	Orange bar
Nunca	0	0%	Yellow bar

Elaboración: Propia.

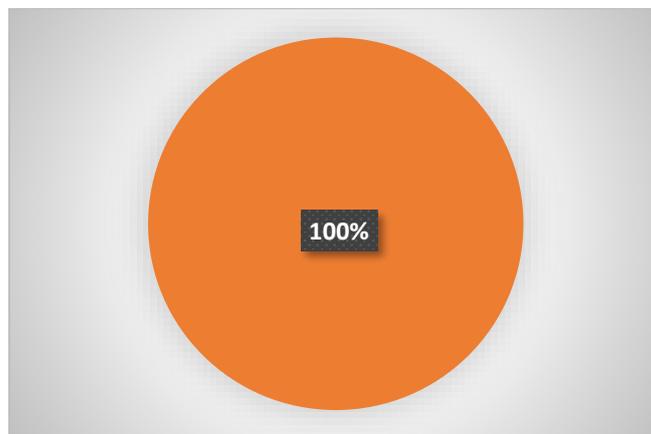


Figura 1.9: Representación de pastel de la tabla 1.16

Elaboración: Propia.

Los problemas más frecuentes en la red de distribución de agua es la ruptura de sus tuberías, por este motivo las personas encuestadas comentaban que los cortes de agua se dan con una frecuencia de 4 veces por año aproximadamente.

5- ¿ESTÁ DE ACUERDO CON LA TARIFA DE PAGO QUE OFRECE LA JUNTA?

Tabla 1.16: Conformidad con la tarifa brindada por la junta de agua

	#	%	
SI	61	98%	
NO	1	2%	

Elaboración: Propia.

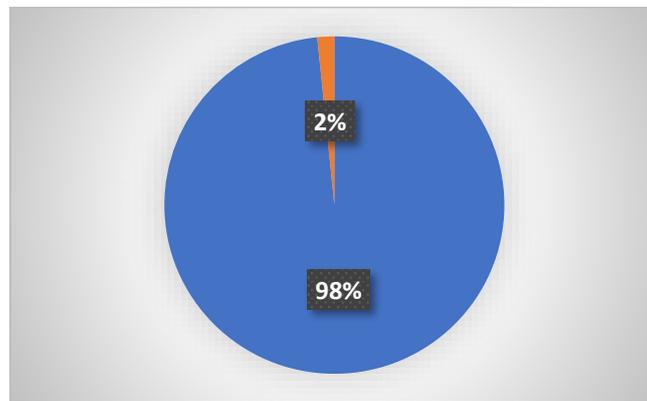


Figura 1.10: Representación de pastel de la tabla 1.17

Elaboración: Propia.

La tarifa que brinda la junta de agua es muy accesible para sus usuarios, debido a que su costo es de 2 dólares americanos por 20 m³ de agua.

6- ¿TIENE ALGÚN COMENTARIO O RECOMENDACIÓN PARA MEJORAR EL SERVICIO?

Tabla 1.17: Recomendaciones y opiniones de las diferentes mejoras que se pueden hacer en el sistema.

	#	%	
No	39	63%	
Cambiar la matriz, ya cumplió con su vida útil.	10	16%	
Mejorar el tratamiento del agua	5	8%	

Tarifa determinada para usuarios con piscinas	1	2%	
Aumentar el número de usuarios en corazari	1	2%	
Aumentar el número de operadores para mejorar el servicio cuando existan cortes por rupturas de la matriz	2	3%	
Falta de presión cuando la mayoría de los usuarios utiliza el servicio	3	5%	
Ampliación del tanque de captación	1	2%	

Elaboración: Propia.

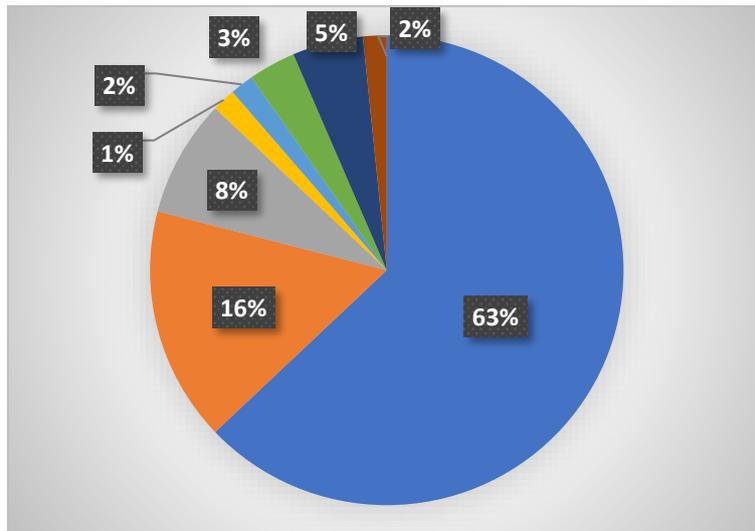


Figura 1.11: Representación de pastel de la tabla 1.18

Elaboración: Propia.

CAPÍTULO II: EVALUACIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE DE AGUA POTABLE

2.1 Problemas causados por el deterioro del sistema

El deterioro del sistema de agua potable de la parroquia La Asunción se ha venido reflejando en los últimos años, debido a que, los cortes de agua por motivos de ruptura de la tubería se han dado con más frecuencia en los últimos años, el problema también se ha manifestado en las encuestas, donde los usuarios del sistema recomiendan un cambio total de la red de conducción y distribución.

2.1.1 Vida útil del sistema de agua potable

De acuerdo a lo establecido por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 1997) en el CÓDIGO DE PRACTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL: "las obras civiles de los sistemas de agua potable o disposición de residuos líquidos, se diseñarán para un período de 20 años"

Sus diferentes accesorios se utilizarán de acuerdo a su vida útil que este registrada en el su catálogo de uso. Para adoptar por un periodo de diseño diferente se deberá tener la respectiva justificación, sin embargo, en ningún caso la población futura excederá a 1,35 veces la población presente.

2.1.2 Calidad de los materiales

Los materiales utilizados para la construcción de la red de agua potable deberán garantizar la durabilidad y el correcto funcionamiento a las condiciones climáticas que está expuesta la parroquia de La Asunción.

El sistema de la red de agua actual de la parroquia fue construido con la disponibilidad de materiales y mano de obra existente dentro de la localidad y accesibilidad que tenían los moradores del sector.

Se verificó en campo que el sistema de conducción o transporte de agua desde la captación hasta los diferentes tanques de almacenamiento y los medidores de las viviendas fue construido con tubería de Poli Cloruro de Vinil (PVC), los cuales se ubican a nivel superficial en varios tramos.

La calidad de los medidores utilizados en las viviendas para el control del uso del agua varía según el propietario del mismo.

2.2 Estado de la red de conducción y distribución de la red de agua potable

Al momento de realizar el estudio no se contó ningún tipo de catastro o documento escrito que explicara la configuración del sistema, por lo que se tuvo que realizar un levantamiento de la información desde cero. Además, no se tiene certeza sobre la antigüedad y características de toda la red de conducción y distribución del sistema, de acuerdo a la información proporcionada por los directivos de la junta y los primeros usuarios del sistema, las tuberías que componen la red de distribución de agua y sus accesorios están en uso aproximadamente 20 años, provocando las deficiencias en el servicio como las fugas y las reducciones de presión. Además de la obsolescencia, el sistema ha venido siendo afectado por hechos naturales, como son hundimientos en el suelo y desbordamiento de fuentes hídricas.

2.2.1 Diámetros de la tubería

El sistema de distribución de agua o red de distribución existente en la parroquia está constituido por tuberías de diferentes diámetros que transportan el agua potabilizada.

Los distintos diámetros de tubería utilizados en la red están distribuidos a lo largo del sistema, la representación gráfica de la ubicación y longitud de la tubería será presentada en anexos como planos de la red (ANEXO 1.2).

Tabla 2.1: Diámetros y longitudes de la tubería del sistema de agua potable de la parroquia La Asunción

DIAMETRO EXTERNO	DIAMETRO INTERNO (mm)	LONGITUD (m)
4 in	108,7	1994
2 in	55,7	4264
50 mm	43,7	947
40 mm	38,1	1104
32 mm	30,2	6683
25 mm	23,6	3899
21 mm	21	13183

Elaboración: Propia.

2.2.2 Material de la tubería y sus accesorios

La tubería y los accesorios de la red de conducción y distribución del sistema de agua potable fue diseñado con Policloruro de Vinilo (PVC), este tipo de tubería está diseñada para transportar agua para el consumo humano a presión, su fabricación está diseñada

para ser unida con cemento solvente o de manera roscable. Los tubos que son unidos por pegamento solvente vienen con sus extremos lisos y sus accesorios con campanas, este sistema desarrolla una mayor resistencia en un menor tiempo.

La tubería fabricada con policloruro de vinilo (PVC) garantiza la calidad de agua a lo largo de su distribución, su vida útil estimada es de aproximadamente 50 años, teniendo en cuenta que no ejerce los controles de instalación y aspectos que afecten directamente su desempeño.

De igual manera los accesorios para la unión de la tubería son de material PVC, teniendo en cuenta que la tubería utilizada es de extremos lisos y extremos roscables, las diferentes uniones utilizadas a lo largo de la tubería vienen representadas por sus especificaciones técnicas dependiendo de su tamaño, proveniencia y uso.

Ventajas de usar tubería PVC según el manual técnico de (PAVCO, 2022)

- Reducción de las pérdidas por presión
- Facilidad de instalación
- Resistencia a la corrosión
- Inmune a efectos galvánicos o electrolíticos

Tubería y accesorios de la red de agua potable



Figura 2.1: Tubería de policloruro de vinilo (PVC)

Fuente: (PAVCO, 2022)



Figura 2.2: Tees Reducidas de policloruro de vinilo (PVC)

Fuente: (PAVCO, 2022)



Figura 2.3: Tees de policloruro de vinilo (PVC)

Fuente: (PAVCO, 2022)



Figura 2.4: Codos 90 ° de policloruro de vinilo (PVC)

Fuente: (PAVCO, 2022)



Figura 2.5: Codos 45 ° de policloruro de vinilo (PVC)

Fuente: (PAVCO, 2022)



Figura 2.6: Uniones pagables de policloruro de vinilo (PVC)

Fuente: (PAVCO, 2022)



Figura 2.7: Uniones roscables de policloruro de vinilo (PVC)

Fuente: (PAVCO, 2022)



Figura 2.8: Tapones roscados de policloruro de vinilo (PVC)

Fuente: (PAVCO, 2022)



Figura 2.9: Bujes soldados de policloruro de vinilo (PVC)

Fuente: (PAVCO, 2022)

2.3 Análisis del sistema de tratamiento del agua

La junta de agua potable de la parroquia la Asunción cuenta con un sistema de agua potable con un caudal captado en la vertiente Lugmahuco, la misma que es desinfectada con una solución de hipoclorito de sodio.

2.3.1 Calidad del agua cruda.

El agua cruda es el agua que se encuentra en la naturaleza y no ha sido tratada para ser apta para el consumo humano. En el agua cruda captada de ríos es importante realizar todos los análisis de calidad, ya que un río tiene más probabilidad de ser contaminado por las poblaciones que se encuentran aguas arriba.

Los análisis determinan las concentraciones de elementos químicos y bacteriológicos presentes en el agua cruda. Algunos elementos químicos, en concentraciones superiores a las permitidas, son tóxicos para el ser humano y provocan que la fuente de agua sea descartada. En la norma para zonas rurales no se habla acerca de la calidad del agua cruda, sin embargo, se utilizarán los parámetros del agua cruda presentados para poblaciones mayores a 1000 habitantes (Senagua, 2012).

Tabla 2.2: Compuestos para la calidad de agua cruda

Descripción	Sustancias	Concentración Máxima Aceptable, mg/l
Compuestos que afectan la potabilidad	Sólidos totales	1500
	Hierro	50
	Manganeso	5
	Cobre	1.5
	Zinc	1.5
	Magnesio + sulfato de sodio	1000
	Sulfato de alquilbencilo	0.5
Compuestos peligrosos para la salud	Nitratos	4.5
	Fluoruros	1.5
Compuestos tóxicos indeseables, si tiene concentraciones más altas que las permitidas la fuente se rechaza	Compuestos fenólicos	0.002
	Arsénico	0.05
	Cadmio	0.01
	Cromo hexavalente	0.05
	Cianuros	0.2
	Plomo	0.05
	Selenio	0.01
	Radionúclidos (actividad beta total)	1Bq/l
	Demanda bioquímica de oxígeno	6
	Nitrógeno total (excluido NO ³)	10
	Amoniaco	1
	Extracto columna de carbón	0.5

Compuestos químicos indicadores de contaminación	Cloroformo	0.5
	Grasas y aceites	0.01
	Contaminantes Orgánicos	1

Fuente: (Senagua, 2012)

Tabla 2.3: Calidad bacteriológica

Clasificación	NMP/100 ml DE BACTERIAS COLIFORMES (*)
a) Existe tratamiento de desinfección	0-50
b) Exige métodos convencionales de tratamiento	50-5000
c) Contaminación intensa que obliga a tratamientos más activos	5000-50000
d) Contaminación muy intensa que hace inaceptable el agua a menos que se recurra a tratamientos especiales: Estas fuentes se utilizarán solo en casos extremos	más de 50000

Fuente: (Senagua, 2012)

2.3.2 Caracterización del agua a la entrada

El control de la calidad de agua en la captación está definido como: “Establecer los límites de concentración de elementos y compuestos en el agua potable, de manera que ésta sea apta para consumo doméstico. Los valores corresponden a aquellos estipulados en la NTE INEN 1 108 sobre "Agua Potable. Requisitos", por ser ella de carácter obligatorio. Los valores para los parámetros no considerados en la NTE INEN mencionada han sido tomados de la Norma de la SSA para Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Disposición de Residuos Líquidos, para poblaciones con más de 1 000 habitantes” (SENAGUA, NORMA ECUATORIANA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE, 2018).

A continuación, se especificarán los diferentes parámetros de la NTE INEN 1108, Quinta revisión 2014-01 “AGUA POTABLE. REQUISITOS”, los mismos que deberán ser evaluados para el control de calidad del agua.

Parámetros I

La clasificación de los parámetros I, están estipulados en la tabla 4.1 de la Quinta revisión 2014-01 “AGUA POTABLE. REQUISITOS” que indica NTE INEN 1108

Tabla 2.4: Parámetros I

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE DESEABLE	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Turbiedad	NTU	5	20
Cloro residual	mg/l	0.5	0.3 - 1.0
Ph	U	7 - 8.5	6.5 - 9.5

Fuente: (SENAGUA, NORMA ECUATORIANA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE, 2018)

Parámetros II

La clasificación de los parámetros I, están estipulados en la tabla 4.2 de la Quinta revisión 2014-01 “AGUA POTABLE. REQUISITOS” que indica NTE INEN 1108

Tabla 2.5: Parámetros II

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE DESEABLE	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Coliformes totales	NPM/100 ml	Ausencia	Ausencia
Color	Pt-Co	5	30
Olor		Ausencia	Ausencia
Sabor		Inobjetable	Inobjetable

Fuente: (SENAGUA, NORMA ECUATORIANA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE, 2018)

Parámetros III

La clasificación de los parámetros I, están estipulados en la tabla 4.3 de la Quinta revisión 2014-01 “AGUA POTABLE. REQUISITOS” que indica NTE INEN 1108

Tabla 2.6: Parámetros III

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITE DESEABLE	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Dureza	mg/lCaCO ₃	120	300
Sólidos totales disueltos	mg/l	500	1000
Hierro	mg/l	0.2	0.5
Manganeso	mg/l	0.05	0.3
Nitratos	mg/lNO ₃	10	40
Sulfatos	mg/l	50	400
Fluoruros		tabla 4.4	tabla 4.4

Fuente: (SENAGUA, NORMA ECUATORIANA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE, 2018)

Los parámetros descritos anteriormente deberán evaluarse constantemente en la red como en la captación, verificando que la calidad de agua del sistema no sobrepase los límites que están especificados.

