



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE
GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**PROTOTIPO DE REDISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA
POTABLE MEDIANTE UN SISTEMA DE VALVULAS DE CONTROL
HIDRÀULICO PARA EL MEJORAMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO
DE ABASTECIMIENTO DEL LIQUIDO VITAL DEL CANTÓN LA TRONCAL,
PROVINCIA DE CAÑAR**

AUTORES:

**BURGOS SALINAS OSCAR FRANCISCO
VILLAMAR ZAVALA FRANKLIN ALFONSO**

TUTOR:

MGTR. PABLO PAREDES RAMOS

GUAYAQUIL

2023



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: PROTOTIPO DE REDISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE MEDIANTE UN SISTEMA DE VALVULAS DE CONTROL HIDRÀULICO PARA EL MEJORAMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DEL LIQUIDO VITAL DEL CANTÓN LA TRONCAL, PROVINCIA DE CAÑAR	
AUTOR/ES: Burgos Salinas Oscar Francisco Villamar Zavala Franklin	REVISORES O TUTORES: Mgtr. Pablo Paredes Ramos
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Ingeniero Civil
FACULTAD: INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	CARRERA: Ingeniería Civil
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2023	N. DE PAGS: 55
ÁREAS TEMÁTICAS: Ingeniería y Ambiental	
PALABRAS CLAVE: distribución, presiones, válvulas, red, epanet	
RESUMEN: El presente proyecto trata de una sectorización estratégica a un sector de la red de distribución de agua potable del cantón la troncal mediante un sistema de válvulas de compuerta, este sistema permitirá un mejor reparto del recurso hídrico al momento de presentar algún daño en los diferentes tipos de elementos que conforman una red de agua potable.	
N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	

ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> x	N <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Burgos Salinas Oscar Francisco Zavala Villamar Franklin Alfonso	Teléfono: 0990666095 0999666577	E-mail: oburgoss@ulvr.edu.ec fvillamarz@ulvr.edu.e
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Mgtr. Ing. Milton Andrade Laborde (Decano) Teléfono: 2596500 Ext. 241 E-mail: mandreadel@ulvr.edu.ec Mgtr Alexis Valle Benítez (Director de Carrera) Teléfono: 2596500 Ext. 242 E-mail: avalleb@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUDES

PROTOTIPO DE REDISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE MEDIANTE UN SISTEMA DE VALVULAS DE CONTROL HIDRÁULICO PARA EL MEJORAMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DEL LIQUIDO VIT

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%	6%	3%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	qa-ide.ambiente.gob.ec:8080 Fuente de Internet	1%
2	repositorioslatinoamericanos.uchile.cl Fuente de Internet	1%
3	nportal0.urv.cat:18080 Fuente de Internet	1%
4	Submitted to imfice Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to ISM International Academy Trabajo del estudiante	1%
6	Marina De Neiva Borba, William Saad Hossne. "A natureza jurídica da saúde na américa latina e caribe: um estudo constitucional comparado", Revista de Direito Sanitário, 2010 Publicación	1%



Mgr. Pablo Paredes Ramos

PROFESOR TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados **BURGOS SALINAS OSCAR FRANCISCO** y **VILLAMAR ZAVALA FRANKLIN**, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, Prototipo de rediseño de la red de distribución de agua potable mediante un sistema de válvulas de control hidráulico para el mejoramiento y optimización del servicio de abastecimiento del líquido vital del cantón La Troncal, provincia de Cañar, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autores



Firma:

BURGOS SALINAS OSCAR FRANCISCO
C.C. 0957175599



Firma:

VILLAMAR ZAVALA FRANKLIN ALFONSO
C.C. 0927692210

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación, “PROTOTIPO DE REDISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE MEDIANTE UN SISTEMA DE VALVULAS DE CONTROL HIDRÀULICO PARA EL MEJORAMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DEL LIQUIDO VITAL DEL CANTÓN LA TRONCAL, PROVINCIA DEL CAÑAR” designados por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “PROTOTIPO DE REDISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE MEDIANTE UN SISTEMA DE VALVULAS DE CONTROL HIDRÀULICO PARA EL MEJORAMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DEL LIQUIDO VITAL DEL CANTÓN LA TRONCAL, PROVINCIA DEL CAÑAR”, presentado por los estudiantes Burgos Salinas Oscar Francisco y Villamar Zavala Franklin Alfonso como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación



Mgr. Pablo Paredes Ramos

C.C. 0911828150

AGRADECIMIENTO

Agradezco de la manera más encarecida a todos y cada uno de los docentes que formaron parte de todo el transcurso académico, sobre todo a mi mamá ya que ella fue un pilar fundamental en toda esta etapa estudiantil.

Burgos Salinas Oscar Francisco
Villamar Zavala Franklin Alfonso

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación se lo dedico a mi madre y a mi hija, ya que ellas dos fueron y serán mi motor para salir adelante en todos los ámbitos tanto estudiantiles, laborales y personales.

Burgos Salinas Oscar Francisco

Esta tesis dedico a mi madre y abuela que me supieron apoyar durante toda mi carrera universitaria y así poder lograr el objetivo.

Villamar Zavala Franklin Alfonso

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
1.1. Tema.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Formulación del problema	3
1.4. Sistematización del problema	3
1.5. Objetivos de la investigación	3
1.5.1. Objetivo general	3
1.5.2. Objetivos específicos	3
1.6. Justificación de la investigación.....	4
1.7. Delimitación o alcance de la investigación	5
1.8. Línea de investigación institucional/facultad	5
1.9. Hipótesis de la investigación.....	5
1.10 . Definición de las variables	6
CAPÍTULO II	7
2.1 MARCO TEÓRICO	7
2.1.1 Antecedentes históricos.....	7
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	9
2.2.1 Sectorización	9
2.2.2 Sistema de agua potable	9
2.2.3 Válvulas.....	10
2.2.4 Válvulas de compuertas	10
2.2.5 Válvulas de aire.....	10
2.2.6 Válvula de diafragma	11
2.2.7 Tubería	11
2.2.8 Tubería de plástico	12
2.2.9 Tubería de fibrocemento	12
2.2.10 Tubería de concreto.....	13
2.2.11 Tanques	13
2.2.12. Tanques enterrados.....	14
2.2.13 Tanques semienterrados	14
2.2.14 Tanques elevados	15

2.2.14 Catastro	15
2.2.15 Simulacro hidráulico	15
2.2.16 Epanet.....	15
2.3. MARCO LEGAL	16
2.3.1 Normativa General	16
CAPÍTULO III	20
3.1 MARCO METODOLÓGICO	20
3.1.1 Tipo de investigación.....	20
3.2 Metodología de la investigación	20
3.3 Técnicas.....	21
3.4 Instrumentos	21
3.5 Población.....	21
3.6 Muestra.....	22
3.7 Procedimiento de recolección de datos	22
3.8 Análisis de resultados.....	23
CAPÍTULO IV: PROPUESTA.....	24
4.1 Propuesta	24
4.1.1. Presentación de los datos Municipales.....	24
4.2 Calculo EPANET diseño original	28
4.3 Rediseño 1	30
4.4 Rediseño 2.....	32
4.5 Rediseño 3.....	35
CONCLUSIONES	39
RECOMENDACIONES	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	12
Tabla 2.	26
Tabla 3.	26
Tabla 4.	29
Tabla 5.	31
Tabla 6.	35
Tabla 7.	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Acueducto romano.....	7
Figura 2 Red sectorizada.....	9
Figura 3 Red de agua potable.....	9
Figura 4 Válvula de compuerta.....	10
Figura 5 Válvula de aire.....	11
Figura 6 Válvula de diafragma	11
Figura 7 Tubería de fibrocemento.....	13
Figura 8 Tubería de concreto	13
Figura 9 Tanques enterrados	14
Figura 10 Tanques elevados.....	15
Figura 11 Ubicación Cantón La Troncal	22
Figura 12 Áreas de estudio	24
Figura 13 Formula del caudal máximo diario.....	25
Figura 14 Formula del caudal máximo horario.....	25
Figura 15 Red de agua potable existente	28
Figura 16 Rediseño 1 datos de válvula 1	30
Figura 17 Red de distribución de agua - rediseño 1.....	31
Figura 18 Rediseño 2 datos de válvula 1	33
Figura 19 Red de distribución de agua - rediseño 2.....	34
Figura 20 Rediseño 3 datos de válvula 1	36
Figura 21 Rediseño3 datos de válvula 2	36
Figura 22 Red de distribución de agua - rediseño 3.....	37

INTRODUCCIÓN

Como parte de la regulación y control de la gestión integral de los recursos hídricos, la Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA), se reunió con autoridades de la Empresa de Agua Potable de La Troncal para dialogar sobre el estado de los servicios de agua potable de la localidad.

La gestión integral del recurso hídrico es un proceso que promueve el desarrollo de políticas públicas coordinadas para extender el bienestar social, económico y la protección de los ecosistemas. En este sentido, la ARCA como entidad encargada de la regulación y control del sector estratégico del agua a nivel nacional, coordina permanentemente acciones orientadas a la dotación eficiente del servicio público de agua para consumo humano.

Parte de dicha coordinación consiste en el fortalecimiento de capacidades de los prestadores que operan y administran los servicios citados, así como la colaboración en actividades que permitan cumplir con una adecuada gestión del recurso hídrico.

De esta manera, conocida la situación actual del cantón La Troncal con respecto a las dificultades de acceso de los consumidores al servicio público de agua, la Empresa de Agua Potable y la Agencia generarán conjuntamente estrategias que permitan garantizar el derecho de acceso humano al agua, la salud pública y la sostenibilidad de este servicio.

