

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGA EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL**

Sandra Vanessa Portilla Caicedo

sandra.portilla@epn.edu.ec

Karina Alexandra Quilachamín Menéndez

karina.quilachamin@epn.edu.ec

DIRECTOR(A): ING. EDUARDO MAURICIO VASQUEZ FALCONES, MSC.

eduardo.vasquez@epn.edu.ec

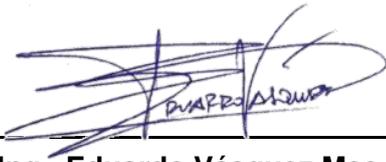
CODIRECTOR(A): ING. PATRICIA LORENA HARO RUIZ, MSC, PHD

patricia.haro@epn.edu.ec

Quito, julio 2021

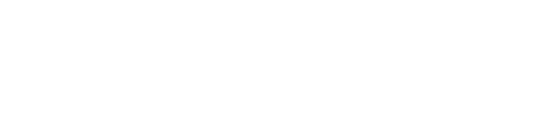
CERTIFICACIÓN

Certifico/Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por las Srtas: Portilla Caicedo Sandra Vanessa y Karina Alexandra Quilachamín Menéndez como requerimiento parcial a la obtención del título de Tecnólogas en Agua y Saneamiento Ambiental, bajo nuestra supervisión:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Eduardo Vásquez', is written over a horizontal line.

Ing. Eduardo Vásquez Msc

DIRECTOR DEL PROYECTO

A horizontal line is drawn across the page, serving as a placeholder for a signature.

Ing. Patricia Haro Msc Phd

CODIRECTORA DEL PROYECTO

DECLARACIÓN

Nosotras Portilla Caicedo Sandra Vanessa con CI:1003951033 y Karina Alexandra Quilachamín Menéndez con CI:1725212433 declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 144 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación – COESC-, somos titulares de la obra en mención y otorgamos una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional.

Entregamos toda la información técnica pertinente, en caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico con todo el cariño del mundo a mis adorados padres Wilson Joel y Rosa Julia, por todo el amor brindado, ser los mejores maestros de vida, enseñarme a buscar soluciones ante los problemas como nunca rendirme ante las adversidades, y ser mi luz en momentos de obscuridad.

A mis apreciados hermanos Karen, Patricio, Joseline, Jonathan y Angela por ser mi mayor ejemplo de perseverancia, apoyarme siempre en cada una de mis metas y tener un espacio en su corazón para mí. Su límite no es el cielo, mis mayores fuentes de inspiración.

De manera especial a todas esas lindas personas, que me han ayudado siempre, todas mis decisiones me llevaron a ustedes, e hicieron que mis días sean más agradables, conocieron mis sueños y hoy les dedico uno de ellos.

Sandra Vanessa Portilla Caicedo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios, por brindarme la inmensa alegría de tener una extraordinaria familia, que desde siempre han sido el mayor ejemplo de fe, confianza y amor.

A todas esas hermosas personas quienes considero mis amigos, por regalarme una parte de su tiempo, ser mis confidentes y darme gratos momentos de amistad.

De manera especial al alcalde del cantón Mira, el Ing. Johnny Garrido, Sr. Marcelo Acosta, presidente del GAD de la parroquia La Concepción, por ser un ejemplo de trabajo y lucha. Gracias por haberme hecho participe de este proyecto, y de un mejor mañana para las comunidades carchenses.

A mi apreciada ESFOT (Escuela de Formación de Tecnólogos) y CICAM (Centro de Investigación y Control Ambiental) por abrirme sus puertas al conocimiento, y darme las herramientas necesarias para enfrentarme al mundo profesional.

A Kari y Pablo al ser mis aliados en el desarrollo de este proyecto, por su paciencia y por permitirme conocerlos, a pesar de la distancia.

A mi querido tutor y mentor el ingeniero Eduardo Vásquez, por haberme brindado la inigualable dicha de aprender.

A la vida por permitir expresarme como hija, estudiante y sobre todo como mujer.

Y a ti querido lector por tomarte la molestia de leer estas palabras, que no solo salen de un pensamiento, son parte de la esencia de mi vida del ayer y hoy.

Sandra Vanessa Portilla Caicedo

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico con mucho amor y cariño:

A mi madre, por darme la vida, tu amor, tu escucha, tu ánimo y tus abrazos que me reinician la vida. Gracias mami, por llenar la casa de amor y ternura,

A mi padre, por tu cariño, por tus sabios consejos y apoyo incondicional,

A mis hermanas, por ser mis mejores concejeras, cómplices y amigas,

A Spike por ser mi fiel compañero,

Y a mí mismo, por las noches de desvelo, por ser constante, nunca rendirme, y por siempre creer en mí.

Karina Alexandra Quilachamín Menéndez

AGRADECIMIENTO

Agradezco con todo mi corazón a mis padres Sobeida y Nelson por siempre apoyarme en las decisiones que he tomado en mi vida personal y profesional. Son mi inspiración y ejemplo del trabajo duro. Gracias por jamás dejarme pensar que no podría hacer lo que quisiera o ser lo que quisiera ser.

A mis hermanas, Tania y Mishell, por su apoyo en todo momento. Ustedes son mis pilares.

A mi abuelita Mamita Mariana, a mi tía Fanny por siempre estar pendientes de mí y a mi familia entera por estar en los buenos y malos momentos.

A los profesores de la ESFOT, en especial a mi director de tesis Eduardo Vásquez por su tiempo y brindarnos su orientación para la realización de esta tesis, a los profesores Lorena, Santiago y Patricia por brindar sus enseñanzas con dedicación y paciencia.

A Sandrita por tu tiempo, ayuda y dedicación para completar nuestro objetivo.

A los amigos y amigas que han llegado a mi vida, gracias por compartirme sus conocimientos. En especial a Emi, gracias por estos años de amistad y locuras juntas y a Renato por brindarme tu tiempo, alegrías, ayuda y motivación.

“Porque la gente que está tan loca como para pensar
que puede cambiar el mundo, es quien lo logra”
-Steve Jobs

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | | |
|--------|---|----|
| 1 | Introducción | 1 |
| 1.1 | Antecedentes..... | 1 |
| 1.1.1 | Descripción del sitio de estudio..... | 1 |
| 1.1.2 | Población..... | 1 |
| 1.1.3 | El agua en la cabecera parroquial La Concepción | 2 |
| 1.2 | Planteamiento del Problema | 2 |
| 1.3 | Justificación | 2 |
| 1.4 | Objetivo general..... | 3 |
| 1.5 | Objetivos específicos | 3 |
| 1.6 | Alcance..... | 3 |
| 1.7 | Marco Teórico..... | 4 |
| 1.7.1 | Sistema de abastecimiento de agua | 4 |
| 1.7.2 | Sistema de Tratamiento de agua a Gravedad..... | 4 |
| 1.7.3 | Fuentes de abastecimiento | 4 |
| 1.7.4 | Obras de captación..... | 5 |
| 1.7.5 | Línea de conducción..... | 6 |
| 1.7.6 | Desinfección | 8 |
| 1.7.7 | Almacenamiento | 9 |
| 1.7.8 | Estimación de la población | 10 |
| 1.7.9 | Periodo de diseño | 12 |
| 1.7.10 | Caudal de diseño..... | 13 |
| 1.7.11 | Programa de simulación hidráulica | 15 |
| 2 | Metodología..... | 15 |
| 2.1 | Levantamiento de información geo referenciada e hidráulica..... | 16 |
| 2.2 | Catastro de estructuras hidráulicas | 17 |
| 2.3 | Encuesta..... | 17 |
| 2.4 | Equipos de medición..... | 18 |
| 2.5 | Determinación de la población | 18 |

| | | |
|-------|---|----|
| 2.6 | Presión de diseño | 19 |
| 2.7 | Simulación Hidráulica Software EPANET..... | 20 |
| 2.8 | Sistema de desinfección. | 20 |
| 2.9 | Propuesta de mejoras del sistema de abastecimiento | 21 |
| 3 | Resultados y Discusión..... | 21 |
| 3.1 | Recolectar información de la población y de la línea base del sistema de abastecimiento de agua potable. | 21 |
| 3.1.1 | Componentes del sistema abastecimiento..... | 21 |
| 3.1.2 | Encuesta..... | 29 |
| 3.1.3 | Estimación de la población | 31 |
| 3.1.4 | Determinación de la dotación en la comunidad..... | 31 |
| 3.2 | Evaluar las condiciones hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable desde su captación, los tanques de distribución y su sistema de desinfección..... | 32 |
| 3.2.1 | Simulación Hidráulica | 32 |
| 3.2.2 | Evaluación del sistema de desinfección..... | 48 |
| 3.2.3 | Evaluación de los tanques de almacenamiento | 48 |
| 3.3 | Elaborar propuestas de mejoras para el sistema de abastecimiento de agua potable. 49 | |
| 3.3.1 | Simulación Hidráulica | 49 |
| 3.3.2 | Propuesta de sistema de desinfección alternativo | 51 |
| 3.3.3 | Propuesta de mantenimiento para los componentes del sistema de abastecimiento..... | 52 |
| 3.4 | Socializar los resultados de la evaluación a la comunidad | 58 |
| 4 | Conclusiones y Recomendaciones | 60 |
| 4.1 | Conclusiones | 60 |
| 4.2 | Recomendaciones | 61 |
| 5 | Referencias Bibliográficas..... | 62 |
| | ANEXOS..... | 66 |
| | ANEXO 1 DATOS OBTENIDOS DEL LEVANTAMIENTO CON GPS | i |