La información brindada por la junta de agua potable de la parroquia La Asunción sobre la calidad de agua que es captada para el sistema fue obtenida a través de la toma de muestras y enviadas al laboratorio del GAD Municipal del cantón Girón (ANEXO 2.1).

Tabla 2.7: Informe de análisis de calidad del agua cruda utilizada para el sistema de agua potable de La Asunción

INFORME DE ANÁLISIS DE CALIDAD		
Dirigido a:	Ing. Juan Carlos Pizarro <i>Director de Servicios Públicos</i>	Código: CIG 51-17
Muestra entregada por:	Ing. Yasmín Valdéz	Fecha de recepción: 27/06/17
Procedencia:	La Asunción	
Tipo de muestra:	Agua de quebrada	Fecha de reporte: 29/06/17
Lugar de muestreo:	Entrada a Purblo Viejo	
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO
Coliformes totales	UFC/100 ml	> 10000
Coliformes fecales	UFC/100 ml	> 10000

Fuente: Laboratorio del GAD Municipal del cantón Girón.

2.3.3 Caracterización del agua a la salida del sistema

De igual manera se realizó un análisis de la calidad de agua que salía para el consumo humano, la muestra de agua para este análisis se tomó en un punto de la red de distribución (ANEXO 2.1).

Tabla 2.8: Informe de análisis de calidad del agua potable

INFORMES DE ANÁLISIS DE CALIDAD		
Dirigido a:	Ing Juan Carlos Pizarro Coordinador de servicios públicos	Código: CIG 51-17
Muestra entregada por:	Sr Yodolfo Quesada	Fecha de recepción: 21/06/17
Procedencia:	Sistemas periféricos	

Tipo de muestra:	Agua para consumo humano	Fecha de reporte: 23/06/17
Lugar de muestreo:	Red del sistema	
PARÁMETROS	UNIDAD	La Asunción
Coliformes totales	UFC/100 ml	0,00E+00
Coliformes fecales	UFC/100 ml	0,00E+00
Turbiedad	NTU	0.38
Color	UC	0
pH		7.01
Cloro libre residual	mg/l	0.8

Fuente: Laboratorio del GAD Municipal del cantón Girón.

2.3.4 Comparación de resultados

Los resultados del análisis de la calidad de agua de la vertiente Lugmahuco contiene una cantidad de coliformes totales y coliformes fecales mayor a los 10000 UFC/100 ml, mientras que el agua que es utilizada para el consumo humano, después de tener su tratamiento mediante clorid no da que su composición de coliformes totales y coliformes fecales es de 0 UFC/100 ml, teniendo una turbiedad de 0.38 NTU y un pH de 7.01.

2.3.5 Tratamiento de desinfección

En la mayoría de los casos, el agua que proviene de una vertiente lo único que necesita es ser desinfectada para estar libre de organismos patógenos y así ser consumida por las personas. Sin embargo, se deben realizar todos los estudios de calidad del agua y determinar si verdaderamente cumple con los requisitos de un agua cruda que necesita ser solo desinfectada, ya que puede el agua tener una apariencia clara y aun así estar contaminada.

El desinfectante además de eliminar microorganismos también debe tener un efecto residual, con esto se asegura que cualquier contaminante que ingrese en la red de distribución pueda ser eliminado (Aguirre, 2015).

La desinfección del agua puede ser por medio de desinfectantes químicos o físicos, a continuación, se dan algunos ejemplos:

Formas de desinfectar el agua:

- Desinfección por rayos ultravioletas
- Desinfección por medio de ozono
- Desinfección por medio del cloro

(Lopez, 1995).

El cloro es el desinfectante mayoritariamente utilizado en el mundo, especialmente en zonas rurales. Las principales características del cloro son: potencia germicida, efecto residual, dosificación fácil y sencilla, económico, sustancia fácil de conseguir. En el Ecuador, el cloro se lo puede encontrar en forma de tabletas o granos y también en forma líquida.

El hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, se lo encuentra en forma de tabletas o granos, es corrosivo. Tiene del 60 al 70% de cloro activo.

El hipoclorito de sodio NaClO , es una solución líquida corrosiva, con cloro activo del 1 al 15%.

2.3.6 Desinfección por medio del equipo CLORID

La empresa Clorid creada en 1989, en Ecuador, se dedica a la comercialización de equipos capaces de potabilizar el agua que se consume en comunidades rurales y en ciudades. Los equipos Clorid para crear el hipoclorito de sodio, que es el desinfectante del agua, necesitan de tres componentes: agua, sal y electricidad. La concentración de cloro que generan los equipos de L-30 es de 12.5 g/l, para lo cual necesitan 30 litros de agua, 1 kg de sal y electricidad con voltaje de 110 (CLORID, 2022).



Figura 2.12: Equipo Clorid

FUENTE: (CLORID, 2022)

2.3.7 Proceso de desinfección del sistema de agua potable de la parroquia La Asunción

El sistema de agua potable de La Asunción recibe como tratamiento único del agua cruda una desinfección con cloro líquido. El proceso de desinfección se realiza en una caseta de cloración que se encuentra en medio de la captación y el primer tanque de almacenamiento, a una distancia de 4 metros de cada uno.

Para el proceso de desinfección el agua cruda es conducida a través de dos tanques, en el primer tanque el agua es filtrada por medio de una malla y en el segundo tanque se aplica el cloro en solución líquida para que de esta manera el equipo Colorid L 90 se encargue de crear la solución de cloro necesaria para su desinfección.

Este proceso es realizado por el operador del sistema, el mismo que se encarga de realizar el traslado de la sal a la planta de tratamiento para que el equipo Clorid L90 realice el proceso químico y genere el cloro líquido que servirá para la desinfección del agua.



Figura 2.14: Equipo Clorid del sistema de La Asunción

Elaboración: Propia

CAPITULO III: REDISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

3.1 Fuentes de abastecimiento de agua

La fuente de abastecimiento de agua que se utilice para una comunidad, debe cumplir con los requisitos mínimos cantidad y calidad que se piden en la norma. Existen distintos tipos de fuentes.

3.1.1 Tipos de fuentes de agua

- a) Aguas subterráneas
 - Pozos someros
 - Pozos profundos
 - Vertientes o manantiales
- b) Aguas superficiales
 - Lagos
 - Embalses
 - Quebradas
 - Lagunas

3.1.2 Aforamiento de caudales

Aforar es medir el caudal de una fuente de agua. Los métodos de medición pueden ser directos o indirectos. En los indirectos se encuentra una variable, como por ejemplo la altura y con ese dato luego se obtiene el caudal. El método que se use para medir el caudal depende de la localización de la fuente y como es geológicamente, hay ocasiones en las que métodos que son pensados para agua superficial de ríos o quebradas pueden funcionar en vertientes de agua subterráneas.

a) Método de flotadores

Se mide y dibuja una sección del canal o río por dónde va el agua. Luego, con la ayuda de algún flotador, una botella a medio llenar, se calcula el tiempo que tarda en ir de un lugar a otro, esto dividido para el tiempo; da como resultado una velocidad aproximada a la real que tiene el flujo de agua. Al final se obtiene el caudal con la siguiente fórmula.

$$Q = v * A$$

- $v =$ velocidad (m/s)
- $A =$ área del canal o río (m)

b) Método volumétrico

Es útil en fuentes de abastecimiento que brindan caudales pequeños. Se puede calcular el caudal con un balde de volumen conocido y un cronometro para medir el tiempo que tarda en llenarse el balde.

$$Q = \frac{V}{t}$$

- $V =$ volumen (m³)
- $t =$ tiempo (s)

3.2 Captación

La captación es una estructura construida para recoger el agua que viene desde una fuente hídrica. La estructura que se utilice para captar el agua va a depender del tipo de fuente, esta puede ser superficial o subterránea, también dependerá de la topografía donde se encuentra la fuente y la textura del suelo.

El dimensionamiento de estas estructuras se hace en base a las ecuaciones de continuidad y Bernoulli que se verán más adelante.

3.2.1 Tipos de captaciones en vertientes

a) Captación de vertiente de fondo y concentrado

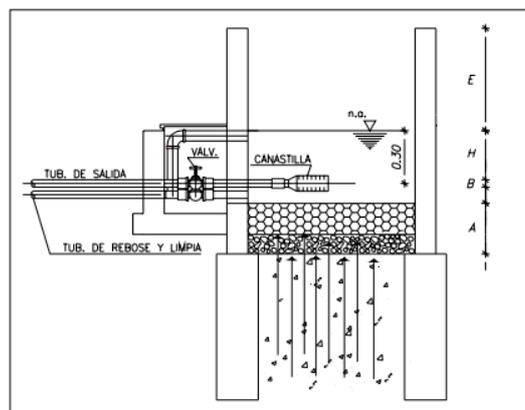


Figura 3.1: Vertiente de fondo y concentrado

Fuente: (Agüero, 2004)

b) Captación de vertiente de ladera

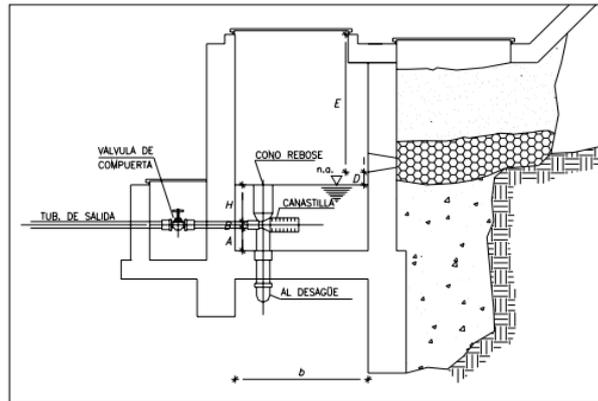


Figura 3.2: Vertiendo de Ladera

Fuente: (Agüero, 2004)

3.2.2 Caudal mínimo requerido

Las fuentes de abastecimiento de agua deben garantizar un caudal superior al caudal de diseño a lo largo de todo el año. La fuente de abastecimiento deberá tener un caudal mínimo de 2 veces el caudal máximo diario futuro calculado. El caudal mínimo de la fuente se determinará por un método debidamente justificado y aprobado por la fiscalización (Senagua, 2012).

$$Q_{fa} = 2 * QMD$$

- QMD = caudal máximo diario (l/s)

3.2.3 Sistema de captación de la red de agua de la parroquia de La Asunción

La estructura de captación consta de dos vertederos triangulares que derivan el agua a un sistema de riego y a un sistema de agua potable. La captación está ubicada en la comunidad de Lugmahuco, en las coordenadas 9646286.99 N y 693074 E a una altura de 2268.8 m.s.n.m.

Mediante el informe técnico presentado por el GAD municipal del cantón Girón a la junta de agua de la parroquia La Asunción el sistema de agua cuenta con un caudal captado en la vertiente Lugmahuco que varía entre 5.5 y 7.5 litros sobre segundo (ANEXO 3.6). Lo cual concuerda con los valores aforados por los estudiantes en las mostradas.

Tabla 3.1: Ubicación, fecha y caudal aforado en la captación por parte de los estudiantes

Ubicación		Fecha	Caudal Aforado (l/s)
Norte	Este	03/03/2022	7.35
9646286.99	693074	09/03/2022	7.5

Elaboración: Propia



Figura 3.5: Estructura de captación

Elaboración: Propia

3.3 Tanques de almacenamiento

3.3.1 Función de un tanque de almacenamiento

La demanda de consumo durante un día no es igual. Existen horas en que las personas consumen más cantidad de agua. La función de un tanque de almacenamiento es compensar estas variaciones de consumo a lo largo de un día, almacenando agua cuando la demanda es menor al caudal que entra al tanque y cuando la demanda es mayor equilibrando este déficit con el agua almacenada anteriormente (Lopez, 1995).

3.3.2 Tipos de tanques de distribución

a) Tanques elevados

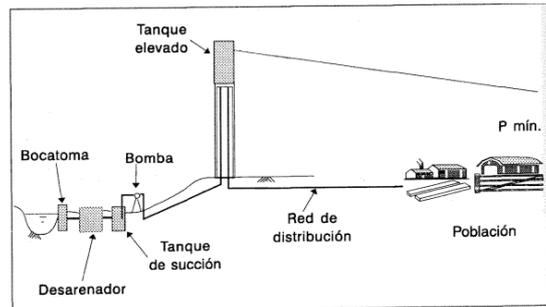


Figura 3.8: Tanques elevados

Fuente: (Lopez, 1995)

b) Tanques enterrados o semienterrados

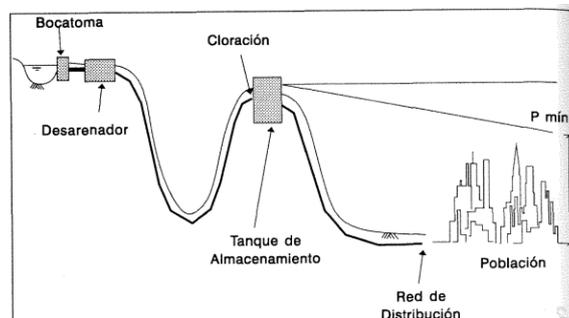


Figura 3.9: Tanques enterrados

Fuente: (Lopez, 1995)

c) Tanques de compensación

Tienen la función de almacenar el agua cuando exista una demanda baja y compensar cuando haya una demanda alta.

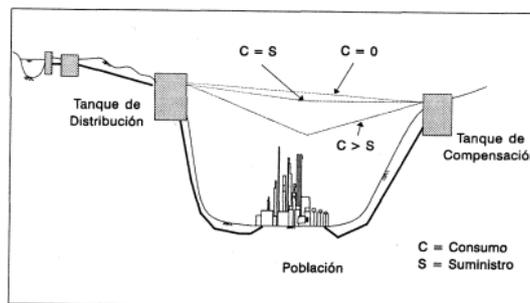


Figura 3.10: Tanques de compensación

Fuente: (Lopez, 1995)

Lo que determina si se utilizará un tipo de tanque u otro son las condiciones de presión que se quiera brindar aguas abajo y la localización. En las localidades rurales de la sierra ecuatoriana en la mayoría de los casos no se requieren de tanques elevados, sino se utilizan tanques que se encuentran enterrados o semienterrados. En los tanque enterrados o semienterrados se debe asegurar que el nivel freático se encuentre a una profundidad mínima de 50 cm desde la cota del fondo del tanque (Aguirre, 2015).

El volumen de un tanque de almacenamiento debe ser de:

$$V_a = 0.5 * Q_m * 86.4$$

- V_a = volumen de almacenamiento (m³)
- Q_{md} = caudal medio diario (l/s)

En ninguno de los casos el almacenamiento de agua será menor a 10 m³ (Senagua, 2012).

3.3.3 Partes de un tanque de almacenamiento

Distribución de las llaves y tuberías de un tanque de almacenamiento.