El presente documento contiene el análisis y rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la población urbana de la Cabecera Cantonal de La Troncal. Mediante un modelo hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable, elaborado con el software EPANET se realizó un análisis del sistema existente, para definir si este abastece la demanda actual y conocer, en detalle, su comportamiento frente a la demanda actual. Con una evaluación del sistema existente se vio la necesidad de repotenciar la red existente, dividiéndola en dos subsistema para lograr, con estos cambios, presiones que se acerquen a las óptimas, esto entre 20 mca y 30. La primera red se abastecerá directamente del Tanque Regulador ubicado en el Cerro Huaquillas y servirá al sector central de la ciudad.

CAPÍTULO I

1.1. Tema

Prototipo de rediseño de la red de distribución de agua potable mediante un sistema de válvulas de control hidráulico para el mejoramiento y optimización del servicio de abastecimiento del líquido vital del cantón La Troncal, provincia del Cañar.

1.2. Planteamiento del problema.

En la última década del cantón la Troncal se ha presentado uno de los mayores desafíos ingenieriles el cual radica en el abastecimiento inadecuado de agua potable para la ciudadanía en tiempos de invierno, esto se debe a que posee una red de distribución generalizada que por ende al mínimo daño de una tubería sea esta principal o secundaria se deba cancelar el reparto de este recurso hídrico a la mayor parte de la población, generando así una gran problemática ya que el agua es indispensable para todo tipo de actividades en el día a día de un ser humano. La planta de tratamiento de agua potable llamada copalillos está situada en una parte montañosa del cantón, la cual capta el recurso hídrico de 2 afluentes el Yana yacú y las siete cascadas siendo estos ríos jóvenes, que a su vez en temporadas de invierno causan serios daños a los conductos de captación y a los filtros de tratamiento del líquido debido al alto contenido de sedimentos que viene arrastrando por las fuertes corrientes.

Más del 20% de los conductos de la red de distribución de agua potable del Cantón la Troncal han superado su vida útil por lo cual deben ser removidos de sus funciones colocando nuevas tuberías, para esto se debe cancelar a toda la población el reparto de este recurso indispensable generando así gran malestar para los demás sectores pertenecientes a la población.

Otro de los problemas no menos importantes son las averías concurrentes en las tuberías en tiempos de invierno por las fuertes precipitaciones, ya que el cantón no posee una red de aguas lluvias adecuada lo que provoca inundaciones, ocasionando que el agua se filtre por el suelo, desprendiendo así material que provoca roturas en los conductos y estos deban ser cambiados habitualmente ocasionando el cierre de distribución general de la red de distribución de la población por no poseer un sistema sectorizado a su vez la circulación de los automotores livianos y pesados que producen vibraciones en la superficie causando serios problemas en las cañerías.

1.3. Formulación del problema

¿Qué beneficios tendrá proponer un prototipo básico de un sector de la red de distribución de agua potable mediante un sistema de válvulas hidráulicas para el cantón la Troncal?

1.4. Sistematización del problema

¿De qué manera afectara el abastecimiento inadecuado de agua potable en el Cantón la Troncal?

¿Qué incidencia tendrá el sector delimitado del cantón la Troncal, poseer un prototipo básico de una red de distribución de agua potable mediante un sistema de válvulas de control hidráulico?

¿Qué software se utilizará para la realización del prototipo básico de un sector de la red de distribución de agua potable?

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Proponer un prototipo básico de un sector de la red de distribución de agua potable del cantón la Troncal mediante un sistema de válvulas de control hidráulico.

1.5.2. Objetivos específicos

- Establecer el estado actual de la red de distribución de agua potable de un sector del Cantón La Troncal.
- Evaluar las ubicaciones técnicas más adecuadas para implementar las válvulas de control hidráulico de un sector de la red de distribución de agua potable del Cantón La Troncal.
- Identificar los aspectos positivos de realizar un prototipo básico de un sector de la red de distribución de agua potable mediante un sistema de válvulas de control hidráulico.

1.6. Justificación de la investigación

Los recursos de agua son aprovechados de diferentes formas, entre ellas el uso para agua potable, que es un servicio fundamental para el desarrollo de las comunidades. El agua potable debería llegar a cada uno de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural, es por eso que este servicio es, desde la antigüedad, ha sido preocupación de la humanidad.. Para cada ciudad, pueblo o área rural es importante dotar a todos sus habitantes de agua potable, para ello es necesario contar con un sistema de abastecimiento de agua que brinde un servicio de calidad. En el caso de la ciudad de La Troncal, este si cuenta con un sistema de abastecimiento de AAPP. El sistema cuenta con: captación de agua superficial (Rio Yanayacu y Estero Azul); planta de tratamiento; conducción hasta los dos tanques de reserva del cerro Huaquillas: y red de distribución.

La red de distribución del Cantón La Troncal posee una red de distribución de agua potable con varios inconvenientes perjudiciales para los habitantes que no permite un abastecimiento adecuado, uno de ellos es tener una estructura de tuberías interconectadas de manera general dado que al momento de tener que remover uno de estos elementos se deba cancelar todo el reparto a la población, otro de los defectos no menos importantes es que más del 20% de los conductos presentan una vida útil por finalizar teniendo que ser cambiadas, ocasionando inconformidad en la totalidad de la población y no solo en un sector específico.

Este proyecto tiene como finalidad mejorar la calidad de vida de cada uno de los habitantes de un sector del Cantón la Troncal, gracias a la propuesta de un prototipo básico de una zona de la red de distribución de agua potable; hoy en día la población no cuenta con una red sectorizada lo que dificulta el reparto adecuado de este recurso, al momento de tener un daño en alguna parte de la tubería sea esta principal o secundaria, debido a esta situación, el diseño propone complacer al sector delimitado como objeto de estudio con el correcto abastecimiento frente a algún deterioro de cualquiera de uno de los conductos que es un problema muy concurrente en la localidad. Para lograr el cumplimiento de esta obra ingenieril propuesta se deberá realizar estudios basados en los planos actuales de la red de distribución del Cantón la Troncal para poder tener una mejor visualización de su completa infraestructura para así posteriormente poder dividir toda la zona en sectores de tal manera que se pueda insertar un sistema de válvulas de control hidráulico en cada uno de los sitios estratégicos, así dar una solución viable a la ciudadanía ante esta problemática.

1.7. Delimitación o alcance de la investigación

Campo: Proyecto de investigación que representa el trabajo de titulación en Educación Superior Tercer Nivel de Grado, en la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

Área: Ingeniería Civil

Aspecto: Territorio

Tema: Prototipo de rediseño de la red de distribución de agua potable mediante un sistema de valvulas de control hidráulico para el mejoramiento y optimización del servicio de abastecimiento del liquido vital del cantón La Troncal, provincia del Cañar.

Delimitación Espacial: El Cantón La Troncal provincial del Cañar

Delimitación Temporal: 6 meses

1.8. Línea de investigación institucional/facultad

Línea institucional:	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción
Líneas de facultad de Ingeniería, industria y construcción:	Territorio Medio Ambiente y materiales innovadores para la construcción
Sublínea de facultad:	Territorio

1.9. Hipótesis de la investigación

Con la propuesta del prototipo básico de un sector de la red de distribución de agua potable del Cantón la Troncal, se lograra mejorar el abastecimiento inadecuado del recurso hídrico, mejorando la calidad de vida de cada uno de los habitantes de la zona delimitada como objeto de estudio, disminuyendo así en un gran porcentaje su descontento frente a esta problemática que se vive día a día.

1.10. Definición de las variables

Variable independiente: Red de distribución de agua potable.

Variable dependiente: Prototipo de rediseño de la red de distribución de agua potable mediante un sistema de válvulas de control hidráulico.

CAPÍTULO II

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Antecedentes históricos

El hombre como tal desde hace muchos años atrás a almacenado y distribuido agua. Durante el paleolítico los individuos se situaba cerca de ríos o lagos con la finalidad de dar utilidad y consumo al recurso hídrico. Hace aproximadamente 7000 años en Jerico se empezó a desarrollar un tipo de red de distribución de agua potable muy rudimentario la cual consistía en realizar canales perforados en la arena o roca, tiempo después empezarían a utilizar tubos huecos. En China y Japón usualmente empleaban troncos de bambú mas tarde cerámica, madera y metal. (ULLAURI, 2018)

Siglos atrás Roma fue considerada una civilización experta en captación y sobre todo en la distribución de agua, hoy en la actualidad no existe alguna otra obra ingenieril similar a lo planteado por dicha cultura. Su estructura comprendía en una serie de acueductos que transportaban el recurso hídrico hasta un depósito o piscina, desde allí se desprendían diferentes tuberías generalmente de cerámica las cuales se dirigían a todos los rincones de la ciudad. (CALERO, 2021)



Figura 1 Acueducto romano

Fuente: National Geographic, 2020

La red de distribución de agua potable del cantón la Troncal cuenta con dos etapas, la primera está dada entre los años 1995 y 2007, define como tal dotar del recurso hídrico al 80%

de la población total urbana, la segunda etapa data entre los años 2008 y 2020 teniendo como finalidad extender el servicio a las zonas suburbanas del cantón. Todo este proceso depende de varios factores como son: la economía, el crecimiento poblacional y la vida útil de los elementos que conforman una red de agua potable, etc. (GRUPO CONSULTOR HIDROESTUDIOS , 1994)

La estructura de la red de distribución de agua potable del cantón la Troncal está integrada por:

La captación de las aguas superficiales del río Yanayacu (I ETAPA).