| | |
|---|-----|
| ANEXO 2 CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | iii |
| ANEXO 3 PERFIL LONGITUDINAL DE PRESIONES DINÁMICAS Y ESTÁTICAS | i |
| ANEXO 4 RESULTADOS EN LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO | i |
| ANEXO 5 PLANOS Y ESQUEMAS..... | i |
| ANEXO 6 DOCUMENTO DEL TABAJO DE TITUALCIÓN PARA LA SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS..... | ii |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Gráfico del sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento | 4 |
| Figura 2. Captación de agua en un manantial | 6 |
| Figura 3. Velocidades máximas en la línea de conducción..... | 7 |
| Figura 4. Sistema de funcionamiento | 9 |
| Figura 5. Encuesta a moradores, personal administrativo y de Salud de comunidad La Concepción..... | 18 |
| Figura 6. Proyección de la población del cantón Mira 2010-2020..... | 19 |
| Figura 7. Esquema del sistema de abastecimiento de agua con diámetros, espesores, caudales y velocidades | 22 |
| Figura 8. Estanque de la obra de captación | 23 |
| Figura 9. Cajón desarenador..... | 24 |
| Figura 10. Obra de captación..... | 24 |
| Figura 11. Planta de tratamiento | 26 |
| Figura 12. Vista en el tanque sedimentador y canal de comunicación de los sedimentadores | 27 |
| Figura 13. Sistema PROVITAB 3” | 28 |
| Figura 14. Tanque de almacenamiento | 28 |
| Figura 15. Sectores de la red de distribución..... | 29 |
| Figura 16. Cantidad suficiente de agua | 30 |
| Figura 17. Calidad del servicio de agua..... | 30 |
| Figura 18. Percepción del agua en color | 31 |
| Figura 19. Caudales y velocidades del primer tramo | 37 |
| Figura 20. Caudales y velocidades del segundo tramo | 38 |
| Figura 21. Caudales y velocidades tercer tramo..... | 39 |
| Figura 22. Caudales del cuarto tramo | 40 |
| Figura 23. Velocidades del cuarto tramo | 40 |
| Figura 24. Caudales y velocidades del quinto tramo | 41 |
| Figura 25. Caudales del sexto tramo..... | 42 |
| Figura 26. Velocidades del sexto tramo..... | 43 |
| Figura 27. Caudales del séptimo tramo | 44 |
| Figura 28. Velocidades del séptimo tramo..... | 45 |
| Figura 29. Curva de distribución horario del consumo de la población | 48 |
| Figura 30. Esquema de hipoclorador por goteo..... | 51 |

| | |
|--|----|
| Figura 31. Socialización de la evaluación..... | 58 |
| Figura 32. Entrega de los resultados a los representantes de la comunidad | 59 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable | 12 |
| Tabla 2. Dotaciones recomendadas | 14 |
| Tabla 3. Resultados de presión en Epanet | 33 |
| Tabla 4. Resultados de longitud, diámetro, rugosidad, caudal, velocidad, pérdidas unitarias y factor de fricción..... | 34 |
| Tabla 5. Resultados de la Simulación Estática | 35 |
| Tabla 6. Presiones de los diferentes puntos resultado de la simulación dinámica | 45 |
| Tabla 7. Presiones en los diferentes puntos resultado de la simulación estática. | 47 |
| Tabla 8. Cambios del diámetro de tubería para la simulación dinámica..... | 49 |
| Tabla 9. Cambios de diámetro de tubería para el sistema estático | 50 |
| Tabla 10. Implementación de los tanques rompe presión o cámaras rompe presión | 50 |
| Tabla 11. Dosificación para un cloro residual de 0,8 mg/l en Tanque. | 51 |
| Tabla 12. Propuesta de mantenimiento para los componentes del sistema de abastecimiento | 52 |
| Tabla 13. Rubros para las propuestas de mejoras..... | 57 |

RESUMEN

El presente trabajo comprende la evaluación del sistema de abastecimiento de agua en la comunidad La Concepción desde su captación, línea de conducción, planta de tratamiento, sistema de desinfección, y tanques de almacenamiento, a través recorridos en campo y simulaciones hidráulicas.

Se inició el trabajo con levantamientos topográficos y se identificaron los componentes del sistema de abastecimiento con un catastro de estructuras hidráulicas. La información de las características de la población fue entregada por el Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia La Concepción y los datos de las adjudicaciones de agua fueron enviados por parte del Ministerio del Ambiente y Agua. Se realizó una encuesta a la comunidad con el objetivo de conocer su opinión acerca del servicio de agua.

Con los datos del levantamiento topográfico y con el uso del software EPANET, se llevó a cabo dos simulaciones del sistema hidráulico; Simulación estática y dinámica. Se obtuvieron resultados como: presiones, caudales y velocidades.

Con los resultados de las evaluaciones se ofrecieron mejoras como: cambios en tuberías; la incorporación de cámaras rompe presión, válvulas de aire y de purga; y un sistema de desinfección alternativo. Se agregaron cantidades de obras de las propuestas planteadas.

Con el catastro de estructuras hidráulicas se detallaron acciones de mantenimiento correctivo y preventivo para cada uno de los componentes del sistema. Los resultados del proyecto fueron entregados a los y las representantes de la comunidad de la cabecera parroquial La Concepción y a la Municipalidad del Cantón Mira.

PALABRAS CLAVE: Evaluación, simulación, EPANET, presiones, estático, dinámico.

ABSTRACT

The present project intends an evaluation of the water supply system of La Concepción community from the collection, line of conduction, treatment plant, disinfection system, and storage tanks, through field trips and hydraulic simulations

The project was initiated with topographic surveys and the components of the water system were identified in a cadaster of hydraulic structures. The information of the characteristics of La Concepcion community was given from the Decentralized Autonomous Government of the Parish La Concepción and the water award data was sent by the Ministry of Environment and Water. A survey was filled by the community with the objective to know their opinion about the water service.

With the topographic surveys data and the use of EPANET software, it was carried out two simulations of the hydraulic system: Static and Dynamic simulation. The results obtained were: pressures, velocities and flows.

With the evaluation results, offered improvements are given to the supply water system such as: pipe changes, cameras break pressure, air valves, purge valves, and an alternative disinfection system. The improvement costs were detailed.

With the cadasters of hydraulic structures, corrective and preventive maintenance actions are detailed for each one components of the system. The results of the project were given to the parish community representatives from La Concepción and Municipality Mira Canton.

KEYWORDS: Evaluation, simulation, EPANET, pressures, static, dynamic.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

1.1.1 Descripción del sitio de estudio

La cabecera parroquial La Concepción se encuentra en la Sierra norte del Ecuador, la cual se caracteriza por presentar pendientes pronunciadas cerca de las poblaciones (GAD La Concepción, 2019). Se ubica a 31 Km del cantón Mira en la provincia del Carchi, a una altura aproximada de 1370 msnm con coordenadas UTM 819876.62 E, 66965.52 N y la zona es considerada rural (Paspuezán, Informe de Campo, 2020). Además, posee la mayor cantidad de asentamientos afrodescendientes, y está delimitada por los siguientes barrios: San Francisco, Marianita de Jesús, Las Mercedes, 8 de diciembre, y Alfonso Herrera (Moscoso, 2013)

1.1.2 Población

La Concepción es un pueblo de mujeres y hombres de trabajo, minga y lucha constante que a pesar de toda incompreensión han cimentado su cultura y tradiciones en el norte ecuatoriano (Gobierno Autónomo provincial del Carchi, 2013).

La población de la cabecera parroquial y sus alrededores son descendientes de una población esclava de afrodescendientes, que vivieron en las haciendas como huasipungueros. Con la desaparición de la esclavitud como institución, dio un inicio de progreso que marcaría definitivamente la vida social, económica y cultural de la población de la comunidad (Gobierno Autónomo provincial del Carchi, 2013).

La cabecera parroquial y sus comunidades no reciben atención por parte del gobierno ecuatoriano. Las implementaciones de programas de ayuda han sido muy escasas, por lo que la población no tiene medios para su desarrollo. Como consecuencia poseen un alto índice de pobreza, analfabetización, y las oportunidades laborales son escasas (GAD La Concepción, 2019).

Considerando los censos poblaciones, se ha identificado una reducción de la población, los jóvenes salen de sus comunidades de origen para residir en otras ciudades en busca de mejores oportunidades (GAD La Concepción, 2019). La población de la cabecera parroquial tiene un total 180 familias, con un promedio de 5 personas por vivienda (Paspuezán, Población de la comunidad La Concepción, 2021).

1.1.3 El agua en la cabecera parroquial La Concepción

La comunidad de la cabecera parroquial La Concepción, es la que cuenta con la mayor cantidad de servicios básicos como: agua, alcantarillado, electricidad, recolección de basura, teléfono fijo, y servicio de internet.

En la mayoría de sus comunidades incluyendo La Concepción, no cumplen con la Normativa INEN 1108-2014 de agua potable, debido a la presencia de contaminantes microbiológicos de coliformes totales y/o E. coli. Sin embargo, el agua no presenta contaminación por metales pesados o por actividad petrolera o minera (GAD La Concepción, 2019).

La cabecera parroquial cuenta con un sistema de agua para uso doméstico y otro para riego. El agua de uso doméstico no posee una adecuada desinfección y es conocida por los moradores como agua entubada.

1.2 Planteamiento del Problema

El acceso al agua potable es uno de los problemas más críticos en muchas zonas del mundo y es considerado como uno de los retos primordiales para la actualidad (Moreno, Ibáñez, & Rodríguez, 2015). La escasez del recurso afecta al 40 % de la población mundial (PNUD, 2020).

En el país el sector rural tiene un acceso limitado a los servicios de agua potable y alcantarillado a comparación con el sector urbano (Senplades, 2014). Lo anteriormente expuesto es alarmante, sobre todo si se toma en cuenta que el crecimiento de la población es universalmente proporcional a la disminución delpreciado líquido (Mora, 1998).

El sistema de abastecimiento de agua para consumo de la población La Concepción, del Catón Mira ubicado en la Provincia del Carchi, no fue construido siguiendo parámetros técnicos de diseño, lleva 25 años en funcionamiento sin recibir ningún tipo de mantenimiento y el periodo de diseño, lapso de tiempo durante el cual una obra cumple su función satisfactoriamente, está llegando a su etapa final (Secretaria del Agua, 2014), lo que generan pérdidas de agua en la línea de conducción; mal aspecto y contaminación del agua; presencia de vectores en las tuberías; y problemas de presiones en la distribución (Paspuezán, Informe de Campo, 2020).

1.3 Justificación

En el 2019, según el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), en el área rural el 48.5% de la población dispone de agua potable, provocando que menos de la mitad de los habitantes de esta área tengan acceso a un servicio de calidad (Lucero, 2020).

De acuerdo con la Norma Ecuatoriana EMAAP-Q las ampliaciones y diseños de los sistemas de abastecimiento de agua deben tener una evaluación sobre el funcionamiento general, diseño, capacidad máxima real, la eficiencia y los criterios operacionales (EMAAP-Q, 2009).

Con base en lo antes mencionado, se debe cumplir con las normas y regulaciones vigentes para garantizar el correcto funcionamiento del sistema (Cardenas & Patiño, 2010).

La zona de La Concepción se dedica a la agricultura en parcelas con extensión reducida, y la ganadería es un medio de subsistencia familiar; la municipalidad de la parroquia brinda a sus habitantes agua para diferentes tareas (Gobierno Autónomo provincial del Carchi, 2013).

Actualmente el sistema de abastecimiento cuenta con fisuras en las tuberías lo que provoca pérdidas de agua, las estructuras y accesorios están llegando a cumplir su vida útil, el periodo de diseño está llegando a la etapa final y el sistema de desinfección no es utilizado correctamente (Toscano, 2013).