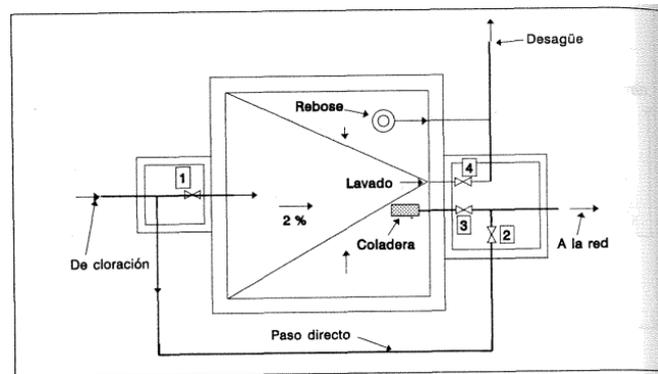


Figura 3.11: Vista en planta

Fuente: (Lopez, 1995)

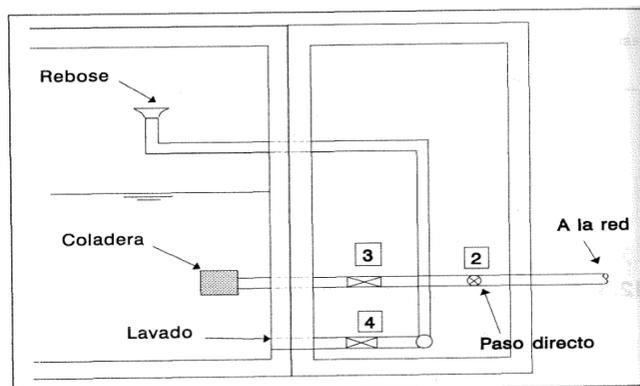


Figura 3.12: Visita de perfil

Fuente: (Lopez, 1995)

La capacidad del tanque de distribución o el dimensionamiento se lo puede hacer con la fórmula para comunidades rurales, pero también se puede aplicar un análisis de la curva de consumo y suministro donde se requieren los registros de consumos horarios de un día, en un periodo de un año. Si no se cuenta con los registros se pueden utilizar registros de poblaciones similares.

3.3.4 Sistema de almacenamiento de la red de agua potable de la parroquia La Asunción

El sistema de agua potable cuenta con 5 tanques de almacenamiento construidos en hormigón armado, cuatro de ellos están construidos de forma circular y uno de forma rectangular.



Figura 3.13: Tanques circulares

Elaboración: Propia



Figura 3.14: Tanques cuadrados

gElaboración: Propia

Tabla 3.2: Ubicación, geometría y capacidad de los tanques de almacenamiento

N# Tanque de almacenamiento	Coordenadas		Elevación (m)	Geometría	Capacidad de almacenamiento (m ³)
	Norte	Este			
Tanque_ Sistema 1	9646286.99	693074	2271.47	Circular	30
Tanque_ Sistema 2	9644181.567	693399.21	2067	Circular	20
Tanque_ Sistema 3	9642809.71	692976.16	1885.85	Circular	20
Tanque_ Sistema 4	9641475.057	693430.48	1726.48	Circular	20
Tanque_ Sistema 5	9641721.256	693537.94	1714.51	Rectangular	16

Elaboración: Propia

3.3.5 Distribución

3.3.5.1 Red de distribución

Es el conjunto de tuberías y accesorios que permite distribuir el agua desde el tanque de almacenamiento hasta los usuarios. La red debe proveer la presión, cantidad y calidad suficiente. Las redes de distribución se dividen en: redes principales, son aquellas con diámetros mayores, y redes secundarias y terciarias que se usan para distribuir el agua a los domicilios (Aguirre, 2015).

3.3.5.2 Tipos de redes

a) Redes ramificadas

Las tuberías ramificadas o abiertas son un tipo de redes que tienen una tubería principal que se va ramificando. Se utiliza bastante en poblaciones que se encuentran de manera dispersa. Una ventaja económica de este tipo de redes es que cada nudo es abastecido por una sola tubería, sin embargo, una desventaja es que cuando existen fallas en la red principal todo el sistema se queda sin agua (Aguirre, 2015).

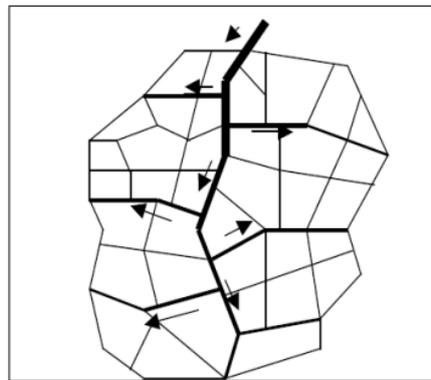


Figura 3.15: Redes ramificadas

Fuente: INGENIERÍA SANITARIA

b) Redes malladas

Son redes que se encuentran en forma de circuitos. Entre sus principales ventajas esta que existe una mayor confiabilidad en el abastecimiento, pues un nodo es abastecido por más de una tubería. Una desventaja es que son redes que requieren más longitud de tubería y accesorios, por tanto, se vuelven más costosas (Aguirre, 2015).

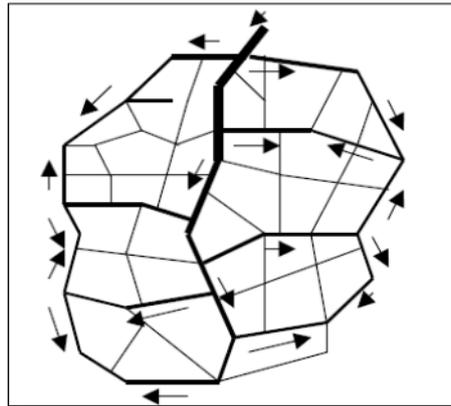


Figura 3.16: Redes malladas

Fuente: INGENIERÍA SANITARIA

c) Redes mixtas

Es una combinación de las redes ramificadas y las redes malladas. Son ideales para poblaciones con centros poblados que se extienden a lo largo de las vías de acceso (Aguirre, 2015).

3.3.5.3 Caudales, presiones y velocidades de diseño de una red de distribución de agua potable

Los siguientes parámetros se obtuvieron de la norma “NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL”

- **Caudal**

“El caudal de diseño será el: Caudal Máximo Horario” (Senagua, 2012, p. 36).

- **Presiones**

“Presión estática máxima será 4 kg/cm^2 ” (Senagua, 2012, p. 36)

“Presión dinámica máxima será 3 kg/cm²” (Senagua, 2012, p. 36)

“Presión dinámica mínima será 0.7 kg/cm²” (Senagua, 2012, p. 36)

- **Velocidades**

La norma Rural no habla acerca de valores de velocidad mínimos ni máximos. La norma urbana sugiere que la velocidad máxima para conductos a presión que circulen por tubería de plástico debe ser de 4.5m/s.

(Lopez, 1995) propone que en zonas rurales la velocidad puede estar entre los valores de 0.4 m/s a 2.5 m/s.

3.4 Análisis de alternativas de diseño

3.4.1 Normativa a emplear

Las normas y criterios, en la que se apoyará este estudio referente a la evaluación del sistema de agua potable para la comunidad de La Asunción, se encuentran en los siguientes documentos:

- Normas Codificadas (CO 10.7-601) NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES.
- Normas Codificadas (CO 10.07-602) NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL.

3.5 Parámetros de diseño

3.5.1 Periodo de diseño

El periodo de diseño de una obra es el número de años que esa obra va a brindar un servicio eficiente y de calidad a los usuarios. El periodo de diseño depende de algunos factores como lo son:

- Crecimiento poblacional de la localidad
- Facilidad de ampliaciones del sistema
- Vida útil de las obras civiles y equipos

(Aguirre, 2015)

El periodo de diseño debe ser de 20 años y si se requiere otro periodo de diseño este deberá ser correctamente justificado (Senagua, 2012). La tabla a continuación señala algunos periodos de diseño.

Tabla 3.3: Vida útil de los componentes de los sistemas de agua potable

Componente	Vida útil (años)
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducciones PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	30 a 40
Tuberías en la red de distribución	20 a 25

Fuente: (Aguirre, 2015)

3.5.2 Población de diseño o futura

La población futura es el número de habitantes que existirán en la localidad al final del periodo de diseño de la obra. La población futura de una comunidad se ve influenciada por: el incremento en la esperanza de vida, la migración, el desarrollo económico, los nacimientos y defunciones. Es un parámetro permite calcular el caudal de diseño de cada uno de los componentes del sistema. Existen varios métodos para calcular la población futura entre esos se encuentran:

- Método aritmético
- Método geométrico
- Método exponencial

La norma sugiere que se emplee el método geométrico.

Método geométrico

$$P_f = P_i * (1 + r)^n$$

Donde:

P_f = Población futura al final del periodo de diseño

P_i = Población inicial

r = tasa de crecimiento

n = t_f – t_i (año final – año inicial)

Tasa de crecimiento

$$r = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{t_2-t_1}} - 1$$

En la actualidad la Junta Administradora de Agua Potable La Asunción se encarga de dar servicio no ha toda la parroquia por lo cual la población que aparece en los datos del INEN no es una población verdadera del sistema. Se utilizará una proyección del número de usuarios ya que se cuenta con los registros de este incremento y a este número de usuarios se le multiplicará por 4 para obtener una población.

3.5.3 Dotación

La dotación de agua es la cantidad que consume un habitante en promedio al día. Esta cantidad debe permitirle satisfacer a la persona todas sus necesidades básicas. Se expresa en l/(hab*día) (Aguirre, 2015).

a) Dotación media actual

Es la cantidad de agua en promedio que consume una persona diariamente al inicio del periodo de diseño. Este dato se puede obtener si es una población existente que cuenta con medidores se puede hacer un análisis de los registros de consumos para determinar la dotación media actual. También, se pueden analizar los consumos de poblaciones similares (Aguirre, 2015).

Si no se cuenta con poblaciones similares o datos de consumo de medidores, se puede usar la siguiente tabla que relaciona el nivel de servicio con la dotación.

Tabla 3.4: Dotaciones de agua

Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio		
Nivel de servicio	Clima frío (l/hab*día)	Clima cálido (l/hab*día)
la	25	30
lb	50	65
lla	60	85
llb	75	100

Fuente: (Senagua, 2012)

b) Dotación media futura

Es la cantidad de agua que consume diariamente, una persona, en promedio, al final del periodo de diseño. Se estima este valor sumando a la dotación media actual el valor de 1 l/hab/d por cada año del periodo de diseño, ya que se considera un mejoramiento de la calidad de vida de las personas (Aguirre, 2015).

3.5.4 Caudales de diseño

Sirven para dimensionar los distintos componentes que estarán presentes dentro del sistema de agua potable.

a) Caudal medio diario (Q_m)

Es el caudal que corresponde a la media de los consumos diarios en un registro de un año. Se calcula con la población futura, además, incluye un factor de pérdidas que va a depender del nivel de servicio. Su fórmula es la siguiente:

$$Q_m = f * \frac{P * D}{86400}$$

Donde:

Q_m = Caudal medio diario (l/s)

f = Factor de fugas

P = Población

D = Dotación media futura (l/hab/día)

Tabla 3.5: Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño de abastecimiento de agua potable

Nivel de servicio	Porcentaje de fugas
Ia y Ib	10%
IIa y IIb	30%

Fuente: (Senagua, 2012)

b) Caudal máximo diario (QMD)

Es el caudal del día de mayor consumo en un registro de periodo de un año. Para obtener este valor se multiplica el caudal medio diario por un factor KMD que para todos los niveles de servicio es de 1.25.

$$QMD = KMD * Q_m$$

KMD = Factor de mayoración, 1.25 para todos los niveles de servicio

Q_m = Caudal medio diario (l/s)

c) Caudal máximo horario (QMH)

Es el caudal de la hora de mayor demanda, en el día de máximo consumo, en un registro de un año. El factor KMH tiene un valor de 3 para todos los niveles de servicio.

$$QMH = KMH * Q_m$$

KMH = Factor de mayoración máximo horario, para todos los niveles de servicio es 3

Q_m = Caudal medio diario (l/s)

3.5.5 Caudales de cada componente del sistema de agua potable

a) Captación

La captación debe tener la capacidad de dar al sistema un caudal de 1.2 veces el caudal medio diario calculado al final del periodo de diseño (Senagua, 2012).

$$Q_{cap} = 1.2 * QMD$$

QMD = Caudal medio diario (l/s)

b) Conducción

El caudal de diseño, para conducciones de sistemas de agua potable que funcionen a gravedad, será de 1.1 veces el caudal máximo diario calculado al final del periodo de diseño (Senagua, 2012).

$$Q_{cond} = 1.1 * QMD$$

QMD = Caudal máximo diario (l/s)

c) Planta de tratamiento

La Planta de tratamiento deberá soportar 1.1 veces el caudal medio diario al final del periodo de diseño (Senagua, 2012).

$$Q_{PT} = 1.10 * QMD$$

QMD = Caudal máximo diario (l/s)

d) Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento debe diseñarse de tal manera que tenga la capacidad de almacenar un 50% del volumen medio diario futuro. Además, se debe cumplir la condición de que el volumen del tanque debe ser siempre mayor a 10 m³ (Aguirre, 2015).

$$V_a = 0.5 * Q_m * 86.4$$

V_a = volumen de almacenamiento (m³)

Q_{md} = caudal medio diario (l/s)

e) Red de distribución

La red de distribución del sistema de agua potable debe ser diseñada para el caudal máximo horario (Senagua, 2012).

$$Q_{Red} = Q_{MH}$$

Q_{MH} = Caudal máximo horario (l/s)

3.6.4.1 Caudales de diseño ACTUALES

Tabla 3.6: Cálculo de los caudales de diseño para cada sistema

Sistema	Usuarios	Hab/Casa	Población	Población %	Dotación (l/hab/día)	Factor de fugas	Caudal medio (l/s)	Caudal medio (l/s) en porcentaje	KMD	Caudal Máximo Diario (QMD) (l/s)	KMH	Caudal Máximo Horario (QMH) (l/s)
Sistema 1	194	4	776	40.1%	100	1.2	1.08	40.0%	1.25	1.35	3	3.24
Sistema 2	135	4	540	27.9%	100	1.2	0.75	28.0%	1.25	0.94	3	2.25
Sistema 3	42	4	168	8.7%	100	1.2	0.23	9.0%	1.25	0.29	3	0.69
Sistema 4	82	4	328	16.9%	100	1.2	0.46	17.0%	1.25	0.58	3	1.38
Sistema 5	31	4	124	6.4%	100	1.2	0.17	6.0%	1.25	0.21	3	0.51

Elaboración: Propia.

Tabla 3.7: Cálculo de los caudales de diseño para un sistema general

	TOTAL
Usuarios	484
Población	1936
Caudal medio (Qm)	2.69 l/s
Caudal máximo diario (QMD)	3.37 l/s
Caudal Máximo Horario (QMH)	8.07 l/s

Elaboración: Propia

Tabla 3.8: Caudales y volumen de diseño de los elementos del Sistema de Agua Potable de La Asunción

Sistema	Caudal Máximo Diario (QMD)	Captación (l/s)	Conducción (l/s)	Planta de tratamiento (l/s)	Almacenamiento (m ³)	Red de distribución (l/s)
Sistema 1	1.35	1.62	1.49	1.49	46.66	3.24
Sistema 2	0.94	1.13	1.03	1.03	32.4	2.25
Sistema 3	0.29	0.35	0.32	0.32	9.94	0.69
Sistema 4	0.58	0.7	0.64	0.64	19.87	1.38
Sistema 5	0.21	0.25	0.23	0.23	7.34	0.51

Elaboración: Propia

Tabla 3.9: Caudales que deben ingresar a la captación y planta de tratamiento

	TOTAL
Captación única	4.05 l/s
Planta de tratamiento única	3.71 l/s

Elaboración: Propia

3.6.4.2 Caudales de diseño FUTUROS

Tabla 3.10: Cálculo de la población futura

Periodo de Diseño	20
Población Inicial	1936
r	1%
Periodo de diseño	20
Población Futura	2362

Elaboración: Propia.