Captación de aguas subterráneas mediante un pozo, en el sector Voluntad de Dios (II ETAPA).

Tanque de reserva en el cerro Huaquillas.

Tanque de reserva para la Voluntad de Dios.

Red de distribución y

Conexiones domiciliarias.

A través de varios estudios tanto en el sector público como privado se denota como una opción estratégica el uso de válvulas hidráulicas en diferentes puntos claves de la red de distribución de agua potable, teniendo un mejor control en la apertura y cierre del paso del fluido, disminuyendo en gran medida el índice de agua no contabilizada debido a diferentes tipos de fugas que puedan presentar los elementos que constituyen una red de agua potable, mejorando así de una manera más eficiente la continuidad de este recurso en los diferentes sectores restantes que no presenten este problema. (CARDENAS TORRES, 2017)

La sectorización de la red de distribución de agua potable para el cantón La Troncal mediante un sistema de válvulas hidráulicas permite un mejoramiento en el abastecimiento del recurso hídrico para la población, gracias a esta implementación se podrá controlar de una manera más técnica las fallas existentes a presente y futuro que se puedan tornar en la red de dicho Cantón, ocasionando disminuir el descontento en los moradores frente a esta problemática. (LUCIO FRAGOSO SANDOVAL, 2016)

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Sectorización

Definir por secciones una infraestructura con la finalidad de simplificar el análisis de una red, reduciendo el número de elementos existentes. En términos más simplificados, paralizar la función o actividad que está realizando un tramo de red sin influir en las demás zonas. (VASQUEZ, 2018)

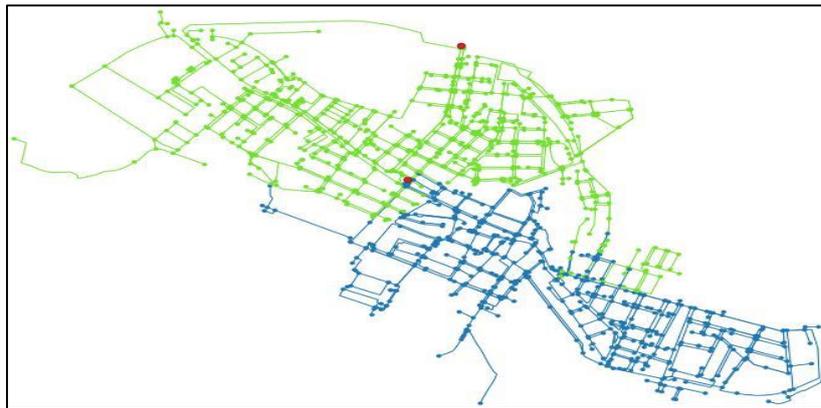


Figura 2 Red sectorizada
Fuente: Martínez (2021)

2.2.2 Sistema de agua potable

Es un conjunto de elementos que están interconectados entre sí, tienen como finalidad transportar el recurso hídrico desde la fuente de recolección, hasta los lugares de expendio, cumpliendo con las condiciones aptas y requeridas de condición, cantidad y presión de servicio. (MIGUEL, 2022)

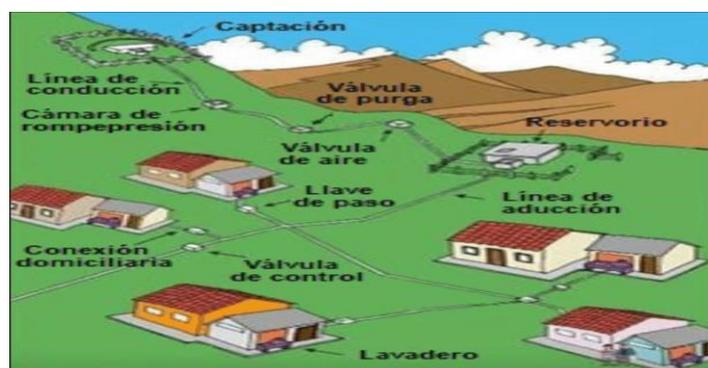


Figura 3 Red de agua potable
Fuente: Ulloa (2020)

La red de distribución inicia desde el tanque de reserva de agua tratada hasta los consumidores o hidrantes públicos. “La red de distribución de agua está constituida por un conjunto de tuberías, accesorios y estructuras, las mismas que son las encargadas de conducir el líquido”. López, J. (2009). Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades Santa Fe y Capachal, Píritu, Estado Anzoátegui. (Trabajo de grado) Universidad de Oriente. Venezuela.

2.2.3 Válvulas

Usualmente cumplen dos funciones básicas: apertura y cierre, esto da a entender que tiene la finalidad de dar paso o detener el flujo que circula a través de una tubería. Estas pueden ser de diferente tipo según su función: válvulas de compuerta, válvula de aire, válvula de diafragma, etc. (TORRE, 2020)

2.2.4 Válvulas de compuertas

Es un elemento que tiene como función base la apertura y cierre en su totalidad del fluido, este dispositivo funciona con un disco giratorio que se cierra de manera gradual hasta llegar a un tope máximo. (TORRE, 2020)



Figura 4 Válvula de compuerta
Fuente: NTGD Industria Valves, (2020).

2.2.5 Válvulas de aire

Las válvulas de aire son elementos que tienen como funciones primordiales la expulsión y la introducción de aire a las tuberías. (TORRE, 2020)



Figura 5 Válvula de aire
Fuente: IWIA, (2020).

2.2.6 Válvula de diafragma

Son elementos básicos en los sistemas de tuberías, se considera como una válvula de cierre y apertura, como su nombre lo indica trabaja a través de un diafragma que está constituido por un material blando-flexible con propiedades elásticas, no corrosivas e impermeable. Generalmente se aplican cuando existen materiales corrosivos, baja presión, baja temperatura, etc. (NTGD INDUSTRIA GALVES , 2020)

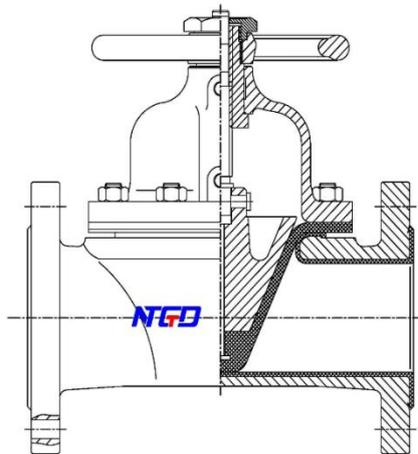


Figura 6 Válvula de diafragma
Fuente: NTGD Industria Valves, (2020).

2.2.7 Tubería

Se denomina tubería a la agrupación de conductos con secciones radiales, su función principal es transportar fluidos sean estos gases o líquidos, conforma parte indispensable en las redes de distribución de agua potable, a su vez existen tuberías de diferentes tipos de materiales según su funcionalidad y diámetros.

2.2.8 Tubería de plástico

Estos pueden ser de policloruro de vinilo (PVC) y polietileno de alta densidad (PEAD), existen de diferentes diámetros en PVC: 50, 63, 80, 100, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 450, 500 y 630mm). Este tipo de tuberías cuentan con ciertos atributos o ventajas como son: hermeticidad, pared interior lisa, resistencia a la corrosión, es más ligero y flexible, sin embargo también son susceptibles a la temperatura menor a 0 °C y mayor a 25 °C. (SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES)

Tabla 1.

Presión máxima de trabajo en tuberías de pvc

Clase	Presión máxima de trabajo	
	Mpa	Kg/cm2
5	0.5	5
7	0.7	7
10	1.0	10
14	1.4	14
20	2.0	20

Fuente: Secretaria de medio ambiente y recursos naturales

Elaborado por: Burgos y Villamar (2022)

Los tubos de polietileno (PEAD) se catalogan de acuerdo a la densidad de la materia en tres tipos: baja densidad, media densidad y alta densidad. Cuenta con los mismos beneficios que los tubos de PVC, sin embargo existen de diferentes diámetros que oscilan entre los 12mm hasta los 1000mm.

2.2.9 Tubería de fibrocemento

Constituido en su mayoría por cemento, fibras de asbesto y sílice, sus diámetros oscilan entre los 75 y 2000mm, entre sus mayores ventajas están la inmunidad a la corrosión electroquímica y a la tuberculización sin embargo uno de sus mayores puntos débiles es la fragilidad. (SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES).



Figura 7 Tubería de fibrocemento
Fuente: Grupo Martín Lorenzo (2023).

2.2.10 Tubería de concreto

Usualmente se la utilizan para la red primaria de una red de distribución de agua potable de dimensiones considerables, su diámetro interno oscila entre los 400 a 5000mm, tienen alta resistencia mecánica, alta capacidad de conducción, larga vida útil y bajo mantenimiento. Entre sus desventajas es susceptible a la corrosión, y su reparación así como su conexión son difíciles de realizar. (SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES)



Figura 8 Tubería de concreto
Fuente: Superblock (2021).