De este modo el proyecto propuesto, consiste en evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable desde su captación, conducción, planta de tratamiento, sistema de desinfección, y los tanques distribuidores para tener criterios técnicos de repotenciación del sistema y crear mejoras para futuros años, además de entregar recomendaciones técnicas que favorezcan al incremento de la demanda de agua potable en buenas condiciones sanitarias para su uso.

1.4 Objetivo general

Evaluar hidráulicamente el sistema de abastecimiento de agua para consumo de la población La Concepción Mira-Carchi

1.5 Objetivos específicos

- Recolectar información de la población y de la línea base del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Evaluar las condiciones hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable desde su captación, los tanques de distribución y su sistema de desinfección.
- Elaborar propuestas de mejoras para el sistema de abastecimiento de agua potable.
- Socializar los resultados de la evaluación a la comunidad

1.6 Alcance

El presente trabajo de titulación busca evaluar las condiciones hidráulicas actuales del sistema de abastecimiento de la comunidad La Concepción desde la captación, pasando por la línea de conducción, sistema de desinfección, y tanques de almacenamiento. La

recopilación de información se llevará a cabo mediante recorridos en campo, inspecciones visuales, encuestas y levantamientos topográficos.

Con la información se llevará a cabo la evaluación del sistema de abastecimiento mediante simulaciones hidráulicas. De los resultados se recomendarán propuestas de mejoras. De las inspecciones visuales realizadas en campo se sugiere el mantenimiento de los componentes e infraestructuras del sistema. Los resultados serán entregados al municipio del cantón Mira y GAD (Gobierno Autónomo Descentralizado) parroquial de La Concepción.

1.7 Marco Teórico

1.7.1 Sistema de abastecimiento de agua

Es el conjunto de elementos hidráulicos y estructurales impulsados por procesos, desde la captación, conducción, reservorio, aducción, distribución, hasta el suministro del agua. (conexión domiciliaria) (Morante, 2019).

1.7.2 Sistema de Tratamiento de agua a Gravedad

El sistema de agua por gravedad con tratamiento permite transportar el agua utilizando la energía hidráulica, a través de una red de conexiones, pasando por la captación del agua, el sistema de tratamiento, el almacenaje, hasta las conexiones públicas y/o domiciliarias. Para estos sistemas normalmente se utilizan las fuentes de aguas superficiales.



Figura 1. Gráfico del sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento

Fuente: (Testa & Jiménez, 2016)

1.7.3 Fuentes de abastecimiento

Las fuentes de abastecimiento de agua pueden ser superficial y subterránea. La elección de los tipos de abastecimiento dependerá de factores como la localización, calidad y cantidad.

Según las características del proyecto se pueden adoptar distintos sistemas de captación: primario o principal (López Cualla, Periodo de diseño, 2003).

1.7.3.1 Sistemas primarios

- Pozos Superficiales
- Manantial
- Cisterna
- Nacimiento en ciénegas
- Galería de infiltración

1.7.3.2 Sistemas principales

Gravedad:

- Flujo en conducción a superficie libre
- Flujo en conducción forzada

Bombeo:

- Flujo en conducción a superficie libre
- Flujo en conducción forzada

1.7.4 Obras de captación

Las obras de captación son las obras civiles y equipos electromecánicos que se utilizan para reunir y disponer adecuadamente del agua superficial o subterránea. Dichas obras varían de acuerdo con la naturaleza de la fuente de abastecimiento, su localización y magnitud (Acosta , 2016).

Captación de agua en un manantial

Los manantiales son afloramientos superficiales de agua subterránea que pasan a través de una capa superficial permanente (López Cualla, Periodo de diseño, 2003).

El agua que proviene de los manantiales está expuesta a la contaminación superficial, por lo que se sugiere una protección adecuada. No se debe instalar letrinas o pozos sépticos cerca del afloramiento.

Se visualiza a continuación un esquema de la captación de agua en manantial en la Figura 2. Captación de agua en un manantial

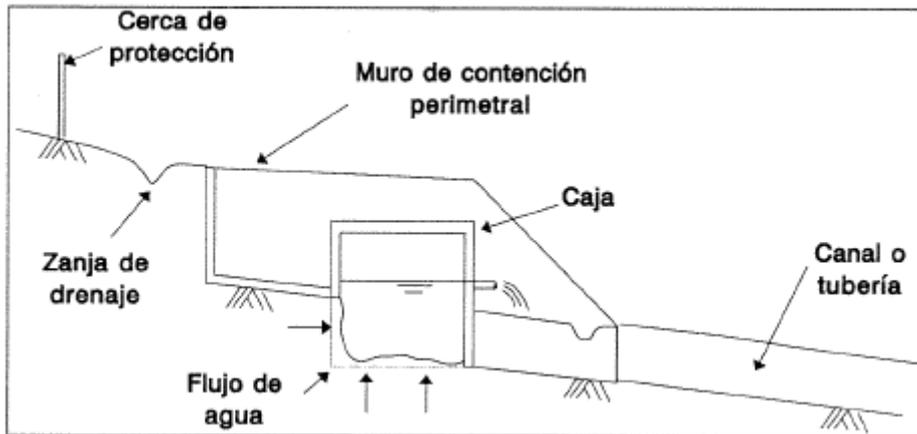


Figura 2. Captación de agua en un manantial

Fuente: (López Cualla, Abastecimiento de agua, 2003)

1.7.5 Línea de conducción

Es la línea que transporta el agua desde la captación hasta el punto de entrega, que usualmente es el reservorio de regulación (Carbajo, 2020).

La conducción de agua se puede realizar por medio de canales a cielo abierto los cuales pueden tener forma rectangular, trapezoidal o por medio de túneles, aunque lo más conveniente sería realizarlo por tuberías circulares.

Los tipos de conducción se clasifican en los siguientes:

- Conducción a gravedad
- Conducción por bombeo (Pazmiño & Criollo, 2015).

Velocidades en la línea de conducción

La velocidad máxima en la línea de conducción corresponde al caudal de diseño y será inferior a los límites según el recubrimiento interno de las tuberías como las indicadas en la Figura 3. Velocidades máximas en la línea de conducción

La velocidad mínima evita la sedimentación en las conducciones, está será superior a 0.6 m/s en agua cruda (EMAAP-Q, 2009).

| VELOCIDADES MÁXIMAS | |
|-------------------------------------|------------------------|
| Material del Recubrimiento Interior | Velocidad Máxima (m/s) |
| PVC, GRP, PE | 6.0 |
| Mortero o concreto centrifugado | 4.0 |

| | |
|-----------------------|-----|
| Recubrimiento epóxico | 6.0 |
|-----------------------|-----|

Figura 3. Velocidades máximas en la línea de conducción

Fuente: (EMAAP-Q, 2009)

Presiones en la línea de conducción

Las presiones serán compatibles con los diferentes tipos de materiales de tuberías que existen en el mercado. Se debe tener como mínimo una tubería de 5.0 mca sobre la clave en los puntos más elevados para evitar el corte de línea piezométrica y la despresurización de las tuberías (EMAAP-Q, 2009).

Características físicas y accesorios de la conducción:

Válvula de Purga

Son válvulas instaladas en los puntos bajos del trazado en secciones con acumulación de sedimentos. Colocar válvulas de purga facilitan las labores de limpieza (López Cualla, Características físicas y accesorios de la conducción forzada, 2003).

Válvulas de aire o ventosas

Estas válvulas deben ubicarse en los puntos altos de la conducción, siempre que la presión en ese punto no sea muy alta o menor que la presión atmosférica (López Cualla, Características físicas y accesorios de la conducción forzada, 2003).

Válvulas de corte

Las válvulas deben estar localizadas al comienzo y final de la línea de conducción o transmisión. Se debe justificar la instalación de válvulas de corte a lo largo de la línea de conducción (EMAAP-Q, 2009)

Materiales y presiones de trabajo

Las tuberías son construidas de distintos materiales para resistir diferentes presiones de trabajo, estas pueden ser de fierro galvanizado (Fo.Go), fibrocemento, concreto pre esforzado, policloruro de vinilo (PVC), hierro dúctil polietileno de alta densidad y la tubería de fibra de vidrio (SAGARPA, 2017).

Las tuberías del mismo material poseen diferentes especificaciones de presión, lo que quiere decir que existe diferentes "clases" de tuberías que soportan diferentes presiones de trabajo (López Cualla, Características físicas y accesorios de la conducción forzada, 2003).

Cuando la presión en un punto determinado del trazado supera la presión máxima de trabajo, se sugieren las siguientes soluciones:

- a) Modificación del trazado de la tubería. Consiste en cambiar el alineamiento horizontal de la tubería con el objetivo corregir el accidente topográfico causante del problema.
- b) Cambiar la “clase” de tubería o el material de está. Para este caso se opta por el cambio de tubería en los tramos donde las presiones exceden las presiones de trabajo. En presiones extremadamente altas se sugiere el cambio por tuberías de acero.
- c) Construcción de cámaras de quiebre de presión. Estas cámaras modifican la línea piezométrica logrando una presión igual a la atmosférica y reduciendo la presión en los puntos críticos (López Cualla, Características físicas y accesorios de la conducción forzada, 2003).

1.7.6 Desinfección

Es obligatorio para los sistemas de potabilización realizar la desinfección del agua sin importar el tipo de tratamiento previo que se haya realizado para su potabilización. Se consideran adecuados para la desinfección de aguas de consumo público los siguientes compuestos oxidantes: Cloro, Dióxido de Cloro, Ozono y en cuanto a métodos físicos, se recomienda la Radiación UV (EMAAP-Q, 2009).

Para una adecuada operación de las plantas de tratamiento y el dimensionamiento de sus componentes, es necesario determinar la dosis de desinfectante por medio del método concentración-tiempo. Como se observa en la Ecuación 1.

$$K = C * t$$

Ecuación 1. Constante de velocidad de reacción

Fuente: (EMAAP-Q, 2009)

Donde,

| | |
|---|---|
| K | Constante de velocidad de reacción (s^{-1}) |
| C | Concentración del desinfectante (mg/L) |
| t | Tiempo de contacto necesario para la inactivación del 99% de la población de organismos (s) |

Sistema de cloración PROVITAB 3”

PROVITAB 3" es un sistema de cloración que puede dosificar desde bajas concentraciones hasta los niveles más elevados en cualquier proceso de manera controlada y uniforme. Puede ser utilizado para cualquier tipo de proceso de manera segura e incluso puede operarse sin la necesidad de energía eléctrica (Grupo los hidros CD, 2018).