Tabla 3.11: Cálculo de los caudales de diseño para cada sistema

Tanque	Población futura	Población %	Población	Hab/Casa	Usuarios	Dotación (l/hab/día)	Factor de fugas	Caudal medio (l/s)	Caudal medio (l/s) en porcentaje	KMD	Caudal Máximo Diario (QMD) (l/s)	KM H	Caudal Máximo Horario (QMH) (l/s)
Sistema 1	2362	0.4016736	949	4	237	100	1.2	1.32	40.0%	1.25	1.65	3	3.96
Sistema 2		0.2782427	657	4	164	100	1.2	0.91	28.0%	1.25	1.14	3	2.73
Sistema 3		0.0878661	208	4	52	100	1.2	0.29	9.0%	1.25	0.36	3	0.87
Sistema 4		0.167364	395	4	99	100	1.2	0.55	17.0%	1.25	0.69	3	1.65
Sistema 5		0.0648536	153	4	38	100	1.2	0.21	6.0%	1.25	0.26	3	0.63

Elaboración: Propia.

Tabla 3.12: Cálculo de los caudales de diseño para un solo sistema general

	TOTAL
Usuarios	590
Población	2362
Caudal medio (Qm)	3.28 l/s
Caudal Máximo Diario (QMD)	4.1 l/s
Caudal Máximo Horario (QMH)	9.84 l/s

Elaboración: Propia.

Tabla 3.13: Caudales y volumen de diseño de los elementos del Sistema de Agua Potable de la Asunción

Tanque	Caudal Máximo Diario (QMD)	Captación (l/s)	Conducción (l/s)	Conducción Acumulada	Planta de tratamiento (l/s)	Almacenamiento (m3)	Red de distribución (l/s)
1	1.65	1.98	1.82	4.51	1.82	57.02	3.96
2	1.14	1.37	1.25	2.7	1.25	39.31	2.73
3	0.36	0.43	0.4	1.44	0.4	12.53	0.87
4	0.69	0.83	0.76	1.05	0.76	23.76	1.65
5	0.26	0.31	0.29	0.29	0.29	9.07	0.63

Elaboración: Propia.

Tabla 3.14: Caudales que deben ingresar a la captación y planta de tratamiento

	TOTAL
Captación única	4.92 l/s
Planta de tratamiento única	4.52 l/s

Elaboración: Propia.

Tabla 3.15: Compara el almacenamiento actual del sistema de agua potable de La Asunción, con lo que sugiere la norma

	Almacenamiento Actual Real	Almacenamiento Actual sugerido por la norma	Almacenamiento Futuro (20 años) sugerido por la norma
Sistema 1	30	46.66	57.02
Sistema 2	20	32.4	39.31
Sistema 3	20	9.94	12.53
Sistema 4	20	19.87	23.76
Sistema 5	16	7.34	9.07

No cumple	
Si cumple	

Elaboración: Propia

3.6 Análisis de las lecturas de los medidores

El análisis realizado se basa en las lecturas mensuales tomadas por el operador en los distintos medidores, los mismos que se encuentran ubicados en las cercanías de las viviendas de los usuarios del sistema de agua potable.

3.6.1 Análisis de los usuarios

3.6.1.1 Cantidad de usuarios según su ubicación

Tabla 3.16: Cantidad de usuarios según su ubicación dentro de las comunidades de La parroquia La Asunción

COMUNIDAD	N* Usuarios
ARZHUMA	80
C. PARROQUIAL	163
CORAZARI	29
COTACACHI	37
LA ASUNSION	16
LUGMAHUCO	13
MOLINOPATA	32
RUMILOMA	63
TOBACHIRI GRANDE	48
NO REGISTRADO	3
total	484

Elaboración: Propia.



Figura 3.21: Representación de pastel de la tabla 1.1

Elaboración: Propia.

3.7.1.1. Usuarios Activos

Para el análisis de los usuarios activos, se tomaron aquellos medidores donde el consumo mensual sea mayor que cero.

Tabla 3.17. Cantidad de usuarios activos del sistema de agua potable de la asunción

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
ACTIVOS	344	344	320	339	353	373	388	386	392	387	373	378
TOTAL	484											

Promedio	365
Maximo	392

Elaboración: Propia.

Usuarios Inactivos

El análisis de los usuarios inactivos se obtiene de la diferencia del total de usuarios del sistema y la cantidad de usuarios inactivos.

Tabla 3.18. Cantidad de usuarios inactivos del sistema de agua potable de la asunción

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
INACTIVOS	140	140	164	145	131	111	96	98	92	97	111	106
TOTAL	484											

Promedio	119
Maximo	164

Elaboración: Propia.

3.6.2 Análisis de los consumos mensuales de agua

Las lecturas tomadas para el análisis de consumo se han venido realizando mensualmente durante todos los años desde que la parroquia brinda este servicio, las lecturas tienen como finalidad tener un registro del consumo de cada usuario registrado en el sistema y de esta manera ayudarse para cobrar la tarifa correspondiente.

Para el análisis y comparación de consumos utilizaremos las lecturas realizadas en el año 2019 y en el año 2021, debido a que, los consumos se produjeron antes de la pandemia producida por el virus "COVID19" y posterior a dicha pandemia.

Tabla 3.19: Promedio de la cantidad de agua consumida en el año 2019 por usuario

AÑO 2019 (m3)											
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
15	12	10	12	12	13	15	15	17	13	12	12

Elaboración: Propia.

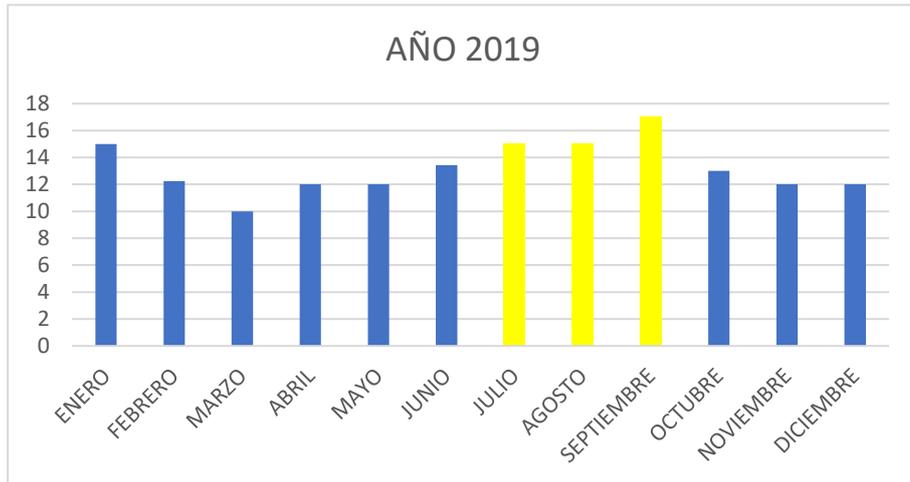


Figura 3.22: Representación de barras de la tabla 1.1

Elaboración: Propia.

Tabla 3.20: Promedio de la cantidad de agua consumida en el año 2021 por usuario

AÑO 2021 (m3)											
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
12	12	11	13	14	13	18	18	13	15	12	15

Elaboración: Propia.

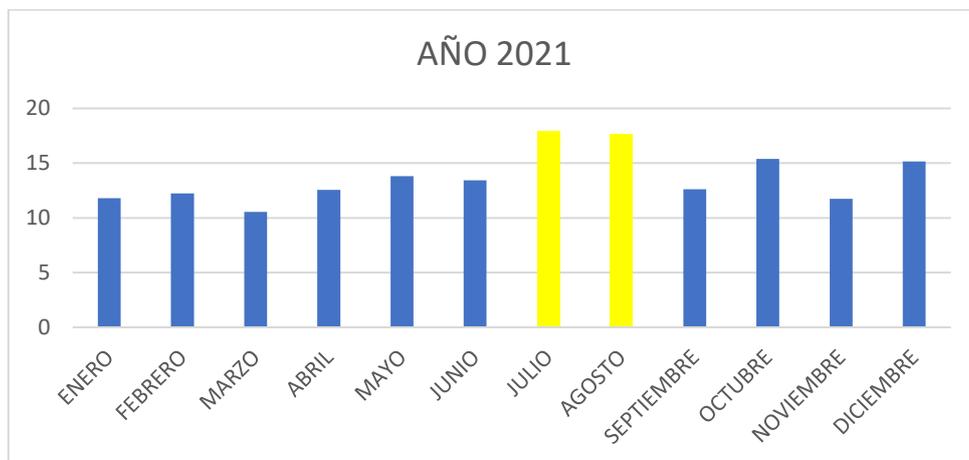


Figura 3.23: Representación de barras de la tabla 3.5

Elaboración: Propia.

En el estudio realizado se observó que la demanda de mayor consumo en los dos años que se tomaron como base para realizar este análisis se encuentran en los meses de Julio y agosto, debido a que el consumo de agua aumenta por el mal uso de sus usuarios.

Este crecimiento del consumo de agua en los meses mencionados se debe al acrecentamiento de los usuarios que utilizan el servicio, ya que los propietarios de las fincas y hosterías que se encuentran ubicados en la parte baja de la parroquia son habitadas por sus propietarios en épocas de verano, aumentando el turismo y así mismo el consumo excesivo de este servicio.

3.6.3 Zonas de mayor consumo

Para determinar las zonas de mayor consumo, hemos determinado la ubicación de los medidores de acuerdo a la comunidad en la que se encuentran, teniendo en cuenta que el sistema de agua potable abastece a 9 de las 15 comunidades que pertenecen a la parroquia de la Asunción.

En las siguientes tablas se presentan los resultados del promedio de agua que es consumido por los usuarios en las diferentes comunidades de la parroquia, teniendo en cuenta que la comunidad que más demanda tiene es la comunidad de Tobachiri grande.

Esta comunidad se encuentra en la parte baja de la parroquia, debido a esto, se encuentra dotada de un clima muy apreciado para sus habitantes, por lo que se encuentra bañada de balnearios, fincas y hosterías.

Tabla 3.21: Promedio de la cantidad de agua consumida en (m³) por las comunidades en enero del 2021 por usuario

COMUNIDAD	ENERO
AROZHUMA	15
C. PARROQUIAL	13
CORAZARI	6
COTACACHI	14
LA ASUNSION	5
LUGMAHUCO	7
MOLINOPATA	11
RUMILOMA	8
TOBACHIRI GRANDE	16

Elaboración: Propia.

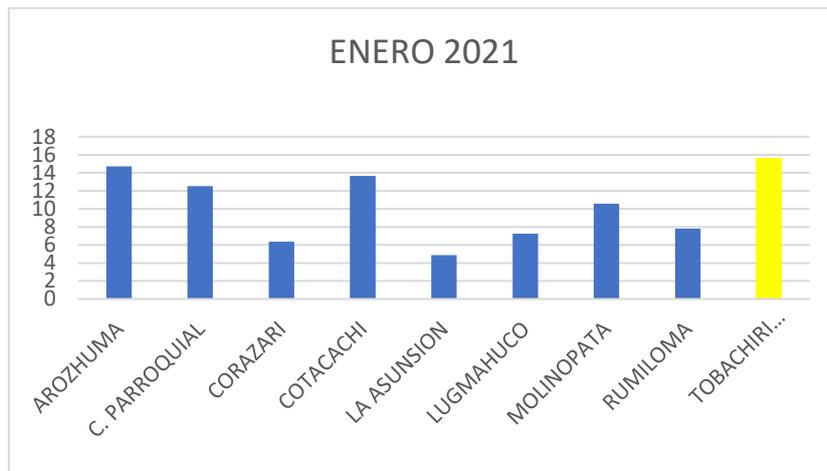


Figura 3.24: Representación de barras de la tabla 3.6

Elaboración: Propia.

Tabla 3.22: Promedio de la cantidad de agua consumida en (m3) por las comunidades en febrero del 2021 por usuario

COMUNIDAD	FEBRERO
AROZHUMA	16
C. PARROQUIAL	12
CORAZARI	7
COTACACHI	16
LA ASUNSION	4
LUGMAHUCO	7
MOLINOPATA	8
RUMILOMA	10
TOBACHIRI GRANDE	15

Elaboración: Propia.



Figura 3.25: Representación de barras de la tabla 3.7

Elaboración: Propia.

Tabla 3.23: Promedio de la cantidad de agua consumida en (m3) por las comunidades en marzo del 2021 por usuario

COMUNIDAD	MARZO
ARZHUMA	14
C. PARROQUIAL	8
CORAZARI	7
COTACACHI	16
LA ASUNSION	4
LUGMAHUCO	6
MOLINOPATA	6
RUMILOMA	10
TOBACHIRI GRANDE	19

Elaboración: Propia.

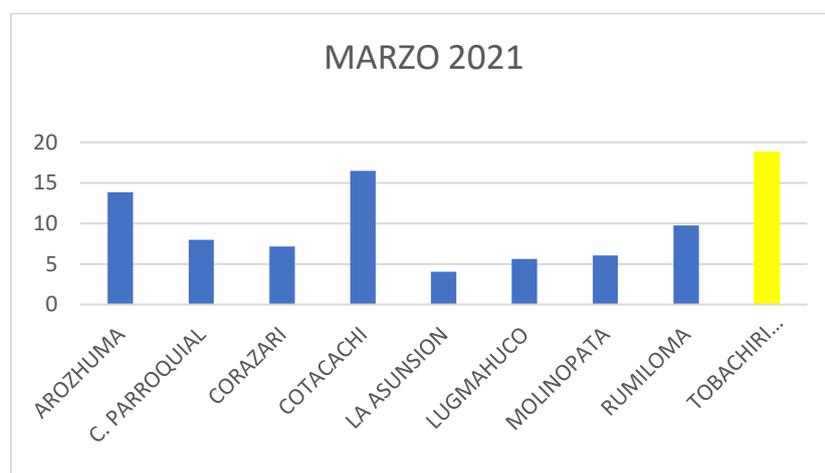
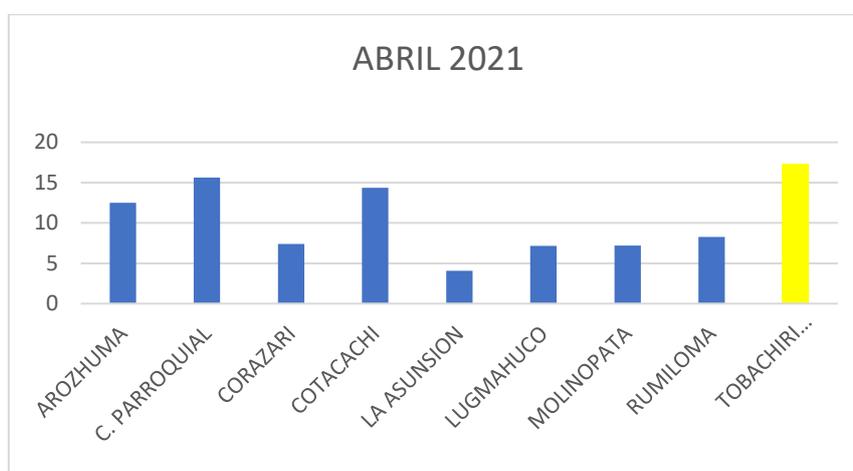


Figura 3.26: Representación de barras de la tabla 3.8**Elaboración:** Propia.**Tabla 3.24:** Promedio de la cantidad de agua consumida en (m3) por las comunidades en abril del 2021 por usuario

COMUNIDAD	ABRIL
ARZHUMA	13
C. PARROQUIAL	16
CORAZARI	7
COTACACHI	14
LA ASUNSION	4
LUGMAHUCO	7
MOLINOPATA	7
RUMILOMA	8
TOBACHIRI GRANDE	17

Elaboración: Propia.**Figura 3.27: Representación de barras de la tabla 3.9****Elaboración:** Propia.**Tabla 3.25:** Promedio de la cantidad de agua consumida en (m3) por las comunidades en mayo del 2021 por usuario

COMUNIDAD	MAYO
ARZHUMA	17
C. PARROQUIAL	14

CORAZARI	10
COTACACHI	19
LA ASUNSION	11
LUGMAHUCO	9
MOLINOPATA	8
RUMILOMA	11
TOBACHIRI GRANDE	19

Elaboración: Propia.