2.2.11 Tanques

Son utilizados en las redes de distribución de agua potable, generalmente para almacenar este recurso, estas estructuras pueden ser superficiales o elevadas, es conveniente por temas estratégicos colocar el sistema de almacenamiento en el núcleo del área de servicio, así se logra economizar diámetros de tuberías y mantener una igualdad en las presiones. Existen diferentes

tipo de tanques como por ejemplo: tanques enterrados, tanques semienterrados, tanques elevados, tanques superficiales. (SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES)

2.2.12. Tanques enterrados

Son estructuras construidas en el subsuelo, su principal función es proteger el recurso hídrico de los cambios de temperatura, generalmente se los construyen en terrenos de fácil excavación debido a que su construcción requiere grandes movimientos de tierra para su ejecución. (SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES)



Figura 9 Tanques enterrados
Fuente: Emiliana Serbatoi (2022).

2.2.13 Tanques semienterrados

Son elementos que tienen solo una parte de su estructura bajo el nivel del suelo, generalmente se los construye cuando el removimiento de tierra es difícil. (SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES)

2.2.14 Tanques elevados

Son aquellos elementos que están sobre el nivel del suelo y se sostienen a través de una estructura, estos elementos generalmente los utilizan en localidades que tienen como característica una superficie plana, es recomendable que la ubicación de este tipo de tanque se lo ubique en una área central de la localidad debido a que esto evitara variaciones de presión. (SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES)



Figura 10 Tanques elevados
Fuente: SYNERTECH (2022).

2.2.14 Catastro

Se llama catastro a una compilación de datos y procedimientos técnicos que faculta a un individuo identificar, categorizar y focalizar las características físicas de cada uno de los elementos que conforman una red de distribución de agua potable. (Moya Medina, 2021)

2.2.15 Simulacro hidráulico

Esta actividad se la ejecuta mediante un software, su función principal es evaluar diferente tipos de escenarios, analizando el comportamiento de cada uno de sus componentes y del fluido, los datos obtenidos se los puede plasmar en la vida real. (PIERO, 2012)

2.2.16 Epanet

Los programas de simulación son herramientas que permiten optimizar los diseños de las redes de abastecimiento de agua potable, ya que se puede incluir todas las variables que intervienen en el diseño y mediante repetidas simulaciones alcanzar la mejor solución.

El epanet es un software de simulación hidráulica que nos permite saber el comportamiento del fluido dentro de una red de distribución o una infraestructura similar de este tipo a presión. (PLAZA, 2017)

- A continuación se presenta algunas de las acciones que permite realizar el programa Epanet.
- Diseño de Red de Distribución
 - Simulación de redes en tiempo real
 - Programa de lavado de tuberías
 - Identificar las Fugas de agua
 - Análisis de tuberías
 - Gestionar el consumo energético

2.3. MARCO LEGAL

2.3.1 Normativa General

Sección primera: Agua y alimentación

Art. 12.-El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida. (CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2008)

Art. 13.-Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria. (CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2008)

Sección segunda: Ambiente sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. (CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2008)

Sección sexta: Hábitat y vivienda:

Art. 30.- Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica. (CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2008)

Sección séptima: Salud

Art. 32.-La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir. (CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2008)

Capítulo sexto: Derechos de libertad

Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas:

El derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios. (CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2008)

Capítulo segundo: Biodiversidad y recursos naturales

Sección primera Naturaleza y ambiente

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza. (CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2008)

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas. La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará

también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas. Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles. (CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2008)

Según la Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua de la constitución de la república del Ecuador establece los siguientes artículos:

Título II: Recursos Hídricos

Capítulo 1: Definición, infraestructura y clasificación de los recursos hídricos

Art. 11.- Infraestructura hidráulica:

Se consideran obras o infraestructura hidráulica las destinadas a la captación, extracción, almacenamiento, regulación, conducción, control y aprovechamiento de las aguas así como el saneamiento, depuración, tratamiento y reutilización de las aguas aprovechadas y las que tengan como objeto de acuíferos las recargas superficial como presas, embalses, canales, conducciones depósitos de abastecimiento a poblaciones, alcantarillado, colectores de aguas pluviales y residuales, instalaciones de saneamiento, depuración y tratamiento, estaciones de aforo, piezómetros, redes de control de calidad así como todas las obras y equipamientos necesarios para la protección del dominio hídrico público. (LEY ORGANICA DE RECURSOS HIDRICOS , 2014)

Sección IV: Servicios Públicos

Art. 37.- Servicios públicos básicos:

Para efectos de esta Ley, se considerarán servicios públicos básicos, los de agua potable y saneamiento ambiental relacionados con el agua. La provisión de estos servicios presupone el otorgamiento de una autorización de su uso.

La provisión de agua potable comprende los procesos de captación y tratamiento de agua cruda, almacenaje y transporte, conducción, impulsión, distribución, consumo, recaudación de costos, operación y mantenimiento. (LEY ORGANICA DE RECURSOS HIDRICOS , 2014)

Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes Quinta parte: Captación y conducción

Para proyectos de abastecimiento de agua potable. Disposiciones generales Bases para el diseño de un sistema de agua potable

Los sistemas de abastecimiento de agua potable se dividen en las categorías indicadas en la tabla en función de la confiabilidad del abastecimiento.

CAPÍTULO III

3.1 MARCO METODOLÓGICO

3.1.1 Tipo de investigación

El enfoque cuantitativo sigue un orden específico y necesita de pruebas objetivas. Posee ciertos procesos por los cuales debe pasar y no existe la posibilidad de eludir alguno de ellos por ser un enfoque secuencial, todos los pasos son necesarios. Se rige por un orden riguroso, pero es posible cambiar ciertas cosas en algún punto de la investigación para poder adaptar al tema planteado. Surge de una pregunta, una idea que con el paso del tiempo empieza a delimitarse. (Hernández R. , Metodología de la investigación, 2014)

La principal característica de este enfoque de investigación es su manera de obtener resultados que se representan mediante números, estos datos numéricos permiten tener una perspectiva de la realidad permitiendo llegar a sacar conclusiones de una manera más precisa y centrándose en la objetividad. (Hernández, 2014)

3.2 Metodología de la investigación

Investigación exploratorio

El estudio exploratorio está enfocado en temas novedosos o poco estudiados con la finalidad de realizar una examinación exhaustiva. Este tipo de estudio es como lanzarse a un viaje a un sitio inexplorado del cual aún no existe ninguna información. Al estar en ese nuevo lugar no sabemos que ruta tomar exactamente porque ignoramos todo al respecto. Tiene la función de familiarizarse con el tema propuesto que hasta el momento es algo de lo que no se tiene información concreta. (Hernández R. , Metodología de la investigación, 2014)

Investigación Descriptiva.

La investigación descriptiva indaga, determina y selecciona las características fundamentales del objeto en estudio para futuros resultados. Esta investigación es descriptiva debido a que se investiga y describe todas las características y propiedades que concierne a la elaboración de bloques y el uso de los materiales alternativos, además se detalla los eventos y resultados que se producen en el proceso de investigación.

3.3 Técnicas

- Estudio de caso: Este tipo de estudio posibilita conocer con detalles y de manera extensa el tema seleccionado. Se basa en todo procedimiento que forme un sistema para la obtención de información, con el objetivo de tener una perspectiva de un problema en general. Es útil cuando se desea estudiar propiedades básicas, además se puede conocer la situación en la que se podría encontrar actualmente e incluso esclarecer la manera en que interactúan grupos de personas como instituciones, personas individuales o una comunidad. (Monje, 2011)

Se caracteriza por estudiar de manera profunda, teniendo en cuenta particularidades y procesos característicos de un elemento de estudio. Además, son realmente óptimos para generar información básica con el fin de plantear investigaciones más extensas, teniendo en cuenta lo complejo que es la averiguación, considerando variables, ciertas interacciones y procesos que necesiten ser estudiados con más intensidad. (Monje, 2011)

- Revisión documental: Es una manera de investigar técnicamente, su objetivo es explicar y mostrar los documentos de manera sistematizada para que sea fácil de procesar. (Dulzaides, 2004)

El análisis de datos documentales permitirá mostrar la información adquirida de parte de varios autores con la finalidad de obtener argumentos con sustento. (Dulzaides, 2004)

3.4 Instrumentos

- Programa EPANET, modelación de redes de agua potable

3.5 Población

El informe proporcionado por el Ilustre Municipio del cantón La Troncal permite observar las personas que viven en el punto durante el año 2017, cuenta con una población de 41.570 personas pero que puede llegar a crecer en un periodo de 25 años hasta 74.824 como una proyección de población.

componentes químicos, permitiendo saber el tiempo que los componentes pueden llegar a permanecer en las tuberías. (Rossman, 2003)

3.8 Análisis de resultados

- Para la presión en la red: las siguientes consideraciones son tomadas de la INEN que permiten saber el mínimo valor que puede tener la presión en una red de distribución de agua potable: En lo que a presión se refiere, se establece un mínimo de 10 m de columna de agua en los puntos y condiciones más desfavorables de la red. (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1992)

Para el caso de proyectos en los que el abastecimiento se realiza a través de grifos públicos, esta presión podrá ser reducida a 5 m. (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1992)

La presión estática máxima, no deberá, en lo posible, ser mayor a 70 m. de columna de agua y presión máxima dinámica, 50 m. (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1992)

- Para la velocidad la siguiente consideración fue tomada de la INEN que permite saber el mínimo valor que puede tener la velocidad en una red de distribución de agua potable: La velocidad dentro de las tuberías deberá, en lo posible, mantenerse alrededor de 1,5 m/s. El error de cierre en los circuitos, será como máximo 0,5 m. (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1992)

CAPÍTULO IV: PROPUESTA

4.1 Propuesta

4.1.1. Presentación de los datos Municipales

Los datos del cantón la troncal permitieron sectorizar el estudio en un área más pequeña para realizar el análisis de la red de distribución de agua potable.