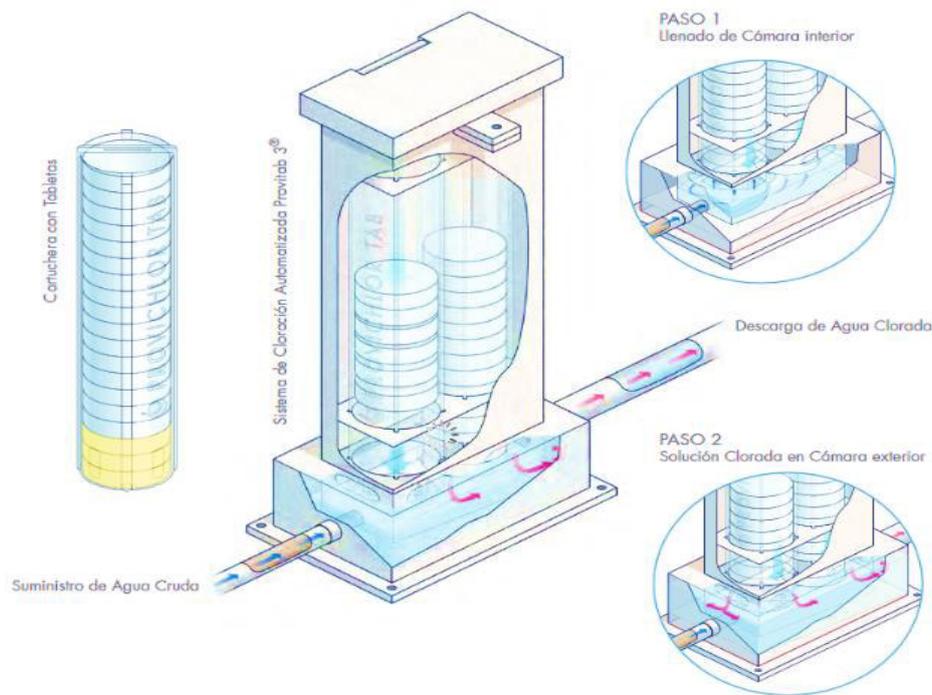


Figura 4. Sistema de funcionamiento

Fuente: (Grupo los hidros CD, 2018)

Funciona ingresando al clorador un flujo de agua controlado, de una derivación del caudal o tubería principal que se desea clorar. El agua que ingresa al clorador, entra en contacto en la parte inferior con las tabletas de PROVITAB 3" que están contenidas en cartuchos especialmente diseñados para el correcto funcionamiento del sistema. La solución clorada resultante es descargada al flujo principal dando como resultado la concentración de cloro deseada. A mayores requerimientos de cloro, mayor flujo de agua debe entrar al clorador para obtener mayor aporte de cloro (Grupo los hidros CD, 2018).

1.7.7 Almacenamiento

Corresponde a depósitos destinados a mantener una cantidad de agua suficiente para cubrir variaciones de consumo y garantizar la demanda de agua a la población.

Para el análisis del sistema de almacenamiento debe contarse con las curvas de demandas horarias de la población. Para zonas de servicio que no cuenten con esta información directa de dichas curvas, se puede hacer referencia a datos de poblaciones con características de consumo similares (EMAAP-Q, 2009).

El volumen de almacenamiento debe ser determinado por: el porcentaje de Volumen Horario del agua en el tanque por el Caudal Máximo Diario y el resultado de la operación anterior por el Coeficiente de compensación (la relación entre el volumen de reserva y el volumen de la demanda en un día) las Normas de Agua Potable de la EMAAP-Q (EMAAP-Q, 2009) establecen como coeficientes de compensación para parroquias un k1: 1.4

$$\text{Vol T.} = (\% \text{ Vol. H} * \text{QMD}) * k1$$

Ecuación 2. Volumen de los tanques de almacenamiento

Fuente: (EMAAP-Q, 2009)

| | |
|----------|--|
| Vol T. | Volumen del tanque de almacenamiento (m ³ /s) |
| % Vol. H | Volumen horario del agua al tanque (%) |
| QMD | Caudal máximo diario (m ³ /s) |
| k1 | Coeficientes de compensación para parroquias |

1.7.8 Estimación de la población

Los sistemas de agua potable deben satisfacer agua en cantidad y calidad hacia sus consumidores. Por ello la determinación del número de habitantes es un elemento básico para la obtención del caudal de diseño de los componentes del sistema.

Para estimar la población futura se toma en cuenta las características sociales, culturales y económicas, con especial énfasis en los censos poblacionales. En Ecuador, el INEC (Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos) es la entidad responsable de los censos y son realizados con intervalos de diez años (Aguirre Morales, 2015).

Los métodos más frecuentes para su determinación son:

Método Lineal. Se basa en un aumento de población constante e independiente del tamaño de la mínima.

$$P_f = P_{uc} + k(T_f - T_{uc})$$

Ecuación 3. Determinación de población futura – Método lineal

Fuente: (López Cualla, Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados, 2000)

$$k = \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}}$$

Ecuación 4. Pendiente de la recta – Método lineal

Fuente: (López Cualla, Periodo de diseño, 2003)

Donde,

| | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| k | Pendiente de la recta |
| P_{uc} | Población del último censo (hab.) |
| T_{uc} | Tiempo del último censo (años) |
| P_{ci} | Población de censo inicial (hab.) |
| T_{ci} | Año del censo inicial (años) |

Método geométrico. El crecimiento de la población es proporcional al tamaño ésta.

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

Ecuación 5. Determinación de la población futura – Método geométrico

Fuente: (López Cualla, Periodo de diseño, 2003)

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

Ecuación 6. Tasa de crecimiento – Método geométrico

Fuente: (López Cualla, Periodo de diseño, 2003)

Donde,

| | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| r | Tasa de crecimiento |
| P_{uc} | Población del último censo (hab.) |
| T_{uc} | Tiempo del último censo (años) |
| P_{ci} | Población de censo inicial (hab.) |
| T_{ci} | Año del censo inicial (años) |

Método Logarítmico. El crecimiento de la población es tipo exponencial y se requiere el conocimiento de tres censos anteriores.

$$P_f = P_{uc} * e^{kg(T_f - T_{uc})}$$

Ecuación 7. Determinación de la población futura – Método logarítmico

Fuente: (López Cualla, Periodo de diseño, 2003)

$$kg = \frac{\ln(P_{uc}) - \ln(P_{ci})}{T_{uc} - T_{ci}}$$

Ecuación 8. Tasa de crecimiento – Método logarítmico

Fuente: (López Cualla, Periodo de diseño, 2003)

| | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| kg | Tasa de crecimiento |
| P_{uc} | Población del último censo (hab.) |
| T_{uc} | Tiempo del último censo (años) |
| P_{ci} | Población de censo inicial (hab.) |
| T_{ci} | Año del censo inicial (años) |

1.7.9 Periodo de diseño

Se entiende como periodo de diseño al intervalo de tiempo en el que se espera que la obra trabaje con eficiencia en el servicio, para el cual fue diseñado. El periodo de diseño debe ser menor a la vida útil. La vida útil representa el tiempo en el que el sistema opera correctamente sin tener gastos elevados de operación y mantenimiento (EMAAP-Q, 2009)

Para sistemas de distribución con crecimiento bajo se estima un periodo de 20 a 25 años y para poblaciones con crecimiento alto se estiman un periodo de 10 a 15 años (López Cualla, Periodo de diseño, 2003).

Se debe considerar la vida útil de las partes que conforman el sistema. Las Normas Técnicas del Ex Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (Ex IEOS) sugiere los siguientes años de vida útil de cada componente detallados en la Tabla 1 Fuente: (IEOS, 1986).

Tabla 1. Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable

Fuente: (IEOS, 1986)

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

Las soluciones técnicas deberán ser analizadas en los distintos indicadores técnicos económicos de las variantes del sistema. La variante óptima será aquella que tenga los menores gastos, considerando costos de inversión, los gastos de operación del sistema y los gastos empleados en la protección sanitaria de las fuentes de abastecimiento (EMAAP-Q, 2009).

1.7.10 Caudal de diseño

El sistema de conducción deberá diseñarse para garantizar el caudal necesario para satisfacer la demanda de agua, considerando el periodo final de diseño (López Cualla, Periodo de diseño, 2003).

1.7.10.1 Caudal Medio Diario

Se debe calcular el consumo medio diario anual (Qmed) con la ecuación 9.

$$Q_{med} = \frac{q N}{86400}$$

Ecuación 9. Caudal medio diario

Fuente: (INEN, 1992).

Donde,

| | |
|-----|--|
| Qmd | Caudal medio diario (L/s) |
| q | Dotación recomendada ($\frac{L}{hab}$ /día) |
| N | Número de habitantes (hab) |

1.7.10.2 Caudal Máximo Diario

El caudal máximo diario (QMD) es el consumo máximo en un día del año. Representa el día de mayor consumo en el año. El cálculo es realizado con la ecuación 10.

$$QMD = Q_{med} * K_{max.día}$$

Ecuación 10. Caudal máximo diario

Fuente: (INEN, 1992).

Donde,

| | |
|------|--|
| QMD | Caudal máximo diario (L/s) |
| Qmed | Caudal medio diario $\frac{L}{hab}$ /día |

$K_{\text{max.dia}}$ | Coeficiente de variación de consumo (1.3 – 1.5)

Se utiliza un K_1 de 1.4 en parroquias rurales (EMAAP-Q, 2009)

1.7.10.3 Caudal Máximo Horario

Es la demanda máxima que se presenta en una hora durante un año completo. El QMH es calculado con la ecuación 11.

$$QMH = QMD * K_2$$

Ecuación 11. Caudal Máximo horario

Fuente: (INEN, 1992).

Donde,

| | |
|-------|---------------------------------------|
| QMH | Caudal máximo horario (L/s) |
| QMD | Caudal máximo diario (L/s) |
| K_2 | Coeficiente máximo horario (2.0 – 23) |

Se utiliza un K_2 de 1.6 en poblaciones menores a 2500 habitantes

1.7.10.4 Dotación Neta

La dotación neta es la cantidad de agua que necesita un habitante para satisfacer sus necesidades básicas en un periodo de tiempo de un día, sin considerar las pérdidas que puedan ocurrir en el sistema. Los valores de la dotación neta serán entregados por la junta de agua o el municipio.

La población de la comunidad de la cabecera parroquial La Concepción tiende a decrecer con los años. Por lo que se usará como referencia las dotaciones recomendadas en la Tabla 2 de “Dotaciones recomendadas” de las normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes (INEN, 1992).