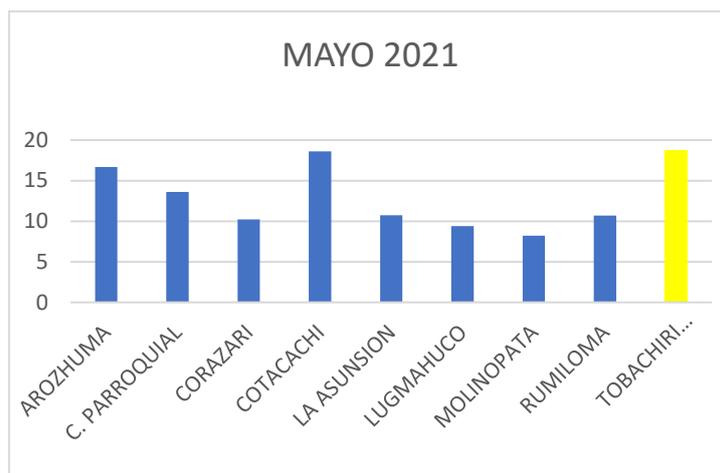


Figura 3.28: Representación de barras de la tabla 3.10

Elaboración: Propia.

Tabla 3.26: Promedio de la cantidad de agua consumida en (m3) por las comunidades en junio del 2021 por usuario

COMUNIDAD	JUNIO
ARZHUMA	13
C. PARROQUIAL	14
CORAZARI	8
COTACACHI	17
LA ASUNSION	3
LUGMAHUCO	6
MOLINOPATA	13
RUMILOMA	12
TOBACHIRI GRANDE	20

Elaboración: Propia.

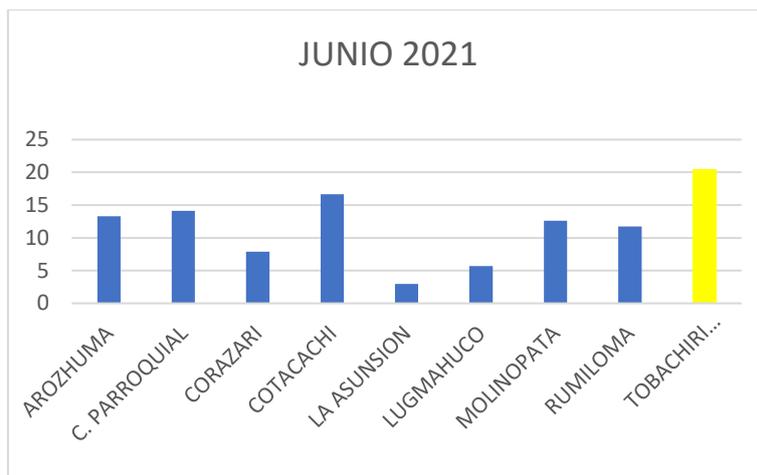


Figura 3.29: Representación de barras de la tabla 3.11

Elaboración: Propia.

Tabla 3.27: Promedio de la cantidad de agua consumida en (m3) por las comunidades en julio del 2021 por usuario

COMUNIDAD	JULIO
AROZHUMA	17
C. PARROQUIAL	16
CORAZARI	12
COTACACHI	21
LA ASUNSION	2
LUGMAHUCO	23
MOLINOPATA	15
RUMILOMA	15
TOBACHIRI GRANDE	36

Elaboración: Propia.

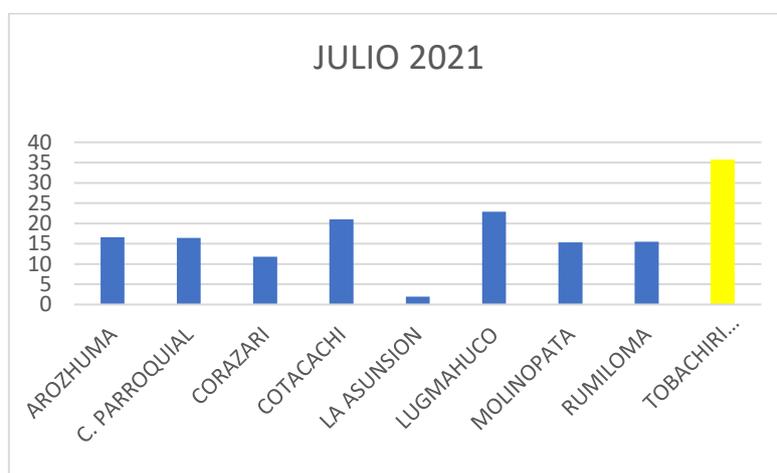


Figura 3.30: Representación de barras de la tabla 3.12**Elaboración:** Propia.**Tabla 3.28:** Promedio de la cantidad de agua consumida en (m³) por las comunidades en agosto del 2021 por usuario

COMUNIDAD	AGOSTO
ARZHUMA	15
C. PARROQUIAL	16
CORAZARI	13
COTACACHI	12
LA ASUNSION	2
LUGMAHUCO	7
MOLINOPATA	10
RUMILOMA	38
TOBACHIRI GRANDE	20

Elaboración: Propia.**Figura 3.31: Representación de barras de la tabla 3.13****Elaboración:** Propia.**Tabla 3.29:** Promedio de la cantidad de agua consumida en (m³) por las comunidades en septiembre del 2021 por usuario

COMUNIDAD	SEPTIEMBRE
ARZHUMA	14
C. PARROQUIAL	15
CORAZARI	6
COTACACHI	11

LA ASUNSION	3
LUGMAHUCO	6
MOLINOPATA	11
RUMILOMA	12
TOBACHIRI GRANDE	16

Elaboración: Propia.



Figura 3.32: Representación de barras de la tabla 3.14

Elaboración: Propia.

Tabla 3.30: Promedio de la cantidad de agua consumida en (m3) por las comunidades en octubre del 2021 por usuario

COMUNIDAD	OCTUBRE
ARZHUMA	18
C. PARROQUIAL	18
CORAZARI	7
COTACACHI	14
LA ASUNSION	7
LUGMAHUCO	6
MOLINOPATA	9
RUMILOMA	15
TOBACHIRI GRANDE	20

Elaboración: Propia.

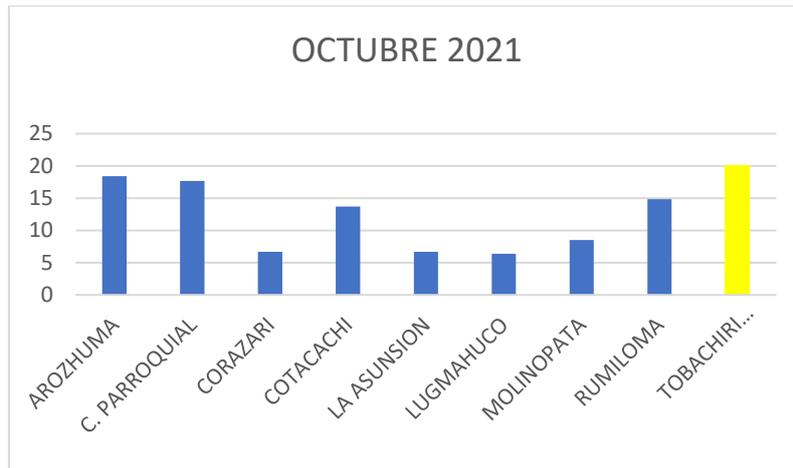


Figura 3.33: Representación de barras de la tabla 3.15

Elaboración: Propia.

Tabla 3.31: Promedio de la cantidad de agua consumida en (m3) por las comunidades en noviembre del 2021 por usuario

COMUNIDAD	NOVIEMBRE
ARZHUMA	16
C. PARROQUIAL	11
CORAZARI	6
COTACACHI	9
LA ASUNSION	6
LUGMAHUCO	6
MOLINOPATA	8
RUMILOMA	12
TOBACHIRI GRANDE	18

Elaboración: Propia.



Figura 3.34: Representación de barras de la tabla 3.16

Elaboración: Propia.

Tabla 3.32: Promedio de la cantidad de agua consumida en (m³) por las comunidades en diciembre del 2021 por usuario

COMUNIDAD	DICIEMBRE
ARZHUMA	13
C. PARROQUIAL	14
CORAZARI	7
COTACACHI	14
LA ASUNSION	5
LUGMAHUCO	6
MOLINOPATA	9
RUMILOMA	10
TOBACHIRI GRANDE	21

Elaboración: Propia.

**Figura 3.35: Representación de barras de la tabla 3.17**

Elaboración: Propia.

3.6.4 Consumo por año de los usuarios de la junta de agua potable de La Asunción llevado a litros por segundo

Los 392 usuarios activos del sistema consumen en un año 79358 m³/Año, este valor llevado a litros por segundo da un total de 2.55 l/s que sería el CAUDAL MEDIO DIARIO (Q_m) calculado en base al consumo por medidores. El caudal medio diario

obtenido por la norma para 484 usuarios, Tabla 3.34, es de 2.65 l/s similar al consumo verdadero.

La Figura 3.37 muestra un informe de calidad del sistema de agua potable de La Asunción, donde indica que el caudal que entra a la planta de tratamiento varía de 5.5 l/s a 7.5 l/s, por tanto, la captación está en condiciones de abastecer a los usuarios de la Asunción en la actualidad y dentro de 20 años. Sin embargo, se debe tener en cuenta que existe aproximadamente un caudal de 3.95 l/s que se pierde, ya sea, en fugas, malas lecturas de los medidores, conexiones clandestinas, por rebose en los tanques de almacenamiento o por fisuras en los mismos.

3.6.5 Análisis de la tarifa de pago

La junta parroquial de Agua Potable de la parroquia la Asunción cuenta con servicio de agua potable en excelentes condiciones, por lo que, conjuntamente con el Sr. Mauricio Cajamarca, presidente de la junta se ha determinado una tarifa de 2 dólares americanos para un consumo de 20 m³ por usuario, y un aumento de 0,35 ctvs por cada metro cúbico que sobrepase el límite.

Adicional a este estudio se realizó un conteo de los usuarios de la junta de agua potable de la parroquia la Asunción que sobrepasan el límite de consumo de agua en cada mes del año 2021, teniendo como resultado que el número de usuarios que sobrepasan dicha cantidad equivale a un 19 % del total de sus usuarios.

Tabla 3.33: Matriz del consumo excesivo del agua en el 2021

AÑO 2021												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
PERSONAS QUE SOBREPASAN LOS 20 m ³	80	78	65	74	80	96	141	105	86	118	75	91
TOTAL MEDIDORES	484											

Elaboración: Propia.



Figura 3.36: Representación de barras de la tabla 3.18

Elaboración: Propia.

3.7 Diseño de la conducción de agua

3.7.1 Conducción

En un sistema de agua potable pueden existir diferentes líneas de conducción entre dos puntos, por ejemplo: fuente de abastecimiento – desarenador, desarenador - tanque de almacenamiento y línea matriz. Existen distintos tipos de líneas de conducción, elegir una dependerá de las condiciones geológicas y topográficas de cada proyecto. Las conducciones se las hacen por tuberías a presión o gravedad, por canales cualquiera de sus formas geométricas: trapecios, rectangulares, cerrados (Lopez, 1995).

Tipos de conducción

Conducción a flujo libre (gravedad)

Una tubería a flujo libre el 100% del tiempo se encuentra parcialmente llena. Son conducciones sin presión y su línea piezométrica coincide con la altura del terreno. En este tipo de conducciones se deben evitar las velocidades muy bajas, porque se generan sedimentaciones dentro de la tubería; también se deben evitar las velocidades altas por la abrasión (Senagua, 2012).

Conducción forzada (Presión)

Las conducciones forzadas son aquellas en donde el agua se transporta por gravedad o por bombeo. Aquí la línea piezométrica queda por encima de la altura de la tubería. Se debe garantizar que la presión dinámica mínima dentro de la línea de conducción sea de 5m (Senagua, 2012).

3.7.2 Trazado de la línea de conducción

No existe una tubería de conducción como tal, ya que la captación se encuentra a 10 metros del primer tanque de almacenamiento y en medio se encuentra la caseta de cloración. El agua que se transporta desde la fuente de abastecimiento hasta la caseta de cloración es una conducción no forzada de igual manera que el agua que llega al primer tanque de almacenamiento desde la caseta de cloración.

De esta manera podemos decir que el sistema cuenta con una misma red de distribución y conducción, el sistema de agua está conformado de 4 línea de conducción o transporte de agua, la primera línea transporta el agua potable desde la captación hasta el ingreso al tanque de almacenamiento ubicado en Rumiloma, la segunda línea de distribución y conducción transporta el agua desde el tanque de Rumiloma hacia el tanque ubicado en Arozhuma y las otras dos líneas de distribución y conducción transportan el agua desde el tanque de Arozhuma hacia los tanques ubicados en Tobachiri y Molinopata. Esta conducción de agua se realiza mediante tubería de policloruro de vinilo (PVC), el mismo que conforma la red de distribución.

El flujo de agua transportado es a presión por gravedad, debido a que la diferencia de altura existente entre los tanques de almacenamiento es alta.

Las líneas de conducción de agua potable se pueden observar en los planos anexados a la tesis, ilustrando en ellos su ubicación.

Durante el recorrido realizado a lo largo de la red de distribución se recolectaron varios puntos y parámetros que serán de ayuda para la evaluación hidráulica del sistema de agua.

Las líneas de conducción del sistema están representadas en el (ANEXO 3.1). Al ser un sistema extenso no se puede representar bien en una imagen.

Tabla 3.34: Parámetros de la primera línea de conducción

Primera línea de distribución y conducción		
Coordenadas inicio	693.065,36	9.646.293,5
Altitud inicio	2268 msnm	
Coordenadas fin	693.403,25	9.644.181,00
Altitud fin	2067 msnm	
Longitud lineal	2139 metros	
Material	PVC	
Desnivel	201 m	

Estado	mala, presiones altas
--------	-----------------------

Elaboración: Propia.

Tabla 3.35: Parámetros de la segunda línea de conducción

Segunda línea de distribución y conducción		
Coordenadas inicio	693.403,25	9.644.181,00
Altitud inicio	2067 msnm	
Coordenadas fin	692.981,25	9.642.808,79
Altitud fin	1885.85 msnm	
Longitud lineal	1436 metros	
Material	PVC	
Desnivel	181.15 m	
Estado	mala, presiones altas	

Elaboración: Propia.

Tabla 3.36: Parámetros de la tercera línea de conducción

Tercera línea de distribución y conducción		
Coordenadas inicio	692.981,25	9.642.808,79
Altitud inicio	1885.85 msnm	
Coordenadas fin	693.544,13	9.641.721,64
Altitud fin	1715.12 msnm	
Longitud lineal	1224 metros	
Material	PVC	
Desnivel	170.73 m	
Estado	mala, presiones altas	

Elaboración: Propia.