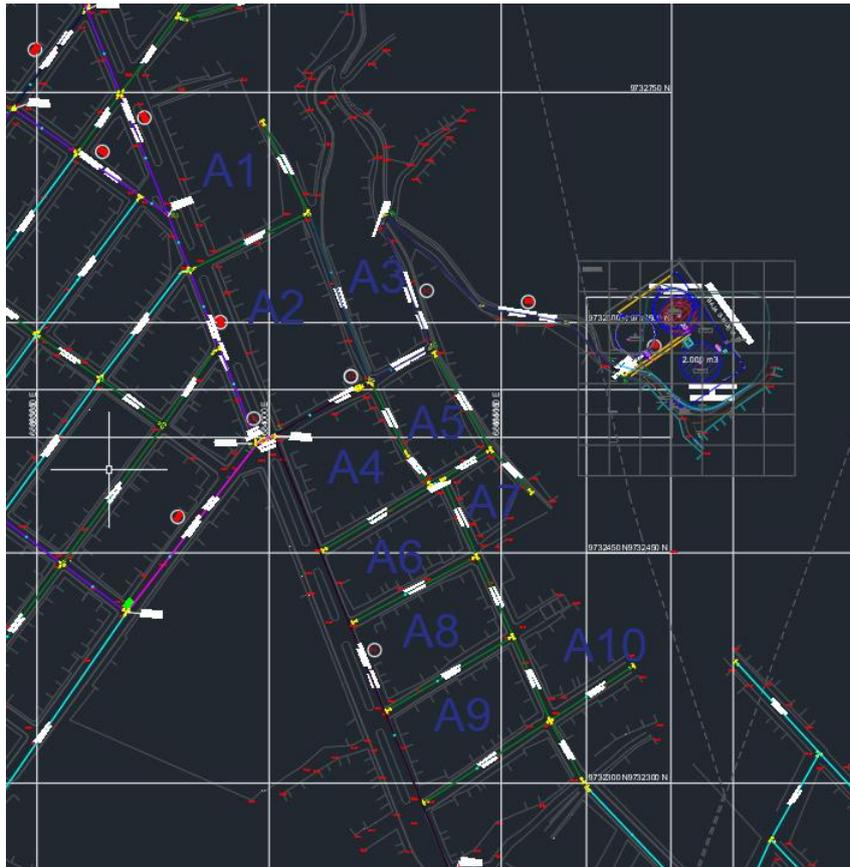


Figura 12 Áreas de estudio

Fuente: Municipalidad de la Troncal – banco del estado (1994).

El figura 12 permite observar la red de distribución de agua potable de un sector en el cantón La Troncal, los cuales han sido enumerados desde A1 hasta A10 para poder identificarlos, este sector fue seleccionado por la proximidad a la fuente de agua, permitiendo realizar un análisis de forma más precisa.

El programa de computador Epanet tendrá en cuenta un par de fórmulas importantes para el cálculo de los caudales tanto como para el Caudal Máximo Diario y para el Caudal Máximo Horario respectivamente.

- Se define como caudal máximo diario al caudal registrado en el día de máximo consumo al final del periodo de diseño. El caudal máximo diario se lo obtiene multiplicando el caudal medio Q_m , por un coeficiente de mayoración KMD , cuyo valor recomendado por la Norma es 1.3 – 1.5.

$$Q_{MD} = KMD \cdot Q_m \left[\frac{l}{s} \right]$$

Ecuación 3. Caudal máximo diario

Dónde: KMD = Factor de mayoración máximo diario (Según Norma CO 10.7-601; KMD tiene un valor de 1,3-1,5).
 Q_{MD} = Caudal máximo diario.

Figura 13 Formula del caudal máximo diario
Fuente: De la Torre (2019).

- El consumo máximo horario se define como el caudal registrado en la hora de máximo consumo al final del periodo de diseño. El Q_{MH} , según la Norma CO 10.7-601, se determina multiplicando el Q_m por un coeficiente de variación horaria KMH , cuyo valor recomendado para el caso es de 2 – 2.3

$$Q_{MH} = KMH \cdot Q_m \left[\frac{l}{s} \right]$$

Ecuación 4. Caudal máximo horario

Dónde: KMH = Factor de mayoración máximo horario (Según Norma CO 10.7-602; KMH tiene un valor de 2-2.3).
 Q_{MD} = Caudal máximo diario.

Figura 14 Formula del caudal máximo horario
Fuente: De la Torre (2019).

Tabla 2

Área general y análisis de área de un sector del Cantón La Troncal

N	AREA (m2)	CAUDAL (L/S)
TOTAL	5'373.731,26	346,920
SECTOR	49.225,57	3,178
A1	6.814,93	0,440
A2	9.108,65	0,588
A3	4.367,85	0,282
A4	6.320,48	0,408
A5	3.516,59	0,227
A6	4.870,07	0,314
A7	2.578,44	0,166
A8	5.473,71	0,353
A9	5.903,20	0,381
A10	271,65	0,018
SUMA	49.225,57 m2	3,178

Elaborado por: Burgos y Villamar (2022)

En la tabla se puede apreciar el área que cubre el plano de la red de distribución de agua potable, pero también permite separar el sector del total, además de enumerar cada una de las áreas de forma independiente para realizar un mejor análisis

Tabla 3

Cotas y presiones del modelo original

Punto	Cota (m.c.a)	CAUDAL (L/S)	Tubería	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Rugosidad
EMB	124.83					
			T1	630	86.75	120
C1	116.41	0	T2	630	105.22	120
C2	108.7	0	T3	630	84.15	120
C3	96.43	0	T4	630	45.67	120
C4	83.25	0	T5	90	116.99	120

C5	84.42	0	T6	90	85.71	120
C6	74.07	0.588	T7	90	65.47	120
C7	87.41	0.44	T8	90	78.84	120
C8	81.01	0	T9	90	80.08	120
C9	76.5	0.408	T10	90	36.55	120
C10	90.1	0.227	T11	90	71.82	120
C11	96.4	0.282	T12	90	37.96	120
C12	93.46	0.166	T13	90	55.19	120
C13	78.63	0	T14	90	89.84	120
C14	76.4	0.314	T15	90	57.15	120
C15	77.82	0	T16	90	93.81	120
C16	75.93	0.233	T17	90	59.87	120
C17	78.24	0	T18	90	96.14	120
C18	75.71	0.281	T19	90	63.45	120
C19	79.94	0.12	T20	90	44.11	120
C20	76.51	0.118				

Fuente: Grupo consultor Hidroestudios
Elaborado por: Burgos y Villamar (2022)

La tabla refleja los datos en de cada uno de los puntos, las cotas en las que se encuentran, el caudal que se ha logrado determinar mediante el uso del programa Epanet, además del número de tuberías y sus respectivos diámetros.

4.2 Calculo EPANET diseño original

El grafico proviene del programa Epanet del cual se logra visualizar la red sectorizada de agua potable. Donde se puede observar la estructura del diseño original de la red y como esta se distribuye en el área designada.

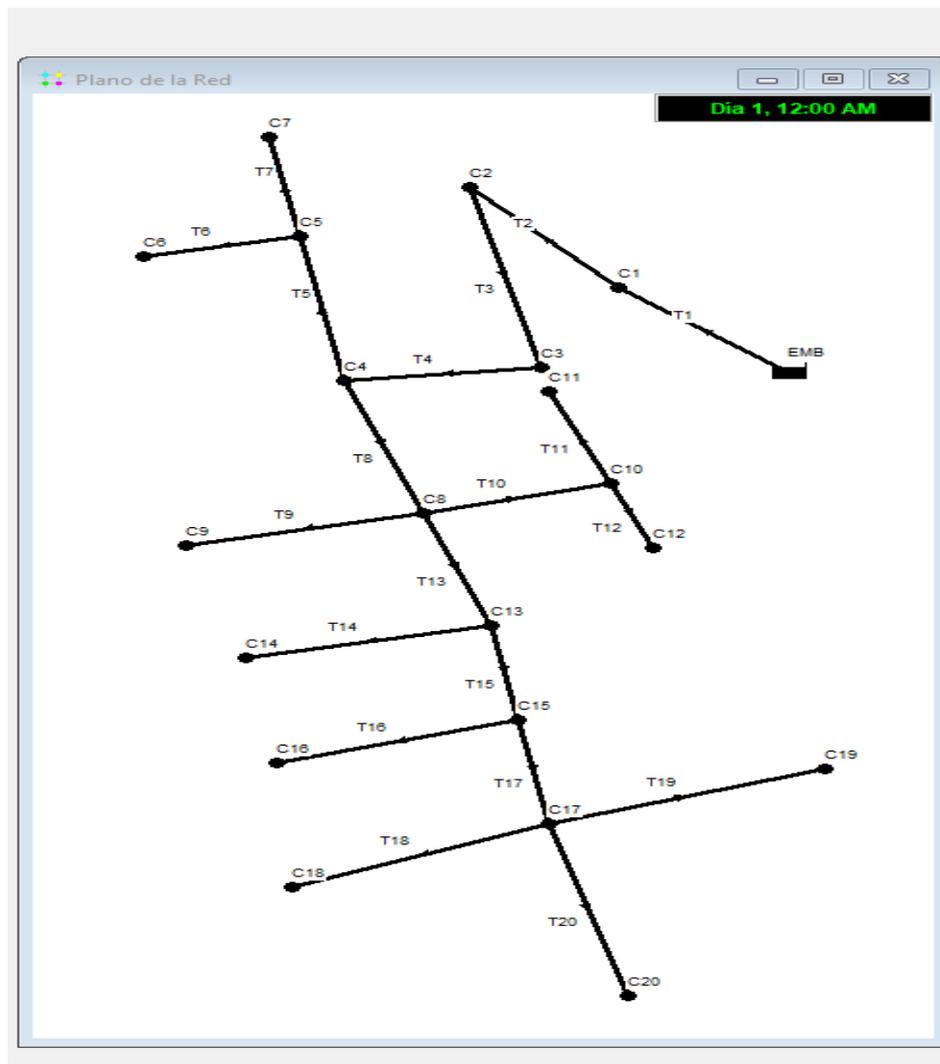


Figura 15 Red de agua potable existente
Elaborado por: Burgos y Villamar (2022)