Tabla 2. Dotaciones recomendadas

Fuente: (INEN, 1992).

| DOTACIÓN | | |
|------------------------|----------|-----------------------------------|
| Población (habitantes) | Clima | Dotación Media Futura (l/hab/día) |
| Hasta 5000 | Frío | 120 - 150 |
| | Templado | 130 - 160 |

| | | |
|---------------|----------|-----------|
| | Cálido | 170 - 200 |
| 5000 a 50 000 | Frío | 180 - 200 |
| | Templado | 190 - 220 |
| | Cálido | 200 - 230 |
| Más de 50 000 | Frío | >200 |
| | Templado | >220 |
| | Cálido | >230 |

1.7.11 Programa de simulación hidráulica

Corresponde a un modelo matemático que sirve como herramienta para dar soporte a la toma de decisiones, tanto en la aplicación como en la operación diaria. Este modelo simula las condiciones hidráulicas de un sistema de abastecimiento. Se pueden encontrar los elementos físicos de los sistemas de distribución, tales como: estanques, embalses, tuberías y bombas. Cuando se proporcione la información para cada elemento, se obtendrán resultados de presiones, velocidades y niveles de agua.

EPANET es un programa para la evaluación de la calidad del agua, y el análisis de redes hidráulicas, las interfaces son llenadas de acuerdo a los requerimientos de prueba o las variables de los sistemas de abastecimiento que se deseen analizar. En el programa podemos encontrar:

- Puntos de producción y almacenamiento
- Puntos de consumo
- Elementos de transporte
- Elementos de regulación: válvulas, bombas (Martinez Alazamora, 2003).

2 METODOLOGÍA

La recolección de información se obtuvo por medio de un informe entregado por la Municipalidad del Cantón Mira, donde se describe al sistema de abastecimiento con sus componentes; se utilizó el plan de desarrollo territorial, otorgado por el GAD (Gobierno Autónomo Descentralizado) de la parroquia La Concepción, donde señala los planos del sistema de abastecimiento, población en el último censo y caudales; e información de concesiones de agua entregado por parte del ministerio de Ambiente y Agua, donde describe la cantidad de agua adjudicada para las tres comunidades de la parroquia que son Achira, Convalecencia y La Concepción. Además, se recolectó información del sistema de abastecimiento, mediante encuestas, observación y mediciones de parámetros hidráulicos.

2.1 Levantamiento de información geo referenciada e hidráulica

Previo a los levantamientos de información se emitió una solicitud dirigida al señor alcalde del cantón Mira, y presidente del GAD de la parroquia La Concepción, con el fin de tener los permisos correspondientes para el ingreso al sistema.

En compañía del operador se organizaron varias salidas de campo, para el levantamiento topográfico e hidráulico de la línea de conducción del sistema de abastecimiento de la cabecera parroquial.

A continuación, se detallan los equipos utilizados:

GPS

Equipo de medición de caudales ultrasónico

Flexómetro

Cinta

Libreta de Campo

Se empezó el recorrido desde la estructura de captación, conocida como Quebrada Oscura, hasta los tanques de almacenamiento. En algunas partes fue necesario hacer un rodeo del sistema.

El recorrido permitió constatar y observar el estado actual de las infraestructuras, tuberías y accesorios de la línea de conducción.

Para la medición del diámetro nominal exterior de las tuberías y las dimensiones de las estructuras de captación, cámaras rompe presión, y tanques de almacenamiento fue preciso ocupar el flexómetro y una cinta de 5 metros.

Con el equipo ultrasónico se midió el caudal y velocidad, en 14 puntos a lo largo de la tubería de conducción: a la salida de la obra de captación, a la entrada de la primera válvula de desagüe, a la salida de la cámara rompe presión 1 y 3, en las elevaciones 2345 y 2300 msnm, a la entrada y salida de la derivación la Achira, a la entrada del tanque almacenamiento la Achira, a la entrada y salida de la derivación la Convalecencia, al final del paso elevado de la Convalecencia, entrada a la planta de tratamiento y finalizando a la entrada del tanque de compensación como se aprecia en la Figura 7.

Para el levantamiento de los puntos georreferenciados fue necesario utilizar el GPS de mano, se levantaron puntos a lo largo del sistema, generando tracks y waypoints, los mismos que

fueron usados para realizar el trazado de la línea de conducción y perfiles, siendo la base fundamental para la simulación hidráulica del sistema, además que permiten conocer las coordenadas de fugas y roturas en la línea de conducción.

De la libreta de campo se verificó el dibujo a detalles y descripción de cada uno de los componentes del sistema, permitiendo el catastro de las redes hidráulicas.

2.2 Catastro de estructuras hidráulicas

El catastro de las redes hidráulicas se basa en un estudio técnico que tiene por objetivo obtener el registro, identificación, descripción, localización, y observaciones generales de los elementos que conforman el sistema de abastecimiento, utilizando distintos equipos de medición sean flexómetro, cinta y GPS.

Los elementos de la catastro, a lo largo de la línea de conducción del sistema de abastecimiento fueron; la obra de captación, válvulas, tuberías, tanques de almacenamiento, pasos elevados y sistema de desinfección. El recorrido permitió completar la hoja guía que se encuentra en el Anexo 2 “Catastro de accesorios de la línea de conducción del sistema de abastecimiento de agua para consumo de la población La Concepción Mira-Carchi”

2.3 Encuesta

Con la identificación de los diferentes problemas de abastecimiento de agua de la comunidad La Concepción, se procedió a realizar una encuesta de cinco preguntas a los moradores, personal administrativo y de salud de la comunidad. Se realizó la encuesta a 20 habitantes de la comunidad, que optaron contestar las cinco preguntas de manera voluntaria. Además de precautelar las medidas de bioseguridad para evitar el Covid-19 (OMS, 2020)



Figura 5. Encuesta a moradores, personal administrativo y de Salud de comunidad La Concepción.

2.4 Equipos de medición

Se utilizaron los siguientes equipos de medición de caudal y de georreferenciación

- **Caudalímetro ultrasónico portátil**

El caudalímetro mide caudales en tuberías de cualquier material. Las mediciones son realizadas al exterior de la tubería a cada lado de la misma. Las mediciones realizadas con este equipo no intervienen con el abastecimiento y tampoco entran en contacto con el líquido (IWIA, 2017).

- **El sistema de posicionamiento global (GPS)**

Es un sistema de localización. Consta de una red de ordenadores y una constelación de 24 satélites para determinar altitud, longitud y latitud (Pozo Ruiz, y otros, 2009).

2.5 Determinación de la población

El proyecto tomó como referencia las normas EPMAPS, donde se estableció un periodo de diseño de 30 años para obras de tipo hidráulico en zonas rurales.

De la actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del gobierno autónomo descentralizado de la parroquia rural de La Concepción, se obtiene un total de 358 habitantes en la Cabecera parroquial La Concepción en el año 2010 (GAD La Concepción, 2019).

Para estimar la población futura se tomaron en cuenta las características sociales, culturales y económicas. Con énfasis en los censos poblacionales.

En Ecuador, el INEC (Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos) es la entidad responsable de los censos y son realizados con intervalos de diez años (Aguirre Morales, 2015)

La comunidad de la cabecera parroquial “La Concepción” tiende a disminuir sus habitantes con el transcurso de los años. (GAD La Concepción, 2019). Existe un registro del decrecimiento del cantón Mira realizado por el INEN en la proyección de la población ecuatoriana, por años calendario, según cantones (INEN, 1992).

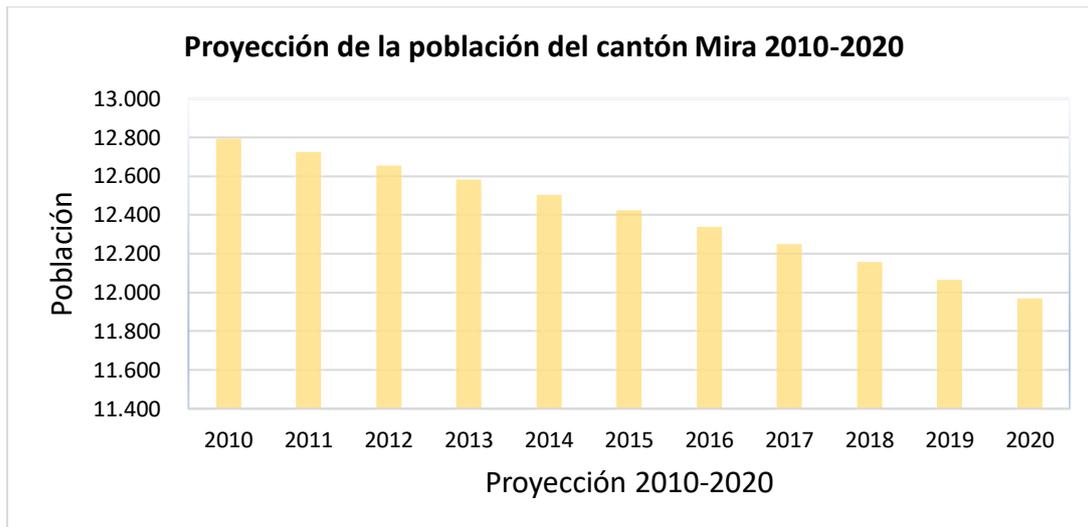


Figura 6. Proyección de la población del cantón Mira 2010-2020

Fuente: (INEN, 1992)

De esta manera la población que se tomó en cuenta fue la población actual con un total de 180 familias y un promedio de 5 personas por vivienda (Paspuezán, Población de la comunidad La Concepción, 2021).

Se calculó la población con la ecuación 12:

$$N = \text{Número de viviendas} * \text{personas en cada vivienda}$$

Ecuación 12 Número de habitantes

Fuente: (INEN, 1992)

Donde,

| | |
|---|----------------------------|
| N | Número de habitantes (hab) |
|---|----------------------------|

2.6 Presión de diseño

Para definir la presión de servicio de la tubería, fue necesario definir la presión de diseño del proyecto, la cual debe ser inferior a la presión de servicio de la tubería. La presión de diseño corresponde al máximo valor entre la presión estática máxima en el perfil del trazado y la sobrepresión máxima ocasionada por el golpe de ariete, multiplicada por un factor de seguridad de 1.3 es decir:

$$P_{\text{diseño}} = 1.3 \times \text{máx.} (P_{\text{estática}}, P_{\text{golpe de ariete}})$$

Ecuación 13. Presión de diseño

Fuente: (López Cualla, Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados, 2003)

Al iniciar el diseño no se conoce la presión y, por consiguiente, no se puede seleccionar la "clase" de tubería, calculando la presión de diseño como 1.3 veces, la presión máxima estática y verificando posteriormente que la sobrepresión por golpe de ariete no sobrepase la presión estática máxima (López Cualla, Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados, 2003).

2.7 Simulación Hidráulica Software EPANET

Con base a los puntos tomados con el GPS, y para tener una mejor visualización en planta de la zona de estudio, se dibujó el trazado de la línea de conducción con el software libre QGIS (Sistema de Información Geográfica), luego se importó el trazado de la línea con los puntos tomados del GPS de latitud, longitud y elevación a Civil3D, para de esta forma adaptarlo a un archivo en EPACAD y luego trasladar la información al simulador hidráulico EPANET.