Tabla 3.37: Parámetros de la cuarta línea de conducción

Cuarta línea de distribución y conducción		
Coordenadas inicio	692.981,25	9.642.808,79
Altitud inicio	1885.85 msnm	
Coordenadas fin	693.438,89	9.641.474,44
Altitud fin	1726.43 msnm	
Longitud lineal	1411 metros	
Material	PVC	
Desnivel	159.42 m	

Estado	mala, presiones altas
--------	-----------------------

Elaboración: Propia.

3.7.3 Trazado de los accesorios del sistema de agua

De acuerdo al diseño de las redes de distribución se puede observar que la conducción de agua cruda está sometida a presiones muy altas debido a su gran diferencia de altura, esto ha llevado a que los representantes de la junta de agua de la parroquia utilicen accesorios como válvulas y tanques rompe presiones para evitar que este problema cause destrucción en su red.

El sistema cuenta con 5 tanques de almacenamiento, 10 tanques rompen presiones y con 19 válvulas de cierre, su ubicación se puede observar en los anexos de la tesis.

3.8 Diseño de la red de distribución del sistema de agua

El sistema de distribución de agua nace en el tanque de almacenamiento ubicado en la comunidad de Lugmahuco, el sistema en este punto cuenta con dos ramales, el primero sirve a la comunidad de Lugmahuco y el segundo ramal que a su vez sería el principal es el encargado de abastecer al resto de usuarios del sistema.

3.8.1 Diseño de la malla

Para el diseño de la malla de distribución de agua se fueron tomando puntos referenciales de los diferentes accesorios, ramales, llaves, tanques y ubicación de los medidores de agua ubicados en las viviendas de sus usuarios.

La tubería utilizada en la red de distribución de agua es de poli cloruro de vinilo (PVC), para este sistema se utilizaron varios diámetros de tubería a lo largo de la red, la especificación de diámetros y longitudes esta especificado en el capítulo dos en la sección 2.2 que hace referencia a características de la tubería del sistema.

La diferencia de alturas que existe entre la captación o punto inicial del sistema de distribución de agua y la parte más baja del sistema es de aproximadamente 769 metros, motivo por el cual el sistema se ha visto obligado a la colocación de accesorios y tanques rompe presiones, en la tabla descrita a continuación se puede observar la ubicación de las cámaras rompe presiones dentro del sistema

Tabla 3.38: Ubicación y elevación de las cámaras rompe presiones

N# Cámara rompe presión	Sector	Coordenadas		Elevación (m)
		Norte	Este	
1	Centro Parroquial	9645602.785	693410.08	2192.6338
2	Centro Parroquial	9644710.176	693456.02	2117.3972
3	Rumiloma	9643710.027	693402.41	2006.7297
4	Rumiloma	9643388.901	693265.7	1964.9188
5	Cochaloma	9641981.607	693324.98	1822.9761
6	Cochaloma	9641861.804	693412.58	1775.1295
7	Cochaloma	9641366.361	693361.27	1703.4397
8	Molinopata	9640987.095	693144.65	1647.9846
9	Molinopata	9640759.56	693116.25	1598.4873

Elaboración: Propia

3.8.2 Accesorios de la red

El sistema de distribución está compuesto de una variedad de accesorios hidráulicos como son codos, tees, uniones, tapones y válvulas de paso, colocadas de manera empírica en los ramales.

Los diferentes accesorios que fueron mencionados anteriormente sirven para poder realizar cambios de dirección de la tubería, cambios de diámetros en los diferentes ramales del sistema y las llaves de paso que nos permiten cortar el servicio para correcciones en la tubería, para que de esta manera los problemas por ruptura de tubería no afecten a todo el sistema de agua potable.



Figura 3.37: Accesorios hidráulicos PVC

Fuente: (PAVCO, 2022)

3.8.3 Trazado y ubicación de los medidores

Los usuarios del sistema de agua potable de la parroquia La Asunción se encuentran dispersos en una gran cantidad de área, en el recorrido en campo de la tubería de distribución del sistema se puede observar que este no abastece solo a la parroquia La Asunción, sino se extiende a las comunidades aledañas pertenecientes al cantón Santa Isabel, motivo por el cual el sistema debe ser diseñado adecuadamente para satisfacer la demanda de sus usuarios.

La red de distribución suministra agua potable a 9 sectores que son: Arozhuma, Centro Parroquial, Corazari, Cotacachi, Lugmahuco, Molinopata, Rumiloma, Tobachiri Grande. En el anexo 4 se detalla el recorrido de las tuberías dentro del sistema.

La ubicación de sus usuarios dentro de los puntos limítrofes del sistema será anexada a la tesis con sus planos correspondientes.

3.9 Modelamiento de la red en WaterCad

La universidad al día de hoy no cuenta con la licencia del programa, sin embargo, se buscó la manera para poder contar con el programa y realizar las simulaciones.

3.9.1 Fundamentos teóricos para el análisis de la red

Para el correcto análisis del sistema es importante conocer los principios fundamentales en el análisis del flujo de fluidos, debido a que, estos fundamentos se pueden aplicar al agua que transita por tuberías.

3.9.1.1 Ecuaciones

a) Ecuación de la Continuidad

“La ecuación de la continuidad es consecuencia del principio de la conservación de la masa. Para un flujo permanente, la masa de fluido que atraviesa cualquier sección de una corriente de fluido por unidad de tiempo, es constante” (Giles, 1956, p. 71). El caudal que entra es igual al que sale. Cuando un fluido es incompresible la ecuación queda de esta manera.

$$Q = A_1 * v_1 = A_2 * v_2$$

- Q = Caudal
- A = Área
- v = Velocidad

En la práctica se reduce el área para tener una mayor velocidad, pero esto no implica que se vaya a llenar más rápido un recipiente de agua, ya que el caudal como demuestra la fórmula se mantiene constante.

b) Conservación de la energía

En una tubería de flujo se puede conocer la energía existente en un punto B a partir de un punto A. Para fluidos ideales la energía en el punto B va a ser igual a la que existe en el punto A.

$$E_A = E_B$$

La ecuación de Bernoulli relaciona la presión, la rapidez y la altura para el flujo de un fluido ideal incompresible. En la deducción de esta fórmula se aplica el teorema del trabajo y la energía al fluido en una sección de un tubo de flujo (Young & Freedman, 2013).

Bernoulli deduce la siguiente ecuación:

$$z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} = z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma}$$

Sin embargo, ningún fluido que se encuentre en la naturaleza tiene un comportamiento de flujo ideal. Incluso, las tuberías de agua que tienen un aspecto liso y uniforme provocan pérdidas. Para considerar estas pérdidas la ecuación de Bernoulli se amplía y queda como resultado una ecuación de energía:

$$E_A - \Sigma h_f - \Sigma h_L = E_B$$

$$z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} - \Sigma h_f - \Sigma h_L = z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma}$$

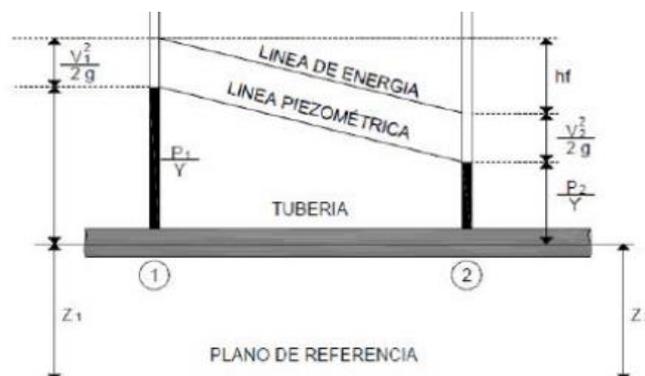


Figura 3.38: Conservación de la energía

Z = Energía potencial

Esta energía depende de la altura, a la que se encuentre un punto, con referencia a un plano; a mayor altura mayor energía potencial.

$\frac{P}{\gamma}$ = Energía de presión

$\frac{v^2}{2g}$ = Energía cinética

Σh_f = La suma de todas las pérdidas por fricción.

Estas pérdidas suceden por el rozamiento que hay entre el líquido y las paredes del tubo por el que transita.

Σh_L = Sumatoria de pérdidas locales

Estas pérdidas existen por el uso de los distintos accesorios como: tees, codos, válvulas, reducciones, etc., que hay en una red de agua potable. Son menores en comparación con las anteriores perdidas.

Líneas de energía

Las líneas de energía muestran los componentes de energía de forma gráfica. Existen 3 líneas de energía algunas representan un componente de energía o la suma de dos y hasta de 3 componentes, estas son:

- Línea estática: Representa el valor de Z
- Línea de alturas piezométricas: Representa la suma de los componentes de energía ($Z+P/\gamma$)
- Línea de alturas totales: Representa la suma de los componentes de energía ($Z+P/\gamma+v^2/(2g)$)

Fuente: (Lopez, 1995)

El número de Reynolds

El número de Reynolds es un número adimensional que refleja la relación entre las fuerzas de inercia, que se generan por la aceleración y desaceleración del fluido, y las

fuerzas de corte debidas a la viscosidad. El número de Reynolds ayuda a determinar si un flujo es laminar o turbulento (Giles, 1956).

$$Re = \frac{v * d * \rho}{\mu}$$

- v = Velocidad
- d = diámetro
- ρ = densidad
- μ = Viscosidad dinámica

La fórmula en función de la viscosidad cinemática quedaría de la siguiente forma:

$$Re = \frac{v * d}{\vartheta}$$

- v = Velocidad
- d = diámetro
- ϑ = viscosidad cinemática

Donde:

$$\vartheta = \frac{\mu}{\rho}$$

Tabla 3.39: Valores de viscosidad cinemática se pueden relacionar con la temperatura del agua.

Temperatura °C	Viscosidad cinemática del agua ν (m ² /s)
0	1.785.10 ⁻⁶
5	1.519.10 ⁻⁶
10	1.306.10 ⁻⁶
15	1.319.10 ⁻⁶
20	1.003.10 ⁻⁶
25	0.893.10 ⁶
30	0.800.16 ⁻⁶
40	0.658.10 ⁻⁶

Fuente: (Aguirre, 2015)

(Giles, 1956) La pérdida de carga debido a fricción puede calcularse con las siguientes ecuaciones. Para una de ellas es importante conocer lo que es el número de Reynolds.

Características de las pérdidas por fricción

- Son independientes de la presión
- Son proporcionales a la longitud: aumenta la longitud aumenta la pérdida por fricción
- Es variable con cierta potencia de la velocidad
- Es inversamente proporcional a cierta potencia del diámetro
- Variable con la rugosidad

c) Pérdidas por fricción

Fórmula de Hagen – Poiseville

Se aplica a flujos laminares con la intención de calcular las pérdidas por carga.

$$hf = \frac{32 * L * v * \mu}{\gamma * d^2}$$

- v = velocidad
- L = longitud
- d = diámetro
- γ = densidad
- μ = Viscosidad dinámica

Fórmula de Darcy – Weisbach

Calcula la pérdida por carga en cualquier tipo de líquido y régimen de flujo. Hay que tener en cuenta que “f” (coeficiente de fricción) tiene una fórmula para flujo laminar y otra para flujo turbulento. Como muestra la fórmula: las pérdidas son proporcionales a la velocidad. Si en una red de agua potable no se cumplen con las presiones mínimas, una alternativa es aumentar el diámetro de la tubería, ya que disminuye la velocidad, por tanto, disminuyen las pérdidas. También, se aumenta la presión al reducir la velocidad.

$$hf = f * \frac{L * v^2}{d * 2g}$$

- f = coeficiente de fricción
- d = diámetro

- v = velocidad
- g = gravedad
- L = longitud

Coefficiente de fricción (f)

Para flujos laminares

$$f = \frac{64}{Re}$$

- Re = número de Reynolds

La mayor parte del tiempo los líquidos no tienen un flujo laminar.

Flujos turbulentos

Colebrook - White

La ecuación de Colebrook – White se utiliza para calcular el coeficiente de fricción “ f ” de un flujo turbulento.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 * \log \left[\frac{\varepsilon}{3.7 * d} + \frac{2.51}{Re * \sqrt{f}} \right]$$

- f = coeficiente de fricción
- ε = rugosidad absoluta
- d = diámetro
- Re = número de Reynolds

Tabla 3.40: Coeficientes de fricción de un flujo turbulento

Material	ε (mm)
PVC	0.0015
AC	0.03
Acero	0.046
Hierro galvanizado	0.15
Hierro fundido	0.15
Hierro dúctil	0.25
Concreto	0.3-3.0
Vidrio	0.0003
Polietileno de alta densidad	0.007

Fuente: (Aguirre, 2015)

Swamee y Jain

Esta fórmula sirve para calcular el coeficiente de fricción “f” y se aplica en flujo turbulento, pero debe cumplir con dos condiciones.

- $5000 < Re < 10^8$
- $10^{-6} < \frac{\varepsilon}{d} < 10^{-2}$

$$f = \frac{1.323}{\left[\ln \left(\frac{\varepsilon}{3.7 * d} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

- f = coeficiente de fricción
- ε = rugosidad absoluta
- d = diámetro
- Re = número de Reynolds

Formula de Hazen – Williams

Esta fórmula sirve para calcular las pérdidas de carga por fricción, no se utiliza con frecuencia ya que no toma en cuenta la viscosidad.

$$hf = \frac{10.667L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * d^{4.87}}$$

- L = longitud
- Q = caudal
- C = coeficiente de rugosidad de Hazen - Williams
- d = diámetro

Tabla 3.41: Coeficientes de perdidas

Material	C
Fundición	130-140
Hormigón o revestimiento de hormigón	120-140
Hierro galvanizado	120
PVC	140-150
Acero	140-150
Cobre	130-140
Polietileno	140

Fuente: (Aguirre, 2015)

Perdidas menores o locales

Las pérdidas locales son consecuencia del incremento de la turbulencia generada por los accesorios como: codos, válvulas, etc. (Lopez, 1995).

$$h_L = K * \frac{v^2}{2 * g}$$

- K = coeficiente de perdidas menores
- v = velocidad (m/s)
- g = gravedad

Tabla 3.42: Valores de K para los accesorios más comunes en una red de agua potable.

Accesorios	K
Válvula de globo, completamente abierta	10
Válvula de mariposa, completamente abierta	5
Válvula de cheque, completamente abierta	2.5
Válvula de compuerta, completamente abierta	0.2
Codo de radio corto	0.9
Codo de radio medio	0.8
Codo de gran radio	0.6
Codo 45°	0.4
T, en sentido recto	0.3
T, a través de la salida lateral	1.8
Unión	0.3
Y de 45°, en sentido recto	0.3
Y de 45°, en sentido lateral	0.8
Entrada recta a tope	0.5
Entrada con la boca acampanada	0.1

Entrada con tubo entrante	0.9
Salida	1

Fuente: (Aguirre, 2015)

Perdidas por el cambio de dirección del fluido.

$$h_l = 0.25 * \frac{v^2}{2 * g} * \sqrt{\frac{\theta}{90}}$$

- v = velocidad
- g = gravedad
- θ = Ángulo del codo: 45, 90, 22.5

casa

3.9.1.2 Consideraciones en un conjunto de tuberías

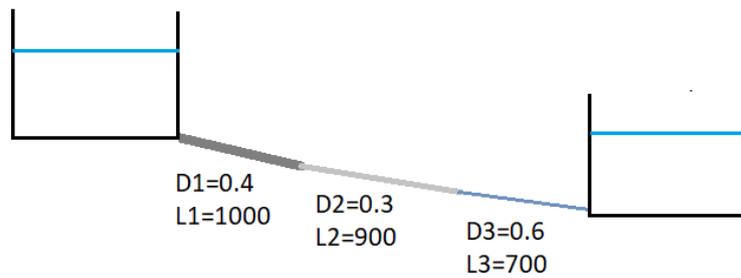


Figura 3.17: Tuberías en serie

Elaboración: propia

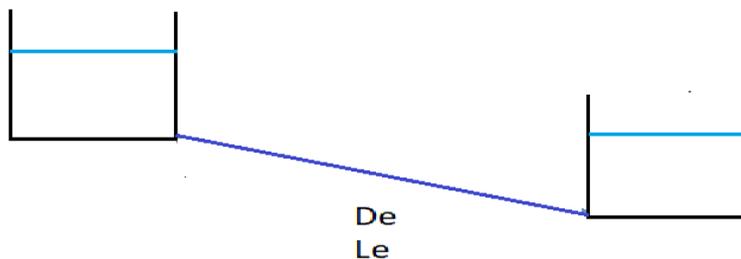


Figura 3.18: Tuberías en serie

Elaboración: propia

Una tubería es equivalente a otra o a un sistema si las pérdidas por fricción son iguales. El sistema de la imagen superior se puede reemplazar por el sistema de la imagen dos solo hace falta imponerse un diámetro y calcular una longitud equivalente.