Tabla 4

Datos de la red de distribución de agua original

ID Nudo	Presión (m)
Conexión C1	8.42
Conexión C2	16.13
Conexión C3	28.4
Conexión C4	41.58
Conexión C5	38.2
Conexión C7	34.95
Conexión C6	48.01
Conexión C8	38.91
Conexión C9	43.18
Conexión C10	29.72
Conexión C13	40.17
Conexión C14	42.23
Conexión C15	40.4
Conexión C16	42.22
Conexión C17	36.69
Conexión C18	42.08
Conexión C19	37.999
Conexión C20	41.42
Conexión C11	23.37
Conexión C12	26.35
Embalse EMB	0
Sumatoria de caudales	703.45
Promedio de caudales	35.17

Elaborado por: Burgos y Villamar (2022)

En la tabla se aprecia las presiones del diseño original de la red de distribución de agua, los puntos de conexión con su respectiva identificación y además las presiones que como se observa varían según la ubicación. La presión más alta en la red original es en el punto C6 con un valor de metros de agua de 48,01 y por el lado contrario el punto con menos presión de metros de nivel de agua es en el punto C11 con un valor de 23,37. El sistema es estable, pero por las características es factible una mejora del diseño original.

El promedio de caudales en Excel genera un valor numérico de 35,17 metros de agua, este dato permitirá hacer una comparación al realizar los prototipos y verificar si el diseño original es óptimo o se puede realizar un cambio en la red de distribución de agua.

4.3 Rediseño 1

En el primer caso se optó por colocar una válvula reductora de presión para ajustar la presión en toda la red de distribución.



Propiedad	Valor
*Diámetro	630
*Tipo	Reductora
*Consigna	15.03
Coef. Pérdidas	0
Estado Fijo	Ninguno
Caudal	3.18
Velocidad	0.01
Pérdidas	13.37

Figura 16 Rediseño 1 datos de válvula 1

Fuente: Epanet

Elaborado por: Burgos y Villamar (2022)

La válvula reductora de presión cumplirá la función con respecto a su ángulo de apertura afectando en toda la red de distribución de agua. Esto hará que la presión en los puntos de la red aumente o disminuya dependiendo de la situación.

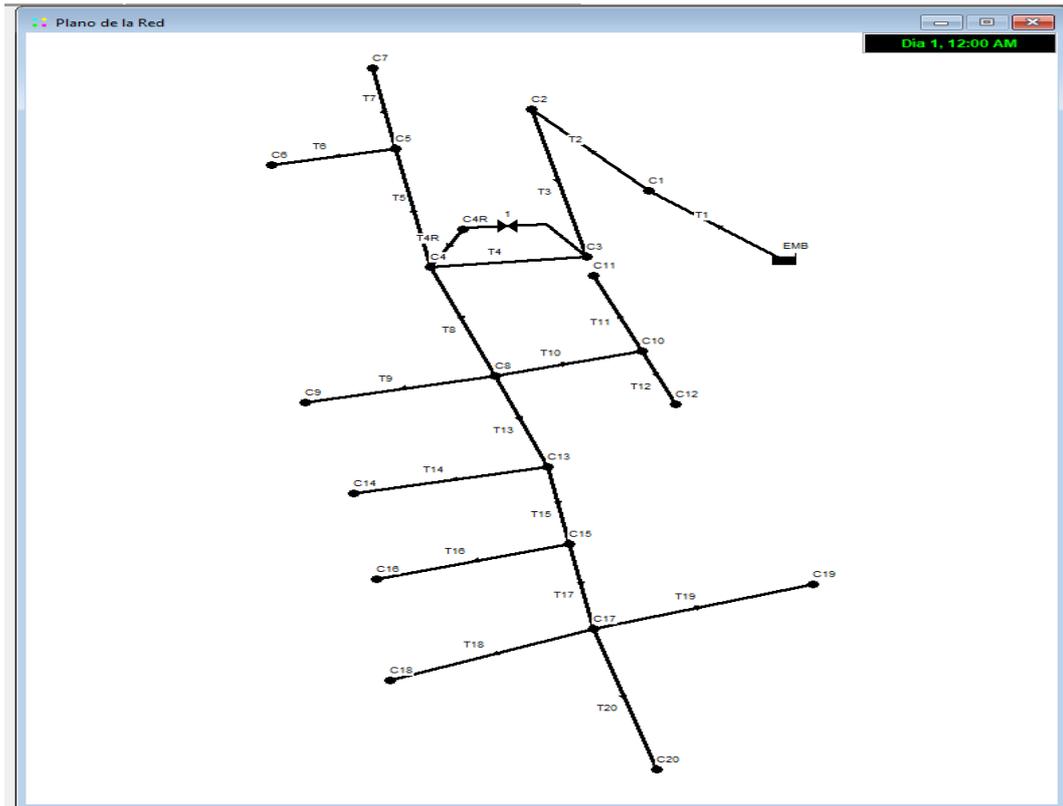


Figura 17 Red de distribución de agua - rediseño 1

Fuente: Epanet

Elaborado por: Burgos y Villamar (2022)

El gráfico del rediseño número 1 permite identificar el punto donde se ha colocado la válvula, la cual se ha ubicado entre los puntos C3 y C4 para distribuir de manera diferente el líquido vital.

Tabla 5

Datos del rediseño 1 - prototipo

ID Nudo	Presión (m)
Conexión C1	8.42
Conexión C2	16.13
Conexión C3	28.4
Conexión C4	28.21
Conexión C5	24.83
Conexión C7	21.61
Conexión C6	34.64
Conexión C8	25.54
Conexión C9	29.81
Conexión C10	16.35

Conexión C13	26.8
Conexión C14	28.87
Conexión C15	27.03
Conexión C16	28.85
Conexión C17	26.32
Conexión C18	28.71
Conexión C19	24.62
Conexión C20	28.05
Conexión C11	10
Conexión C12	12.98
Conexión C4R	15.03
Embalse EMB	0
Sumatoria de caudales	491.2
Promedio de caudales	23.39

Elaborado por: Burgos y Villamar (2022)

En la tabla se puede apreciar la válvula que fue agregada y la manera en la que influye en la red de distribución de agua, se puede apreciar el cambio en la tabla de presiones la cual denota que las presiones en los puntos han disminuido notablemente, el punto donde la red de distribución de agua llega al límite recomendado es en la conexión C11 con un valor de 10.

Además, se ha realizado un promedio entre los nuevos valores de presiones de los puntos, se ha obtenido un valor de 23,39 metros de agua como promedio siendo un diseño superior al modelo original por la reducción de presión general en la red y teniendo en cuenta el C11 donde se tiene la presión más baja de la red, esta tiene un valor de 10 metros de presión lo que significa que tiene un desempeño óptimo.

4.4 Rediseño 2

En el segundo rediseño también se usó otra válvula, pero en esta ocasión esta se colocó en un punto distinto y también se modificó sus datos para tener un desempeño distinto al original.

Válvula V2	
Propiedad	Valor
*Diámetro	90
*Tipo	Reductora
*Consigna	28.21
Coef. Pérdidas	0
Estado Fijo	Ninguno
Caudal	No Dispon
Velocidad	No Dispon
Pérdidas	No Dispon

Figura 18 Rediseño 2 datos de válvula 1

Fuente: Epanet

Elaborado por: Burgos y Villamar (2022)

Como en el caso anterior la válvula reductora de presión cumplirá la función de reducir o aumentar la presión con respecto a su ángulo de apertura afectando a toda la red de distribución de agua. Esto hará que la presión en los puntos de la red aumente o disminuya.