En EPANET para ejecutar la simulación fue necesario añadir una descripción de los nodos o conexiones, colocar los tanques rompe presión o cámaras rompe presión, en una altura correspondiente, editar la cota de cada uno de los puntos del sistema, colocar los diámetros exteriores de las tuberías que se visualizaron en campo.

Se realizó un análisis hidráulico de la tubería simulando las condiciones operacionales normales y de emergencia, definiendo el régimen de presiones y caudales a lo largo de la línea. En el presente conducto a presión, se hizo un análisis de flujo permanente y no permanente, se verificó la línea piezométrica para conocer si la conducción funciona en condiciones hidráulicas adecuadas (EMAAP-Q, 2009).

2.8 Sistema de desinfección.

Con la inspección realizada en campo del sistema de desinfección Provitab 3" se observó una válvula que regula el caudal medio diario, y la ausencia de pastillas de cloro Cloro Tab 3" PROVICHLOR. Estas pastillas se disuelven con el caudal medio diario que ingresa al tanque de almacenamiento.

Las pastillas Cloro Tab 3" PROVICHLOR para el equipo Provitab 3" eran entregadas en canecas de 43 kilos con un total de 12 cartuchos. Cada cartucho contaba con 38 pastillas que eran colocadas dentro de la caja o sistema de cloración automatizado.

La empresa Provitab 3" estableció la dosis de cloro mediante un análisis de cloro residual. Previo a la dosificación personal de la empresa, que instaló el equipo, tomaron muestras a 30 metros aguas arriba del sistema de cloración, luego a mitad de la red de distribución, y al

final de la red de distribución. Con las muestras se realizaron ensayos de laboratorio para satisfacer la demanda de cloro y el cloro residual (Gómez, 2021).

2.9 Propuesta de mejoras del sistema de abastecimiento

Con base a la información obtenida, de las inspecciones visuales en campo; los datos de las hojas guías de los catastros de las estructuras; y los resultados obtenidos de las simulaciones hidráulicas, se ofrecen propuestas de mejoras en los puntos que presentan problemas hidráulicos, así como mantenimiento preventivo y correctivo.

De las mejoras técnicas para el sistema de abastecimiento se calcularon las cantidades de obras y presupuesto de: la conducción, planta de tratamiento, desinfección, y los tanques de distribución.

Para el presupuesto de mejoras se han utilizado los rubros de mantenimiento y accesorios de la EPMAPS-Q. Estos rubros cuentan con 20% de costos indirectos. Por lo que se debe restar el 20% de los rubros de la EPMAPS-Q para obtener el precio unitario.

Para obtener el precio unitario se multiplicó por 100 el rubro de la EPMAPS-Q y el resultado se dividió para 120. A este precio unitario se multiplicó por la cantidad de unidades que necesitan mantenimiento; accesorios y tuberías que se sugiere cambiar o incorporar al sistema. Para el sistema de desinfección se utilizó la cotización realizada por la empresa que distribuye los cartuchos de cloro para el equipo de desinfección Provitab 3". También se propone un sistema de desinfección alternativo.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Recolectar información de la población y de la línea base del sistema de abastecimiento de agua potable.

3.1.1 Componentes del sistema abastecimiento

El sistema de abastecimiento de la comunidad se compone de los siguientes elementos, de acuerdo a la Figura 7 y Anexo 1 Datos obtenidos del levantamiento con GPS :

- ✓ Manantial
- ✓ Línea de conducción
- ✓ Tanques rompe presión
- ✓ Planta de tratamiento
- ✓ Tanques de almacenamiento

- ✓ Válvulas de desagüe
- ✓ Válvula de aire

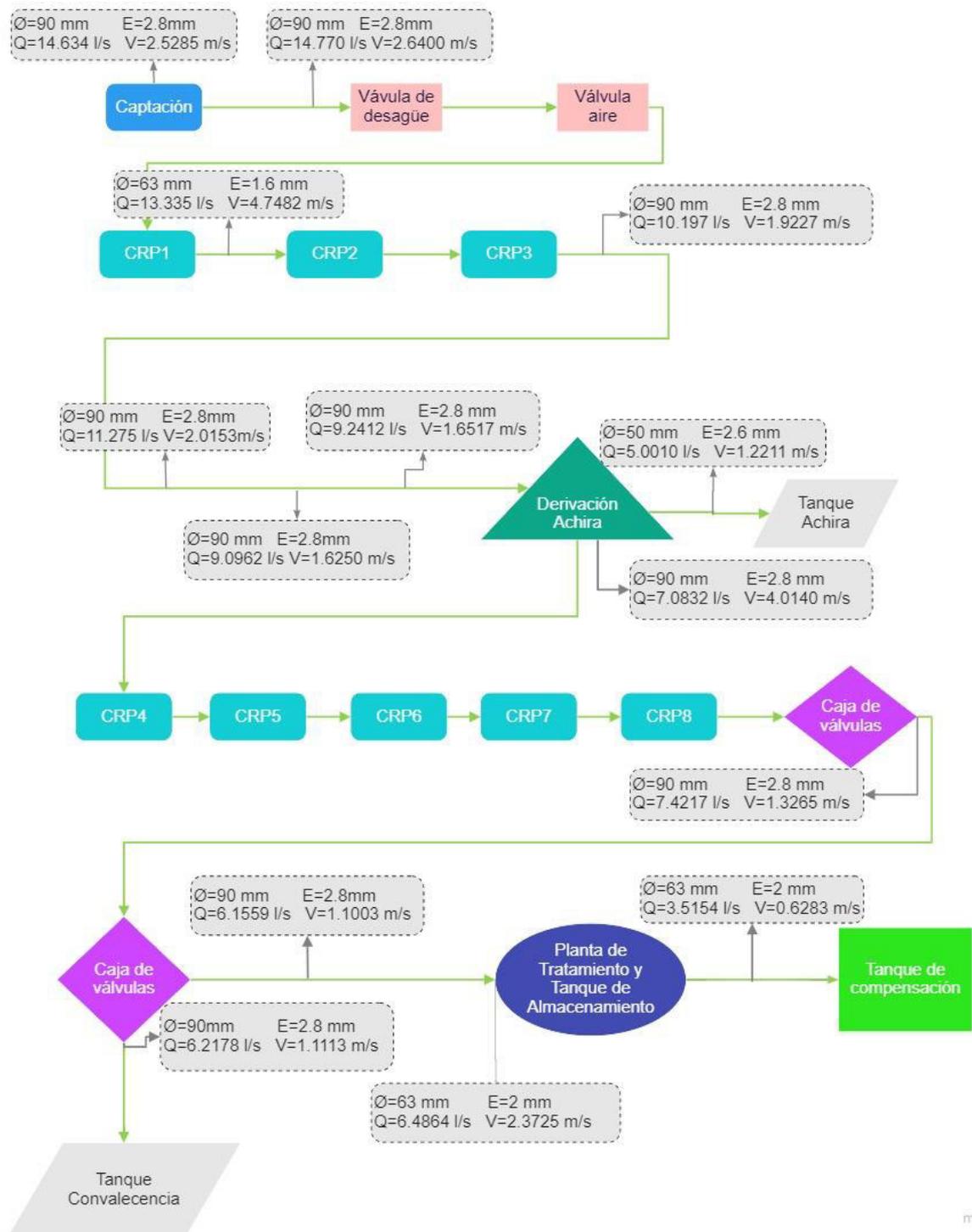


Figura 7. Esquema del sistema de abastecimiento de agua con diámetros, espesores, caudales y velocidades

3.1.1.1 Obra de captación.

El sistema posee una fuente subsuperficial o manantial conocida como Quebrada Oscura, con un caudal adjudicado de 6.4 L/s (SENAGUA, 2007).

La obra de toma no se encuentra ubicada directamente en el manantial, lo hace a una distancia aproximada de 30 m aguas abajo. La estructura de captación posee un muro de ala que encausa el agua hacia un pequeño estanque en donde se dirige posteriormente a una rejilla que conecta con un canal desarenador.

Una vez que la profundidad del agua alcanza cierto nivel en el canal desarenador, una parte del agua se dirige hacia el cajón recolector (punto de partida de línea de conducción) y la otra parte es devuelta al cauce cumpliendo con el caudal ecológico (necesidad para restaurar y conservar la integridad ecológica de los ríos) (Gastón & Pouilly, 2012). El agua es entregada a los tanques de almacenamiento de tres comunidades, estas son: Achira, Convalecencia y La Concepción.

Partes de la Obra de Captación

- Estanque:

Válvula de purga de 8"

Tubería (PVC) de salida con un diámetro de 200 mm



Figura 8. Estanque de la obra de captación

- Cajón Desarenador:

Rejilla, válvula de desagüe de 2.5"

Tubería (Acero) de salida con un diámetro de 90 mm



Figura 9. Cajón desarenador

- **Cajón Recolector:**

Válvula de control de 3.5"

Válvula de 2.5" para la tubería de desagüe

Tubería (PVC) de salida a la conducción de 90 mm

Tubería (PVC) de desagüe.

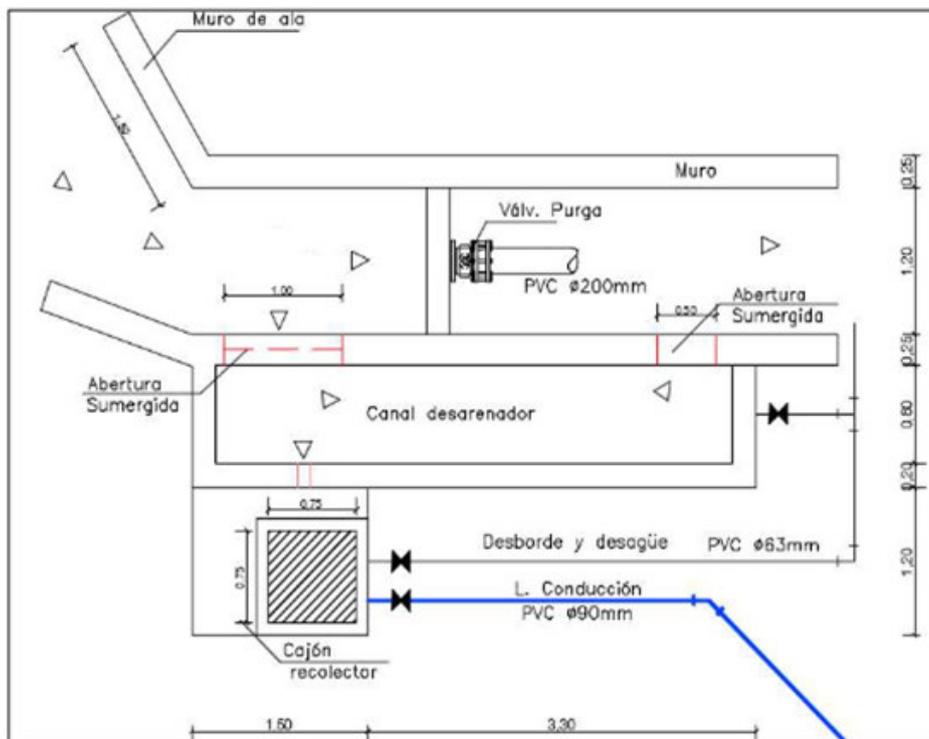


Figura 10. Obra de captación

Fuente: (Paspuezán, Informe de Campo, 2020)

- **Línea de conducción**

La línea de conducción parte desde la captación y hace un recorrido a gravedad de aproximadamente 9 km, hasta llegar a los tanques sedimentadores y de reserva, toda la línea está compuesta por una tubería de PVC con diámetro de 90 mm y 63 mm.