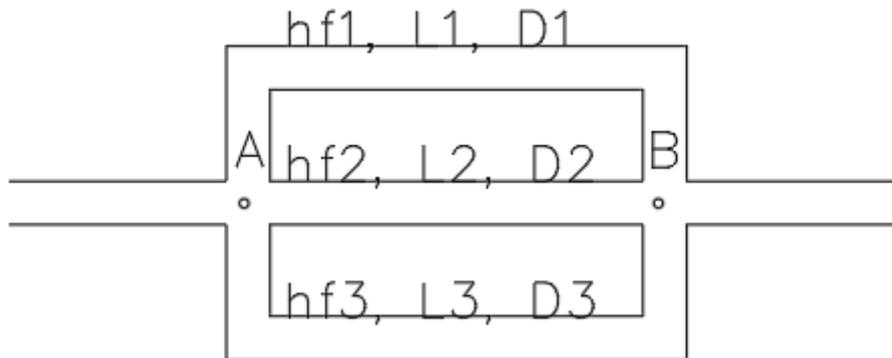


Figura 3.19: Tuberías en paralelo

Elaboración: Propia

En las tuberías en paralelo se debe tener en cuenta que las pérdidas van a tener el mismo valor. También, se debe considerar que para encontrar la energía en B partiendo de A se debe elegir un camino y tomar las pérdidas de ese camino, no sumar las pérdidas de todos los caminos.

$$hf1 = hf2 = hf3$$

$$EA - (hf1 \text{ ó } hf2 \text{ ó } hf3) = EB$$

3.9.1.3 Zonas de presión

Las comunidades rurales de la sierra, en su mayoría, se encuentran en zonas donde la topografía es abrupta. Los grandes desniveles altimétricos hacen necesario que se construyan tanques rompe presiones y se divida la comunidad en zonas de presión. Los tanques deben estar colocados de tal manera que se aseguren las presiones máximas y mínimas en el sector para evitar lo máximo posible las fugas de agua, además se deben colocar llaves de corte que zonifiquen la red para que se pueda dar un mantenimiento adecuado (Aguirre, 2015).

3.9.1.4 Dimensionamiento de redes ramificadas

- Método de la pendiente o gradiente uniforme

La intención de este método es elegir un diámetro para un conjunto de tuberías que garantice la misma pendiente hidráulica (hf/L) en todas ellas.

$$S = \frac{hf}{L}$$

- hf = pérdida por carga de fricción en (m)
- L = longitud de la tubería (m)
- S = pendiente hidráulica (m/m)

Se debe identificar el nudo de consumo más problemático, que es aquel que tiene la mínima pendiente hidráulica, a este nudo se lo llamara nudo crítico y la línea que une el tanque de reserva con el nudo crítico es la línea crítica. Se debe encontrar un diámetro que garantice que la pendiente hidráulica mínima a lo largo de la línea crítica sea constante. Se puede dimensionar la línea crítica con incluso dos diámetros, pero se deberá garantizar que el nudo crítico cumpla con la presión mínima de servicio

Dimensionamiento de redes malladas

- **Método de Hardy Cross**

Este método también es conocido como el método de prueba y error, aquí se deben seleccionar los diámetros y los caudales previamente, pero luego los caudales se van corrigiendo haciendo iteraciones sucesivas para llegar al caudal real que circula por la red. Este método utiliza la fórmula de Hazen – Williams por simplicidad, pero también pueden utilizarse otras como la de Darcy – Weisbach.

El circuito que es el cuadrado de tuberías tiene semejanza con las tuberías en paralelo, ya que las pérdidas que muestra la imagen en 1,2,3,4,5 van a ser iguales que las pérdidas en 1,6,7,8,5. Los caudales iniciales son los que se imponen, pero deben guardar relación con el agua que sale de la red, es decir al final el agua que entra debe ser igual a la sumatoria del agua que sale en los distintos nodos. Tener en cuenta que a los caudales se les asigna un signo dependiendo de una convención que debe ser seguida a lo largo del proceso iterativo.

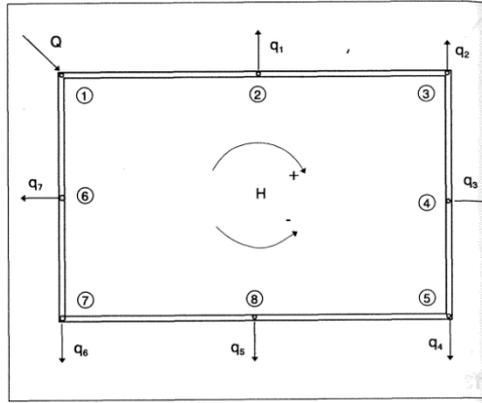


Figura 3.20: Tuberías en paralelo

Elaboración: Propia

Pasos

1. Imponerse los caudales en cada tubería y su signo dependerá de las manecillas del reloj Q_i .
2. Sumar las pérdidas generadas por cada caudal: $hf = \Sigma hf$
3. Dividir cada pérdida por el caudal y sumar: $hf = \Sigma \frac{hf}{Q}$
4. $\Delta Q = \text{Caudal correctivo} = -\frac{\Sigma hf}{1.85 \Sigma \frac{hf}{Q}}$
5. $Q_{\text{corregido}} = Q_i + \Delta Q$

3.10 Modelamiento estático del sistema de agua potable de la asunción.

3.10.1 Estado hidráulico actual del Sistema de Agua Potable

Este análisis se realizó con el número actual de usuarios. Además, la red se dividió en 5 sistemas independientes, donde cada sistema tiene que transportar un caudal igual a la suma de la demanda propia y un caudal adicional que sirve para alimentar al sistema que sigue. Como resultado se podrán evaluar, bajo la configuración actual de diámetros de la red; presiones, velocidades y caudales. En el (ANEXO 3.2) se detalla donde se ubican los distintos nodos, tuberías del sistema y los resultados hidráulicos y en el (ANEXO 3.7) se detallan en tablas los valores hidráulicos de cada nodo y tubería.

Tabla 3.43: Elevaciones, demandas y presiones de los nodos con presiones por arriba de 75 m.c.a

ID	Elevación	Demanda	Presión (m.c.a)
J-199	1,512.30	0.03	182.9
J-193	1,536.17	0.04	159.1
J-222	1,560.75	0.01	134.7
J-189	1,575.01	0.01	130.9
J-187	1,579.59	0.03	126.3
J-77	2,039.17	0.01	125.5
J-185	1,582.34	0.01	123.6
J-226	1,576.27	0	119.3
J-181	1,587.80	0.03	118.2
J-177	1,593.93	0.03	112.1
J-76	2,054.99	0.03	111
J-175	1,596.39	0	109.6
J-182	1,586.61	0.01	109.1
J-75	2,057.43	0.01	107.3
J-73	2,061.56	0.01	104.6
J-74	2,061.52	0	104.4
J-173	1,603.29	0.05	102.8
J-178	1,593.23	0.03	102.8
J-71	2,064.00	0.05	102
J-72	2,064.00	0.01	102
J-70	2,064.59	0.01	101.5
J-68	2,066.68	0	99.4
J-223	1,607.02	0.01	99.1
J-66	2,067.35	0	98.8
J-65	2,069.41	0.01	98.3
J-67	2,066.98	2.22	96.5
J-64	2,084.53	0	84.6
J-227	1,623.90	0	82.6
J-61	2,108.40	0.01	78.9
J-169	1,629.24	0.03	77.4
J-202	1,486.20	0.01	77.1
J-12	2,190.04	0.01	77
J-11	2,191.13	0.08	76

Elaboración: Propia

Tabla 3.44: Nodos finales e iniciales, diámetros, longitudes, caudales y velocidades en las tuberías representativas del sistema

ID	Nodo inicial	Nodo Final	Diámetro interno	Caudal l/s	Velocidad m/s	Longitud (m)
----	--------------	------------	------------------	------------	---------------	--------------

P-1	J-73	J-74	55.7	2.24	0.92	15
P-3	J-74	J-75	55.7	2.24	0.92	72
P-14	J-84	J-85	55.7	2.96	1.21	26
P-15	J-125	J-127	30.2	0.76	1.06	19
P-20	J-25	J-27	108.7	2.1	0.23	26
P-21	J-23	J-25	108.7	2.23	0.24	29
P-23	J-212	J-225	55.7	2.35	0.97	108
P-25	J-20	J-23	108.7	4.64	0.5	77
P-26	J-207	J-208	55.7	0.98	0.4	146
P-27	J-23	J-46	55.7	2.39	0.98	174
P-28	J-110	J-125	30.2	0.78	1.09	161

Elaboración: Propia

Al evaluar la Tabla 3.42 y Tabla 3.43 se determina que: los diámetros de las tuberías pueden satisfacer la máxima demanda de agua. Sin embargo, se generan presiones dinámicas superiores a las que permite la norma rural (40 m.c.a) y la norma urbana (50 m.c.a), esto ocasiona que las perdidas por fugas se incrementen. No hay velocidades superiores a 4.5 l/s que es la máxima recomendada. Se puede revisar los valores completos de las tablas en el (ANEXO 3.7)

3.10.2 Estado hidráulico después del rediseño

Las consideraciones que se tuvieron en el rediseño de la red fueron: la tubería debe pasar por el mismo lugar donde se encuentra actualmente, ya que, gran parte de la misma está ubicada en la vía y caminos vecinales. Los diámetros van a ser iguales por el motivo de que pueden satisfacer la demanda actual y la demanda pensada para 2042, de lo contrario si se colocan tuberías con diámetros más grandes aumentan las presiones, haciendo más grave el problema que ya existe. Se proponen 5 tanques rompe presiones (ANEXO 3.3) y (ANEXO 3.4) para mejorar las presiones dentro de la red y así disminuir los problemas por roturas de tuberías y accesorios. Los resultados hidráulicos: presión, caudal, velocidad de la tubería y nodos se puede observar a detalle en el (ANEXO 3.7)

No existen nodos con presiones superiores a 75 m.c.a (ANEXO 3.7)

Elaboración: Propia

Tabla 3.46: Nodos finales e iniciales, diámetros, longitudes, caudales y velocidades en las tuberías representativas del sistema

ID	Nodo inicial	Nodo Final	Diámetro interno	Caudal l/s	Velocidad m/s	Longitud (m)
P-1	J-73	J-74	55.7	2.72	1.12	15

P-3	J-74	J-75	55.7	2.72	1.12	72
P-8	J-40	J-34	108.7	0.29	0.03	53
P-9	J-36	J-26	55.7	0.26	0.11	46
P-10	J-43	J-36	108.7	0.61	0.07	51
P-14	J-84	J-85	55.7	3.6	1.48	26
P-15	J-125	J-127	30.2	0.75	1.05	19
P-17	J-43	J-40	108.7	0.86	0.09	20
P-18	J-40	J-35	108.7	0.49	0.05	50
P-20	J-25	J-27	108.7	2.56	0.28	26
P-21	J-23	J-25	108.7	2.72	0.29	29
P-23	J-212	PRV_13	55.7	2.86	1.17	108
P-25	J-20	J-23	108.7	5.65	0.61	77

Elaboración: Propia

Al evaluar los datos arrojados por el software WaterCad se puede concluir que al implementar los 5 tanques rompe presión, las presiones dentro del sistema disminuyen, siendo pocos los nodos que superan una presión de 60 m.c.a. Además, ya no existen nodos con presiones superiores a 75 m.c.a. (ANEXO 3.5)

Tabla 3.47: Número de nodos que sobrepasan las presiones de 75, 60 y 50 m.c.a antes y después de la propuesta de rediseño

Presiones (m.c.a)	Antes del rediseño	Después del rediseño
> 75	34	0
> 60	62	15
> 50	111	39

Elaboración: Propia

Tabla 3.48: Número de nodos que sobrepasan las presiones de 75, 60 y 50 m.c.a antes y después de la propuesta de rediseño presentado en porcentaje, además del porcentaje de reducción de presión que habría si se emplean los tanques rompe presiones

Mejora en las presiones			
Presiones	Antes del rediseño	Después del rediseño	Reducción
> 75	16%	0%	16%
> 60	29%	7%	22%
> 50	51%	18%	33%

Elaboración: Propia

CAPÍTULO IV: PLAN DE MEJORAS Y PRESUPUESTO

Las mejoras que se plantean para resolver los problemas actuales del sistema de agua potable de La Asunción son: el cambio de tubería en el sistema y la construcción de 5 tanques rompe presiones. Estas dos propuestas se basan en los estudios realizados como el levantamiento topográfico de la red, el análisis de los consumos registrados por los medidores, el análisis de las encuestas hechas a los usuarios y el análisis de presiones en el software WATERCAD. Todos estos estudios fueron realizados y presentados en este trabajo de titulación.

4.1 Cantidades de obra

Las cantidades de obra se denominan como la cuantificación de una actividad o un rubro específico para poder realizarlo, estas deben estar representadas en unidades de medida y se calculan en base a planos constructivos o de detalle de la actividad u obra.

Estas cuantificaciones deben estar correctamente ordenadas y ser de fácil comprensión, para que de esta manera puedan ser controladas y modificadas al momento de ser ejecutadas.

Para el posible rediseño del sistema de agua se han determinado las actividades y rubros a ser realizados, verificando la cantidad de materiales a emplearse con su respectivo costo dentro del mercado.

Para determinar los equipos y cantidades a emplearse para cada actividad nos basamos en una investigación de presupuestos de similares y de esta manera encontrar el sistema constructivo más idóneo.

Mediante el uso del programa informático Excel se determinó los rendimientos de equipos y mano de obra para las distintas actividades necesarias para su rediseño.