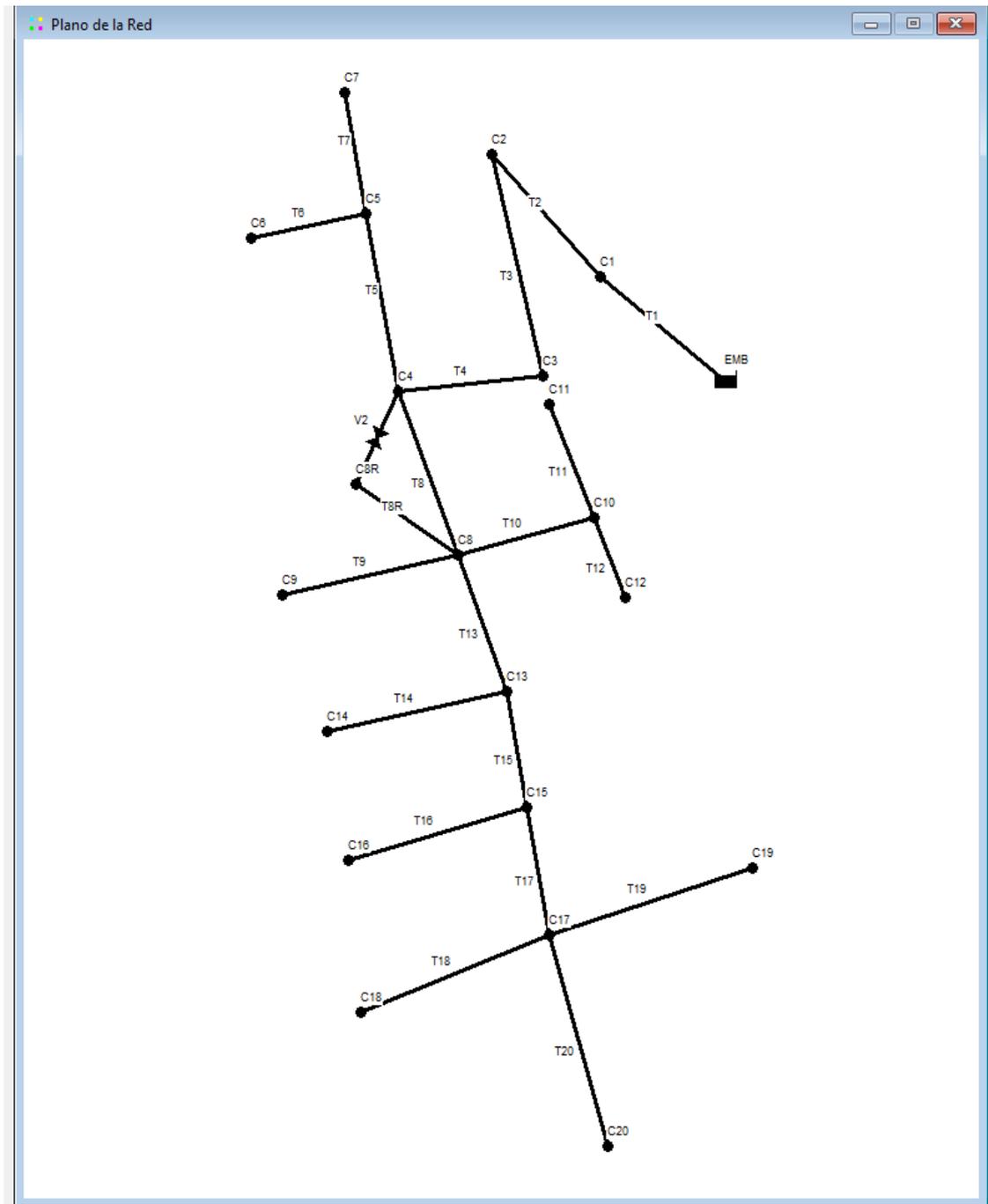


Figura 19 Red de distribución de agua - rediseño 2

Fuente: Epanet

Elaborado por: Burgos y Villamar (2022)

En el segundo caso se ha colocado la válvula entre el punto C4 y C8 para variar la distribución de agua en el sector.

Tabla 6

Datos del rediseño 2 - prototipo

ID Nudo	Presión (m)
Conexión C1	8.42
Conexión C2	16.13
Conexión C3	28.4
Conexión C4	41.58
Conexión C5	38.2
Conexión C7	34.98
Conexión C6	48.01
Conexión C8	25.54
Conexión C9	29.81
Conexión C10	16.35
Conexión C13	26.8
Conexión C14	28.87
Conexión C15	27.03
Conexión C16	28.85
Conexión C17	26.32
Conexión C18	28.71
Conexión C19	24.62
Conexión C20	28.05
Conexión C11	10
Conexión C12	12.98
Conexión C8R	28.21
Embalse EMB	0
Sumatoria de caudales	557.86
Promedio de caudales	26.56

Elaborado por: Burgos y Villamar (2022)

La tabla de presiones del rediseño 2 permite observar que las presiones tienen un valor suficiente para que no exista ningún inconveniente con la distribución de agua, de igual manera que en la prueba anterior el punto más bajo sigue siendo en el punto C11 con un valor de 10, siendo también una buena opción de rediseño.

Para el prototipo número dos también se ha realizado el análisis de las presiones para encontrar un valor promedio, el nuevo valor promedio es de 26,56 también siendo un diseño superior al comparar con el modelo original.

4.5 Rediseño 3

En el tercer caso se ha optado por colocar dos válvulas en dos distintas ubicaciones, además de tener valores que sean convenientes para que la distribución de agua sea la más conveniente para el sector.

Propiedad	Valor
*Diámetro	90
*Tipo	Reductora
*Consigna	10.92
Coef. Pérdidas	0
Estado Fijo	Ninguno
Caudal	1.07
Velocidad	0.17
Pérdidas	14.62

Figura 20 Rediseño 3 datos de válvula 1

Fuente: Epanet

Elaborado por: Burgos y Villamar (2022)

Propiedad	Valor
*Diámetro	90
*Tipo	Reductora
*Consigna	28.21
Coef. Pérdidas	0
Estado Fijo	Ninguno
Caudal	1.87
Velocidad	0.29
Pérdidas	13.37

Figura 21 Rediseño3 datos de válvula 2

Fuente: Epanet

Elaborado por: Burgos y Villamar (2022)

Las válvulas número 1 y 2 tienen valores distintos con el fin de que se conserve el valor de 10 del punto C11 que es el punto donde existe menor presión de agua en la red de distribución.

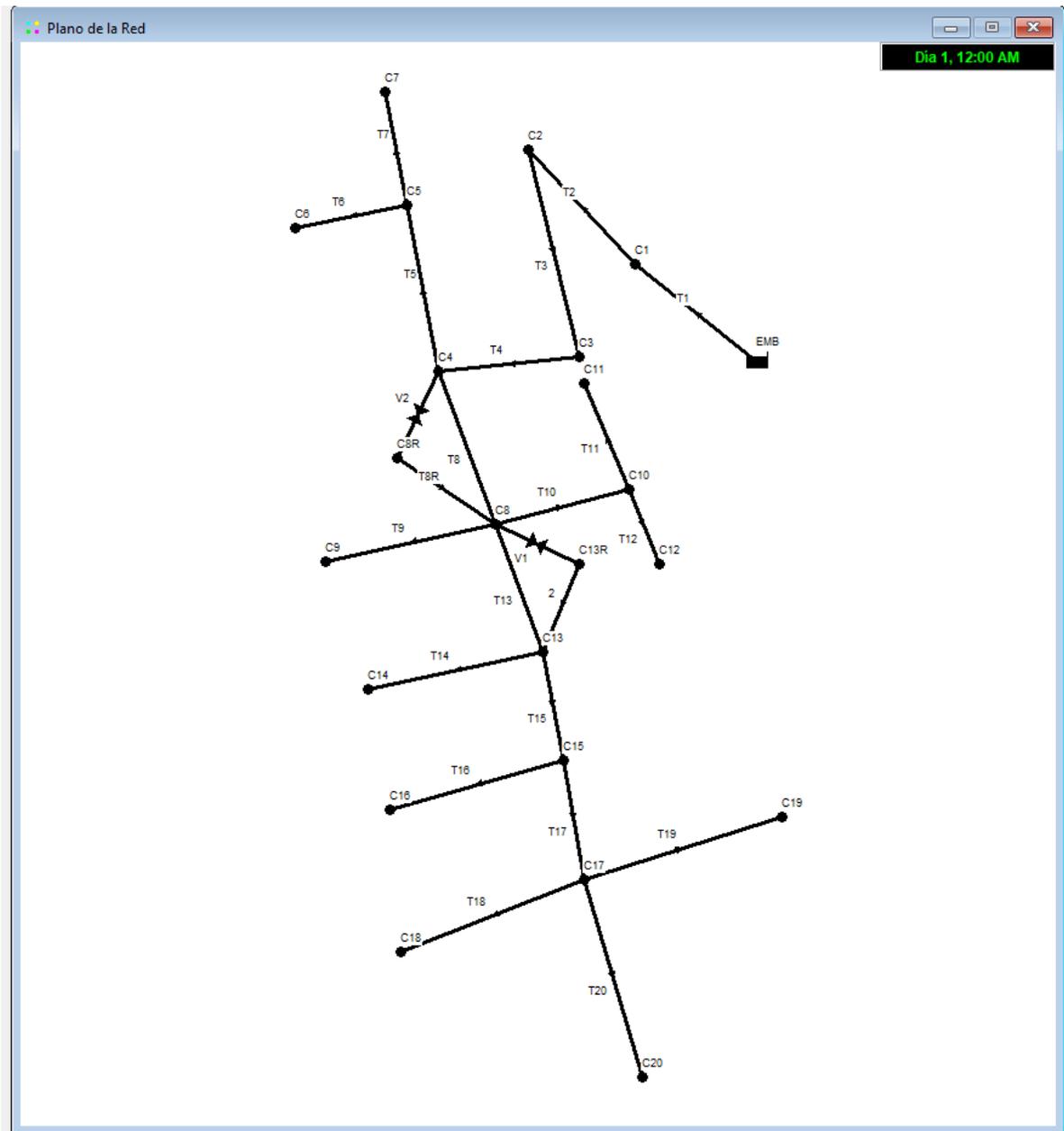


Figura 22 Red de distribución de agua - rediseño 3

Fuente: Epanet

Elaborado por: Burgos y Villamar (2022)

Se colocó la válvula número 1 entre los puntos C8-C13 y la válvula número 2 se colocó entre los puntos C4-C8 para realizar el análisis de la red de distribución de agua potable.