El trazado de la línea se construyó en terrenos de alta pendiente, existiendo un total de ocho (8) tanques rompe presión o cámaras rompe presión, para la operación y mantenimiento del sistema, la línea posee dos válvulas de desagüe y una válvula de aire.

- **Planta de tratamiento**

La estación de tratamiento está constituida por dos sedimentadores, un tanque para la filtración y una zona para la desinfección. La línea de conducción llega hasta una caja de válvulas en la estación, en este punto el flujo puede ingresar al tratamiento o ser enviado a una tubería bypass que deriva el agua directamente hacia el tanque de reserva, evitando el tratamiento.

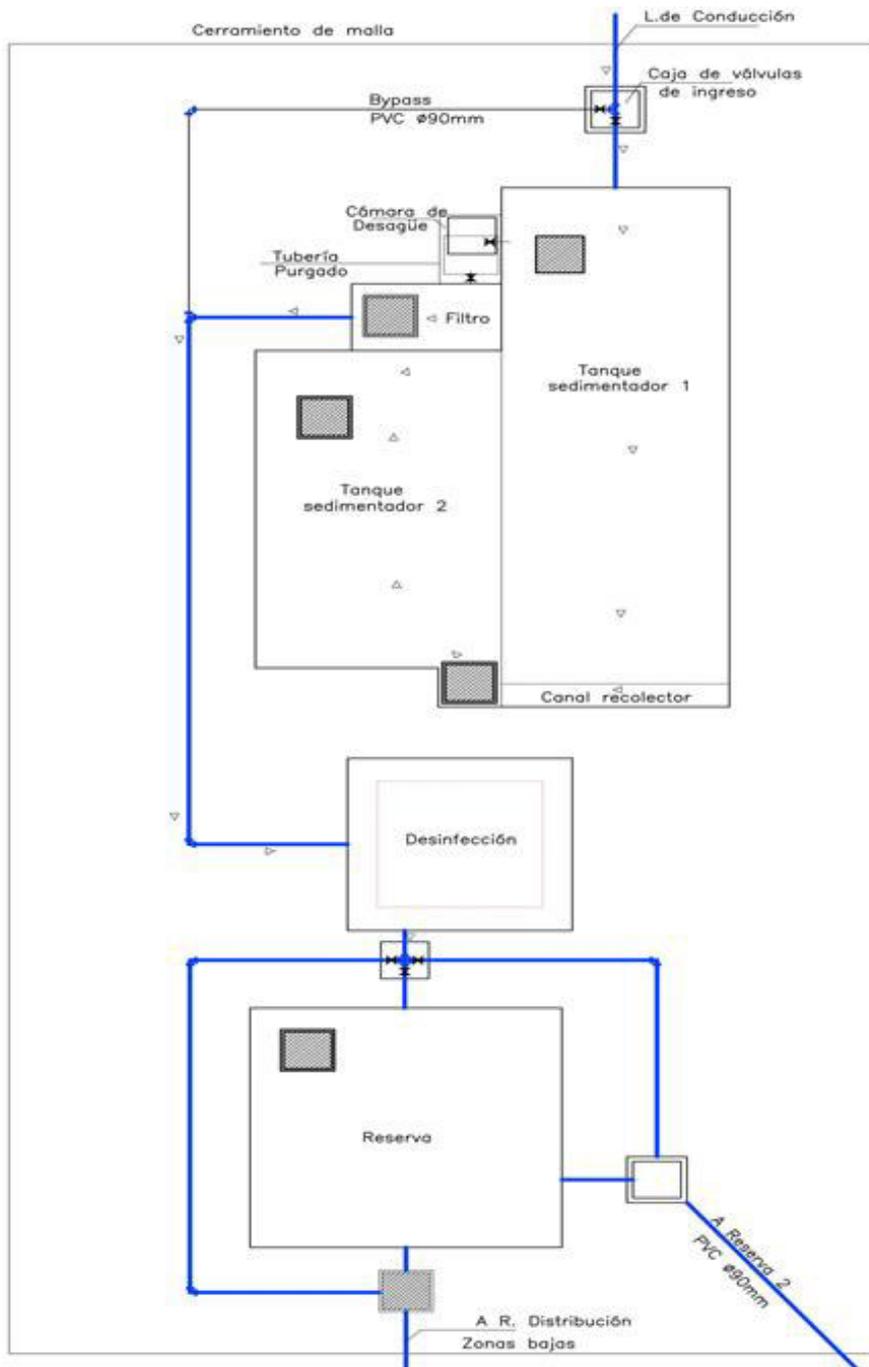


Figura 11. Planta de tratamiento

Fuente: (Paspuezán, Informe de Campo, 2020)

Los tanques sedimentadores están dispuestos paralelamente entre sí y difieren principalmente en tamaño. El agua ingresa en el primer tanque de dimensiones mayores, donde el efluente resultante de la sedimentación es recolectado por un canal que lo conduce hacia el segundo tanque (de menor tamaño que el anterior), a su vez este se enlaza directamente con el tanque de filtración, en donde las partículas del agua (que no fueron

removidas en la sedimentación) son retenidas. El caudal resultante de la filtración es conducido hacia una estructura ubicada en la zona de desinfección, en este se administra hipoclorito de calcio de forma manual, sin uso del equipo Provitab 3". El tanque sedimentador dos, no cuenta con elementos para purga, y el material sedimentado se acumula en la base y se reduce notablemente la eficiencia de la remoción, en lugar de clarificar el agua la vuelve más turbia. El filtro presenta una condición similar, existe falta de lavado y esta colmatado. La baja velocidad del flujo en los tanques y filtros, la poca luz dentro de estas estructuras y la falta de lavado o purgado han dado lugar a la proliferación de plantas acuáticas, microorganismos organismos e insectos en el agua.



Figura 12. Vista en el tanque sedimentador y canal de comunicación de los sedimentadores

- **Zona de Desinfección**

La zona de desinfección cuenta con una caseta acondicionada y equipada para suministrar hipoclorito de calcio mediante goteo, existe un dispositivo PROVITAB 3" para realizar la dosificación de acuerdo con el caudal máximo diario, pero el equipo no cuenta con los cartuchos para la cloración y se encuentra obsoleto a pesar de estar en unas buenas condiciones para su uso, finalmente el agua sale de la caseta de cloración, el caudal es repartido y dirigido hacia los tanques de reserva No1 y No2.



Figura 13. Sistema PROVITAB 3”

- **Tanques de almacenamiento**

La comunidad cuenta con dos tanques de reserva implementados en dos etapas de construcción, el primer tanque fue construido por la municipalidad juntamente con la estación de tratamiento, en el año 1995; es de tipo rectangular o cajón lado de 5.2m x 5.20m y una altura de 1.9 m y tiene una capacidad de 45 m³.

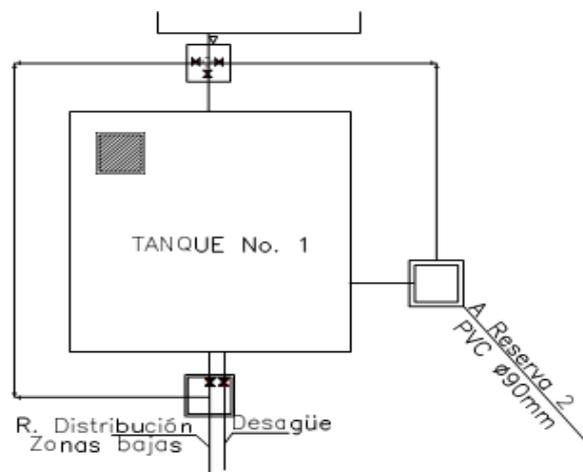


Figura 14. Tanque de almacenamiento

Fuente: (Paspuezán, Informe de Campo, 2020)

Para tratar de superar el inconveniente de abastecimiento se optó por construir una nueva reserva en el año 2006, se trata de un tanque circular. Las dimensiones tomadas en campo indican que el tanque posee un diámetro interior de 5 metros y una altura de 3 metros; es decir que tiene una capacidad de 50 m³ (Paspuezán, Informe de Campo, 2020).



Figura 15. Sectores de la red de distribución

Sector superior (celeste) Abastecimiento por tanque de compensación N°2 y Sector inferior (rosa) abastecimiento por tanque de distribución N°1

Fuente: (Paspuezán, Informe de Campo, 2020)

3.1.2 Encuesta

Los habitantes de la comunidad La Concepción cuenta con un intermitente servicio de agua para sus actividades diarias, esto puede ser generado por bajas presiones, roturas o fugas en la red de distribución. De existir escasez, los consumidores se dirigen a una llave común para abastecerse o acuden a sus vecinos.

Además, la mitad de la población a veces percibe un color café oscuro en el agua, que causa malestar y rechazo. Esto se debe a que la planta de tratamiento posee sedimentos, organismos vivos y en descomposición dentro de las estructuras de los sedimentadores y filtro que no han sido removidos durante varios años.

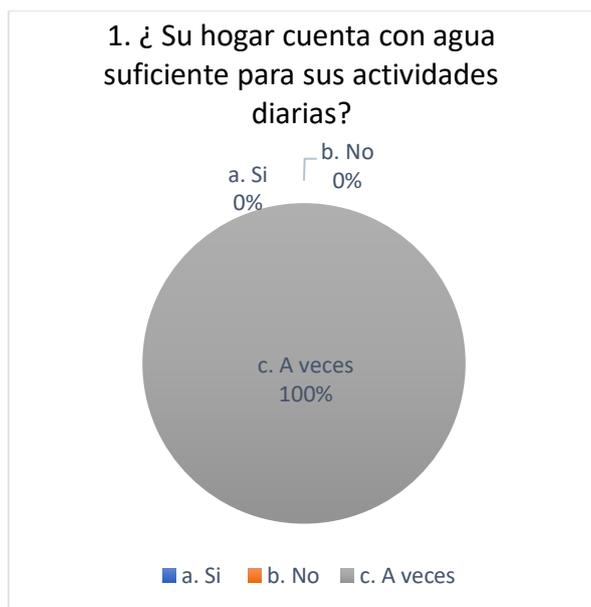


Figura 16. Cantidad suficiente de agua

El 100% de la población muestreada cuenta con un servicio intermitente de agua para sus actividades. La población cree que esto se debe a problemas en las tuberías de la red de distribución. En algunos hogares las personas usan el agua de riego para consumo humano.