Tabla 4.1: Cantidades de obra para las mejoras del sistema

CANTIDADES DE OBRA			
Item	Descripción	Unidad	Cantidad
1	TANQUE ROMPE-PRESIÓN TRP 07		
1.1	ESTRUCTURA		
1,1,001	Excavación a mano en Suelo sin clasificar	m3	15

1,1,002	Encofrado Recto, con retirado de cofres	m2	33,6
1,1,003	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	640
1,1,004	Sum e Inst Tapa de hormigón 210 Kg/cm2 con cerco metalico	u	2
1,1,005	Hormigón Simple 210 Kg/cm2 para estructuras	m3	8,5
1,2	ACCESORIOS		
1,2,001	Sum,-Ins, Pasamuro HD 50mm	u	6
1,2,002	Sum. e Inst. de Codo HG rosable 90°	u	2
1,2,003	Sum e inst. tubería HG 50mm	m	3
1,2,004	Sum,-Ins, Union Gibault 50mm	u	2
1,2,005	Sum e Inst. Tramo brida lizo 50mm	u	2
1,2,006	Sum e inst. válvula media vuelta PVC 50mm	u	1
1,2,007	Canastilla de ingreso sin sistema CKEK	u	1
1,2,008	Reductor	u	2
2	RED DE DISTRIBUCIÓN Y CONDUCCIÓN		
2,1	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
2,1,001	Replanteo y nivelación de ejes	m	3400,38
2,1,002	Excavación manual zanja 2-4 m	m3	3400,38
2,1,003	Tapado manual de zanjas (50% Relleno sin compactar)	m3	3400,38
2,2	TUBERÍAS		
2,2,001	Sum, Inst, Tuberia PVC UZ 1,25 MPA D=90 mm (Inc. Prueba de presión hidrostática)	m	1994
2,2,002	Sum, Inst, Tuberia PVC UZ 1,25 MPA D=63 mm (Inc. Prueba de presión hidrostática)	m	4264
2,2,003	Sum, Inst, Tuberia PVC UZ 1,25 MPA D=50 mm (Inc. Prueba de presión hidrostática)	m	947
2,2,004	Sum, Inst, Tuberia PVC UZ 1,25 MPA D=40 mm (Inc. Prueba de presión hidrostática)	m	1104
2,2,005	Sum, Inst, Tuberia PVC UZ 1,25 MPA D=32 mm (Inc. Prueba de presión hidrostática)	m	6683
2,2,006	Sum, Inst, Tuberia PVC UZ 1,25 MPA D=25 mm (Inc. Prueba de presión hidrostática)	m	3899
2,3	ACCESORIOS		
2,3,001	Sum e inst TEE reductora	u	20

2,3,002	Sum e inst CODO reductor	u	8
---------	--------------------------	---	---

Elaboración: Propia

4.2 Análisis de precios unitarios

El análisis de precios unitarios es la unidad más mínima en la que se pueden desglosar las actividades o presupuesto de una obra, consiste en el desglose de los rubros, para de esta manera determinar los insumos que serán utilizados al ejecutar cada actividad.

Para el análisis se cuenta con formatos predeterminados, donde su desglose se realiza en base al análisis de componentes de equipo, mano de obra, materiales y transporte que intervienen al momento de realizar el cálculo del costo unitario de una determinada actividad.

El análisis de precios unitarios consiste en el desglose tanto de costos directos y costos indirectos

Costos directos

Los costos directos hacen referencia a los valores que tienen una afección directa hacia el costo unitario, a este costo se lo puede medir y asignar directamente un rubro, sus costos a sumar son:

- Mano de obra)
- Equipos
- Materiales
- Transporte de ser necesario

Costos Indirectos

Son aquellos costos que no están ligados directamente a la actividad, siempre son valorados como un porcentaje del valor del costo directo y su valoración queda a

discreción de la persona que está realizando dicho análisis, este valor por lo general varía el 18 al 20 % del costo directo.

Algunos valores que se tienen en cuenta para el análisis de costos indirectos pueden ser:

- Seguros
- Administrativos
- Arriendos
- Servicios básicos
- Utilidad

Plantilla para el análisis de precios unitarios

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL
OFERENTE:
PROYECTO:

RUBRO:
DETALLE:

Hoja 1 de
UNIDAD:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL M					
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL N					
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P				0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %				
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				
VALOR OFERTADO				

El análisis de precios unitarios para las diferentes actividades o rubros determinados en este proyecto se anexan a este documento.

4.3 Presupuesto referencial

El presupuesto referencial consiste en la sumatoria de todos los valores unitarios de cada actividad multiplicada por la cantidad total de obra, la correcta realización del presupuesto referencial sirve para el correcto cumplimiento del cronograma valorado de la obra.

El presupuesto referencial está conformado de un ítem, un identificador de rubros (código), la descripción del rubro, la unidad de medida de cada actividad, las cantidades de obra a ser ejecutadas, el precio unitario y el precio total de la actividad.

La sumatoria de todos los precios totales de cada rubro nos permiten obtener el precio final de nuestro presupuesto referencial.

Tabla 4.2: Presupuesto referencial

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	TANQUE ROMPE-PRESIÓN TRP 07				\$4.495,39
1.1	ESTRUCTURA				
1,1,001	Excavación a mano en Suelo sin clasificar	m3	15	10,08	\$151,20
1,1,002	Encofrado Recto, con retirado de cofres	m2	33,6	10,85	\$364,56
1,1,003	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	640	2,01	\$1.286,40
1,1,004	Sum e Inst Tapa de hormigón 210 Kg/cm2 con cerco metálico	u	2	31,52	\$63,04

1,1,005	Hormigón Simple 210 Kg/cm2 para estructuras	m3	8,5	144,98	\$1.232,33
1,2	ACCESORIOS				
1,2,001	Sum,-Ins, Pasamuro HD 50mm	u	6	112,57	\$675,42
1,2,002	Sum. e Inst. de Codo HG rosable 90°	u	2	25,86	\$51,72
1,2,003	Sum e inst. tubería HG 50mm	m	3	25,86	\$77,58
1,2,004	Sum,-Ins, Union Gibault 50mm	u	2	108,02	\$216,04
1,2,005	Sum e Inst. Tramo brida lizo 50mm	u	2	100,74	\$201,48
1,2,006	Sum e inst. válvula media vuelta PVC 50mm	u	1	115,8	\$115,80
1,2,007	Canastilla de ingreso sin sistema CKEK	u	1	19,14	\$19,14
1,2,008	Reductor	u	2	20,34	\$40,68
2	RED DE DISTRIBUCIÓN Y CONDUCCIÓN				\$260.557,55
2,1	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2,1,001	Replanteo y nivelación de ejes	m	3400,38	0,13	\$442,05
2,1,002	Excavación manual zanja 2-4 m	m3	3400,38	12,6	\$42.844,79
2,1,003	Tapado manual de zanjas (50% Relleno sin compactar)	m3	3400,38	19,19	\$65.253,29
2,2	TUBERÍAS				
2,2,001	Sum, Inst, Tubería PVC UZ 1,25 MPA D=90 mm (Inc. Prueba de presión hidrostática)	m	1994	12,12	\$24.167,28
2,2,002	Sum, Inst, Tubería PVC UZ 1,25 MPA D=63 mm (Inc. Prueba de presión hidrostática)	m	4264	10,08	\$42.981,12
2,2,003	Sum, Inst, Tubería PVC UZ 1,25 MPA D=50 mm (Inc. Prueba de presión hidrostática)	m	947	5,76	\$5.454,72
2,2,004	Sum, Inst, Tubería PVC UZ 1,25 MPA D=40 mm (Inc. Prueba de presión hidrostática)	m	1104	7,55	\$8.335,20
2,2,005	Sum, Inst, Tubería PVC UZ 1,25 MPA D=32 mm (Inc. Prueba de presión hidrostática)	m	6683	7,31	\$48.852,73
2,2,006	Sum, Inst, Tubería PVC UZ 1,25 MPA D=25 mm (Inc. Prueba de presión hidrostática)	m	3899	5,63	\$21.951,37
2,3	ACCESORIOS				

2,3,001	Sum e inst TEE reductora	u	78	10,03	\$782,34
2,3,002	Sum e inst CODO reductor	u	2	9,3	\$18,60

Elaboración: Propia

Tabla 4.3: Cuadro resumen del presupuesto referencial

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
TANQUE ROMPE-PRESIÓN TRP 07	5	4495,39	22476.95
RED DE DISTRIBUCIÓN Y CONDUCCIÓN		\$261.083,49	\$261.083,49
		TOTAL	\$ 283560.44
		IVA 12%	\$ 32.408,91
		TOTAL	\$ 317587.69

Son: TRECIENTOS DOS MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y TRES CON 18/100 CENTAVOS

Elaboración: Propia

4.4 Especificaciones técnicas y generales

Las especificaciones técnicas son normas, reglamentos y procedimientos que encuadran la realización actividades específicas.

Las especificaciones técnicas que se deben hacer referencia en cuanto a este proyecto deben referirse a cuidados ambientales y seguridad y salud en el trabajo.

Las seguridades respecto al personal y las precauciones que se debe tomar por potenciales deslizamientos, hundimientos del terreno son de responsabilidad del Constructor. No se permitiría que el Constructor realice excavaciones en zanja más allá de lo que el avance en construcción y relleno lo permita, tampoco que se excave zanjas y abandone las otras actividades, resolución que será considerada como negligencia, y para esto se programará y se autorizará la longitud de tramo de excavaciones dependiendo incluso de las condiciones meteorológicas.

Las especificaciones técnicas que hacen referencia a los rubros necesarios para la ejecución de la obra se encuentran en el (ANEXO 4.1).

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones y recomendaciones

El estudio se realizó en base al convenio existente entre el GAD Municipal de Girón y la Universidad del Azuay, como un medio para solventar problemas de necesidad o restauración de obras civiles en las parroquias y comunidades pertenecientes a dicho cantón.

La junta de agua potable de la parroquia La Asunción ha recurrido a estudiantes de la de la carrera de ingeniería civil para que realicen un estudio de evaluación y rediseño del sistema de agua potable como parte de su formación pre profesional.

El levantamiento de información técnica realizado en campo permitió solventar el problema que venía teniendo la junta de agua potable sobre topología del sistema de la red alrededor de la parroquia y sus comunidades, y de esta manera se concluye que el sistema actual de agua potable requiere un cambio de la red de distribución y conducción.

Con la ayuda de un software sofisticado y los trabajos en campo se puede observar que el sistema de agua potable en cuanto a su serviciabilidad se encuentra en condiciones aceptables, motivo por el cual se realizaron algunas mejoras para tener un sistema optimo, estas consisten en la construcción de 5 tanques rompe presiones para algunos sectores de la red.

Los representantes de la junta de agua potable y sus servidores están dispuestos a colaborar para realizar los trabajos respectivos para una repotenciación del sistema actual para obtener un mejor servicio.

Se espera que el estudio realizado de la manera más técnica sea plasmado o construido a la brevedad posible para mejorar el servicio de agua potable y de esta manera mejorar la calidad de vida de la parroquia.

Se recomienda promover campañas de concientización en las escuelas acerca del buen uso del agua, del pago temprano de la tarifa de agua, del cuidado de los accesorios del sistema y del reporte temprano de las fugas que se encuentren en los domicilios.

Se recomienda impartir cursos de capacitación en Excel a los miembros administradores de la junta de agua potable de La Asunción, para que la información de consumos de agua, gastos, ganancias; se puedan mostrar de una manera más clara y se identifiquen los

problemas de forma rápida, ya que, actualmente se cuenta con registros históricos en papel y no de forma digital.

Se recomienda realizar un estudio para la construcción de un tanque de almacenamiento, pues como se muestra en la Tabla 3.42 para los sistemas 1 y 2 no se cumple con el almacenamiento que recomienda la norma.

Se recomienda hacer un registro de presiones para estudios futuros que se hagan sobre el sistema de agua potable de La Asunción. Las mediciones se pueden hacer a las llaves de agua de las casas de los usuarios mientras se toman las lecturas de los medidores, por medio de un manómetro. Se recomienda realizar estas mediciones al menos una vez al año y comparar con las presiones obtenidas en el (ANEXO 3.2).

Referencias Bibliografía

- Aguirre, F. (2015). Abastecimiento de Agua para Comunidades Rurales. Universidad Técnica de Machala.
- Calle, D., & Pauta, J. (2021). Evaluación y plan de mejoramiento para el sistema de diseño de agua potable de la comunidad de santa teresita, parroquia Chiquintad. 72.
- Castro, V. P. (2019). Rediseño del sistema de agua potable para la comunidad Salinas, Santa. Tecnología y ciencias del agua, 153.
- CLORID. (2022). CLORID. Obtenido de <https://www.clorid.com/160>
- Collaguazo, C., & Salinas, M. (2019). Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Guablid, ubicado en el sector de Arañahuayco, perteneciente al Canton Guachapa. 93.
- GAD Parroquial de La Asunsion. (2019-2023). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA DE LA ASUNSION. Giron.
- Giles, R. (1956). Mecanica de los fluidos e Hidraulica. McGraw-Hill.
- INEN, I. E. (1997). CODIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCION. (C.E.C) DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIA. 50.
- Lopez, R. (1995). Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados. Escuela Colombiana de Ingeniería.
- PAVCO. (2022). Manual Tecnico Tubossistemas PRESION PVC. Obtenido de file:///C:/Users/jubia/Downloads/MANUAL_PRESION_24-FEB-2020.pdf
- Senagua. (2012). NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LIQUIDOS EN EL ÁREA RURAL. Obtenido de https://www.academia.edu/29216562/NORMA_DE_DISEÑO_PARA_SISTEMAS_DE_ABASTECIMIENTO_DE_AGUA_POTABLE_DISPOSICIÓN_DE_EXCRETAS_Y_RESIDUOS_LIQUIDOS_EN_EL_ÁREA_RURAL
- Senagua. (2012). NORMA PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES. Obtenido de https://www.academia.edu/29216562/NORMA_DE_DISEÑO_PARA_SISTEMAS_DE_ABASTECIMIENTO_DE_AGUA_POTABLE_DISPOSICIÓN_DE_EXCRETAS_Y_RESIDUOS_LIQUIDOS_EN_EL_ÁREA_RURAL

SENAGUA. (2018). NORMA ECUATORIANA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE.

SENAGUA. (2018.). NORMA ECUATORIANA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE.

Young, H., & Freedman, R. (2013). Física Universitaria. PEARSON.

ANEXOS

**ANEXO 1.1 SECTORES QUE ABARCA LA RED DE AGUA POTABLE
PROPORCIONADA POR LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE
DE LA ASUNCIÓN**

Archivo adjunto

ANEXO 1.2: DIAMETROS DE LA RED DEL SISTEMA DE AGUA DE LA ASUNCIÓN

Archivo adjunto

ANEXO 1.3: UICACIÓN DE LOS USUARIOS ENCUESTADOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ASUNCIÓN

Archivo adjunto

ANEXO 2.1 INFORMES DE CALIDAD DEL AGUA CRUDA Y AGUA POTABLE.

Archivo adjunto

ANEXO 3.1 UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ASUNCIÓN.

Archivo adjunto

**ANEXO 3.2 ESTADO HIDRÁULICO ACTUAL DEL SISTEMA DE AGUA
POTABLE DE LA COMUNIDAD DE LA ASUCIÓN
Archivo adjunto**

**ANEXO 3.3 CALCULOS DE DISEÑO DE LOS TANQUES ROMPE PRESIONES
PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ASUNCIÓN**

Archivo adjunto

ANEXO 3.4 PLANOS Y UBICACIÓN DE LOS TANQUES ROMPEPRESIONES
Archivo adjunto

**ANEXO 3.5 ESTADO HIDRÁULICO FUTURO DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA ASUNCIÓN**

Archivo adjunto

**ANEXO 3.6 INFORME DEL CAUDAL AFORADO QUE INGRESA A LA
CAPTACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA**

Archivo adjunto

ANEXO 3.7 ESTADO HIDRÁULICO ACTUAL Y FUTURO DE LA RED DE AGUA POTABLE

Archivo adjunto

ANEXO 4.1 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
Archivo adjunto

ANEXO 4.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS Y GENERALES DE LOS RUBROS
Archivo adjunto