Tabla 7

Datos del rediseño 3 - prototipo

ID Nudo	Presión (m)
Conexión C1	8.42
Conexión C2	16.13
Conexión C3	28.4
Conexión C4	41.58
Conexión C5	38.2
Conexión C7	34.98
Conexión C6	48.01
Conexión C8	25.54
Conexión C9	29.81
Conexión C10	16.35
Conexión C13	12.18
Conexión C14	14.25
Conexión C15	12.41
Conexión C16	14.24
Conexión C17	11.7
Conexión C18	14.09
Conexión C19	10
Conexión C20	13.43
Conexión C11	10
Conexión C12	12.98
Conexión C8R	28.21
Conexión C13R	10.92
Embalse EMB	0
Sumatoria de caudales	451.83
Promedio de caudales	20.54

Elaborado por: Burgos y Villamar (2022)

La tabla permite observar los cambios que ha habido en las presiones en comparación a la tabla del diseño original en esta ocasión se puede notar que en los puntos C19 y C11 la presión del agua es igual a 10 siendo este un nivel óptimo para la red de distribución de agua.

En el diseño numero 3 también se procedió a realizar un análisis de las presiones en todos los puntos de la red, se realizó el respectivo promedio para obtener un valor y poder comparar con el modelo original, además de comparar con el resto de prototipos, en este último prototipo en el cual se ha implementado 2 válvulas, se obtuvo un valor de 20,54 superando a los prototipos anteriores y también al diseño original.

CONCLUSIONES

- Las válvulas reductoras de presión le permiten al sistema de una red de distribución de agua optimizar presiones.
- En el primer rediseño se optó por colocar una válvula reductora de presión para variar la presión en la red de distribución de agua, consiguiendo que las presiones bajen en toda la red y que por el ángulo de apertura de la válvula se consiguió llegar a 10 metros de presión en el punto más crítico de la red, evidenciando que la red puede ser mejorada con la aplicación de una válvula en el punto propuesto.
- Para el segundo rediseño se utilizó otra válvula en un punto distinto para comprobar el efecto que podría tener este en la red de distribución, se logró obtener presiones más bajas que en el diseño original pero no más bajas que el primer rediseño, concluyendo que es una buena opción pero no la mejor para la red de distribución de agua.
- En el caso del rediseño número 3 se implementó 2 válvulas de reductoras de presión para regular de manera más precisa el agua en el programa, dando como resultado menores presiones en todos los puntos de la red y consiguiendo un promedio más bajo que todas las redes anteriores, concluyendo que es la opción más viable porque garantiza que las tuberías no sufran alguna avería por la presión.

RECOMENDACIONES

- Es recomendable utilizar válvulas reductoras de presión ya que permite optimizar el sistema, disminuyendo las presiones en las tuberías lo que evita inconvenientes en estos elementos, disminuyendo fugas, minimizando el agua no contabilizada.
- El uso del programa de diseño como Epanet permite disminuir el tiempo de cálculo para realizar diferentes simulaciones y optar por un sistema más práctico y eficiente.
- Es recomendable escoger un sitio de análisis cercano al lugar de procedencia ya que al elegir un sector alejado dificulta la obtención de algunos datos importantes para el desarrollo de la investigación.
- Para el desarrollo adecuado de este tipo de proyectos es necesario tener un vasto conocimiento acerca del simulador hidráulico Epanet, así se tendrá un mejor conocimiento y desarrollo al momento de ingresar datos y recopilar información.
- Recopilar la información necesaria acerca de la red de distribución de agua potable para poder ingresar la información pertinente al software.

BIBLIOGRAFÍA

CALERO, O. (3 de SEPTIEMBRE de 2021). *EL AGORA/DIARIO DEL AGUA* . Obtenido de <https://www.elagoradiario.com/agua/roma-imperio-agua-hidraulica/>

CARDENAS TORRES, J. S. (11 de AGOSTO de 2017). *FUNDACION UNIVERSIDAD DE AMAERICA* . Obtenido de <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/6503>

CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR. (2008). *CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR*. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf

De la Torre, L. (29 de mayo de 2019). *ANÁLISIS Y MODELACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA*. Valencia.

Dulzaides, M. (abril de 2004). *Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso*. La Habana.

EMILIANA SERBATOI . (2022). *EMILIANA SERBATOI*. Obtenido de <https://www.emilianaserbatoi.com/es-ww/tanques-para-enterrar-v1.aspx#!/>

GEOLOGOS DEL MUNDO . (13 de MARZO de 2016). *GEOLOGOS DEL MUNDO* . Obtenido de <https://www.xeologosdelmundo.org/construccion-de-tanques-o-depositos-de-agua-para-el-abastecimiento-de-4-comunidades-de-la-esperanza-intibuca-y-yamaranguila-honduras-2015-2016/>

Google Maps. (2023). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/maps/@-0.1081339,-78.4699519,18z?hl=es>

GRUPO CONSULTOR HIDROESTUDIOS . (1994). *ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE*. LA TRONCAL.

GRUPO MARTIN-LORENZO. (2023). *AMIANTO*. Obtenido de <https://desamianto.org/aislamiento-de-tuberias-de-fibroemento/>

Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.

- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (1992). *CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. C.E.C. NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES*.
Obtenido de <file:///C:/Users/Frank/Desktop/Datos%20tesis/documentos%20bibliografia/CPE%20INEN%205%20Parte%209-1%201992.pdf>
- IWIA. (2020). *IWIA*. Obtenido de <https://iwia.ec/productos/fundicion-ductil-valvula-de-aire/>
- LEY ORGANICA DE RECURSOS HIDRICOS . (2014). *LEY ORGANICA DE RECURSOS HIDRICOS* . Obtenido de <http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Ley-Org%C3%A1nica-de-Recursos-H%C3%ADricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf>
- LUCIO FRAGOSO SANDOVAL, J. R. (AGOSTO de 2016). *INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1680-03382016000200003&script=sci_arttext&tlng=en
- MARTINEZ, O. V. (6 de ABRIL de 2021). *IAHR/AIRH*. Obtenido de <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/348/3482009004/html/>
- MIGUEL, A. J. (2022). *DSPACE ULVR*. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/5353/1/T-ULVR-4342.pdf>
- Monje, C. (2011). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA. COLOMBIA*.
- Moya Medina, D. G. (FEBRERO de 2021). *REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32169>
- MUNICIPALIDAD DE LA TRONCAL BANCO DEL ESTADO. (1994). *ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE*. La Troncal, Guayas, Ecuador.
- NATIONAL GEOGRAPHIC. (12 de OCTUBRE de 2020). Obtenido de https://historia.nationalgeographic.com.es/a/acueductos_8592

NTGD INDUSTRIA GALVES . (2020). *NTGD VALVE CO.LTDA*. Obtenido de <https://www.ntgdvalve.com/es/diaphragm-valve/>

NTGD INDUSTRIA VALVES . (2020). *NTGD VALVE CO. LTDA*. Obtenido de <https://www.ntgdvalve.com/es/gate-valve/>

PIERO, J. L. (SEPTIEMBRE de 2012). *PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU*. Obtenido de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1738/LOLI_JOSE_ACTUADOR_HIDRAULICO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PLAZA, J. S. (2017). *UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA*. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/4469/LibroEpanet.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

PROMESA. (2022). *PROMESA*. Obtenido de <https://www.promesa.com.ec/producto/tubo-pvc-desague-tupasa-75mm-x-3mt>

PROMESA. (2022). *PROMESA*. Obtenido de <https://www.promesa.com.ec/producto/tubo-pvc-desague-tupasa-75mm-x-3mt>

Rossmann, L. A. (2003). *EPANET 2 MANUAL DE USUARIO*. Obtenido de file:///C:/Users/Frank/Desktop/Datos%20tesis/documentos%20bibliografia/EPANET_Manual_Usuario.pdf

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES . (s.f.). *MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO* . MEXICO: CONAGUA.

SUPERBLOCK. (2021). *SUPERBLOCK*. Obtenido de <https://www.superblock.com.mx/tuberia.html>

SYNERTECH. (2022). *SYNERTECH*. Obtenido de <https://www.nyfdecolombia.com/tanques/tanques-elevados>

TORRE, M. A. (2005 de AGOSTO de 2020). *ELABORACION DEL MODELO MATEMATICO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE ESMERALDAS* . GUAYAQUIL: UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA. Obtenido de

[https://gecousb.com.ve/guias/GECO/Fen%C3%B3menos%20De%20Transporte%20%20\(TF-1221\)/Ejercicios%20y%20Problemas%20\(TF-1221\)/TF-1221%20Gu%C3%ADa%20de%20V%C3%A1lvulas.pdf](https://gecousb.com.ve/guias/GECO/Fen%C3%B3menos%20De%20Transporte%20%20(TF-1221)/Ejercicios%20y%20Problemas%20(TF-1221)/TF-1221%20Gu%C3%ADa%20de%20V%C3%A1lvulas.pdf)

ULLAURI, M. D. (2018). *DSPACE UCACUE/ UNIVERSIDAD DE CUENCA*. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/747/1/ti874.pdf>

ULLOA, A. (2020). *RESEARCHGATE*. Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Sistema-de-abastecimiento-de-agua-potable-por-gravedad-sin-planta-de-tratamiento_fig1_341932552

VASQUEZ, E. C. (2018). *UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO*. Obtenido de http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/103014/secme-14250_2.pdf?sequence=2

Villamar, B. (15 de 1 de 2023). Guayaquil, Guayas, Guayaquil.