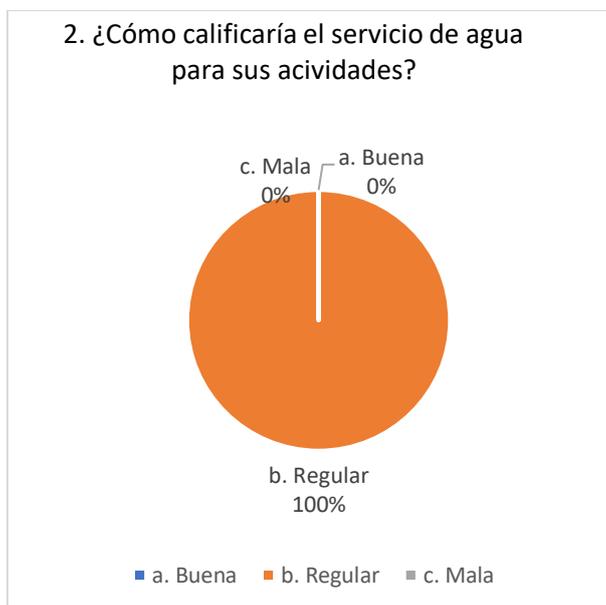


Figura 17. Calidad del servicio de agua

El 100% de la población muestreada se encuentra insatisfecha con el servicio. La población cuenta que por la emergencia sanitaria por el virus COVID-19, era necesario permanecer en casa y el servicio fue intermitente con cortes de hasta tres días. Además, que el servicio ha sido deficiente desde la creación del sistema.

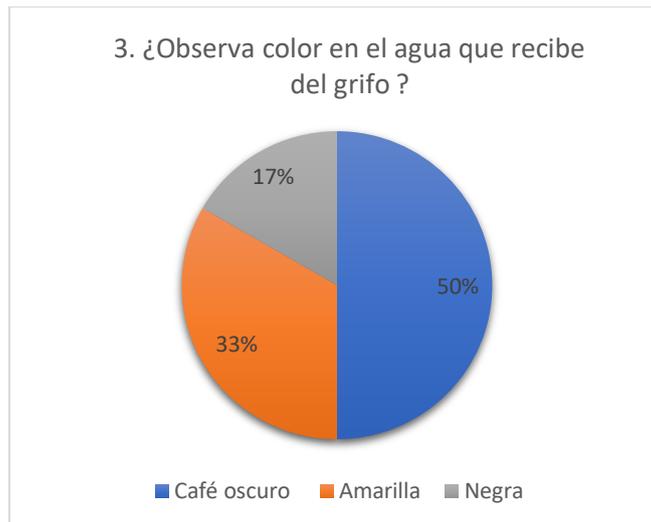


Figura 18. Percepción del agua en color

El 100% de la población muestreada en ocasiones recibe un agua turbia. Algunos pobladores describieron los colores que observan en el agua, el 50% café oscuro, el 33% amarilla y 17% negra. Y que esto depende del tanque de almacenamiento que distribuye a dos partes de la comunidad.

3.1.3 Estimación de la población

La población de La Concepción, como se observa en la figura 6, tiende a decrecer a través de los años por falta de oportunidades de trabajo, además los jóvenes migran a las ciudades cercanas para culminar sus estudios y mejorar su calidad de vida. Es por este motivo que no se optó por hacer un cálculo poblacional con los métodos logarítmico, geométrico y lineal.

Con un total de 180 familias y un promedio de 5 personas por vivienda (Paspuezán, Población de la comunidad La Concepción, 2021). Realizando la operación de la Ecuación 14 El resultado es de 900 habitantes:

$$N = 180 \text{ familias} * 5 \text{ personas en cada vivienda}$$

$$N = 900 \text{ habitantes}$$

Ecuación 14. Población estimada para el 2021

Fuente: (Paspuezán, Población de la comunidad La Concepción, 2021)

3.1.4 Determinación de la dotación en la comunidad

Dotación Neta:

El clima en la población de la comunidad “La Concepción “se caracteriza por ser templado. Se realizó un promedio de los valores de las dotaciones recomendados por la norma INEN que van de 130 a 160 L/hab/día. Se escogió una dotación de 145 L/hab/día

Caudal Medio Diario:

Se utilizó la Ecuación 15 el resultado fue de 1.51 L/s

$$Q_{med} = \frac{145 \frac{l}{hab. dia} 900 hab}{86400}$$

$$Q_{med} = 1.51 L/s$$

Caudal Máximo diario:

Se utilizó la Ecuación 16 el resultado fue de 2.11 L/s

$$Q_{MD} = Q_{med} * K_{max.dia}$$

$$Q_{MD} = 145 \frac{L}{s} * 1.4$$

$$Q_{MD} = 2.11 L/s$$

Caudal Máximo horario

Se utilizó la Ecuación 17 el resultado fue de 1.51 L/s

$$Q_{MH} = Q_{MD} * K_2$$

$$Q_{MH} = 2.11 L/s * 1.6$$

$$Q_{MH} = 3.38 L/s$$

3.2 Evaluar las condiciones hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable desde su captación, los tanques de distribución y su sistema de desinfección.

3.2.1 Simulación Hidráulica

El resultado de la simulación hidráulica consta de dos partes: La primera de un modelo dinámico con flujo permanente y de un modelo estático con flujo no permanente para casos de emergencia o mantenimiento, los dos modelos inician desde la captación hasta el tanque de compensación. Se modeló de acuerdo a la información en el Anexo 1 "Datos obtenidos del levantamiento con GPS " y Anexo 5 "Planos y esquemas".

El modelo dinámico cumple con la norma mínima de presiones establecidas por la EPMAPS de 5 mca, teniendo dos presiones negativas en los primeros nodos, debido a que la línea piezométrica se encuentra debajo del primer tramo, se tomó en cuenta los diámetros y espesores de las tuberías comerciales de Plastigama, esta marca se presenta en el sistema implantado, donde establece que para una tubería con diámetro externo nominal de 90mm y 63mm, con un espesor de 2.8mm y 2mm respectivamente, soporta hasta 0,80 mega pascales (Mpa) lo que sería una presión de 81.58 metros de columna de agua (mca).

Los resultados de la simulación de caudales y velocidades al ser comparados con los datos medidos con el equipo ultrasónico en campo, tomando en cuenta la cota, el material de la tubería, el diámetro, pérdidas de carga por fricción y accesorios, demuestra que el sistema presenta una considerable cantidad de pérdida a través de los tramos del sistema, sin embargo, cumple con el caudal adjudicado de 6.45L/s.

Tabla 3.Resultados de presión en Epanet

| ID Nudo | Cota | Altura | Presión |
|-------------------------------|------|---------|---------|
| | m | m | m |
| Embalse Captación | 2644 | 2644.00 | 0.00 |
| Conexión V.Desague | 2622 | 2617.27 | -4.73 |
| Conexión V.Aire | 2628 | 2608.93 | -19.07 |
| Embalse CRP1 | 2565 | 2565.00 | 0.00 |
| Embalse CRP2 | 2475 | 2475.00 | 0.00 |
| Embalse CRP3 | 2430 | 2430.00 | 0.00 |
| Embalse T-ACHIRA | 2355 | 2355.00 | 0.00 |
| Conexión Achira | 2355 | 2342.32 | 13.15 |
| Embalse CRP4 | 2276 | 2276.00 | 0.00 |
| Embalse CRP5 | 2135 | 2135.00 | 0.00 |
| Embalse CRP6 | 2026 | 2026.00 | 0.00 |
| Embalse CRP7 | 1926 | 1926.00 | 0.00 |
| Embalse CRP8 | 1841 | 1841.00 | 0.00 |
| Conexión Caja.Válvulas | 1752 | 1782.28 | 30.28 |
| Conexión CV. Convalecencia | 1701 | 1747.97 | 46.97 |
| Conexión T- Convalecencia | 1704 | 1744.56 | 40.56 |
| Conexión Reducción | 1701 | 1745.78 | 44.78 |
| Embalse PLANTA-TRATAMIENTO | 1420 | 1420.00 | 0.00 |

| | | | |
|-----------------|------|---------|------|
| Embalse TANQUE2 | 1393 | 1393.00 | 0.00 |
|-----------------|------|---------|------|

Tabla 4. Resultados de longitud, diámetro, rugosidad, caudal, velocidad, pérdidas unitarias y factor de fricción

| ID Nodo | ID Línea | Longitud m | Diámetro (mm) | Rugosidad (mm) | Caudal (LPS) | Velocidad (m/s) | Pérd. Unit. (m/km) | Factor de Fricción |
|------------------------|------------------|---------------|------------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|
| Captación V.Desague | Tubería a p1 | 106.4 | 90 | 0.12 | 28.68 | 4.51 | 251.19 | 0.022 |
| V.Desague V.Aire | Tubería a p2 | 33.21 | 90 | 0.12 | 28.68 | 4.51 | 251.18 | 0.022 |
| V.Aire CRP1 | Tubería a p3 | 173.9 | 90 | 0.12 | 28.68 | 4.51 | 251.18 | 0.022 |
| CRP1 CRP2 | Tubería a p6 | 219.2 | 63 | 0.12 | 14.29 | 4.59 | 406.87 | 0.024 |
| CRP2 CRP3 | Tubería a p9 | 89.02 | 90 | 0.12 | 40.42 | 6.35 | 494.40 | 0.022 |
| CRP3 T-ACHIRA | Tubería a p12 | 1175 | 90 | 0.12 | 14.25 | 2.24 | 63.72 | 0.022 |
| T-ACHIRA Achira | Tubería a 7 | 1 | 22 | 0.12 | 5.00 | 13.15 | 12675.5 4 | 0.032 |
| T-ACHIRA CRP4 | Tubería a p15 | 533.6 | 90 | 0.12 | 21.88 | 3.44 | 147.50 | 0.022 |
| CRP4 CRP5 | Tubería a p16 | 520.3 | 90 | 0.12 | 29.75 | 4.68 | 269.96 | 0.022 |
| CRP5 CRP6 | Tubería a p19 | 384.3 | 90 | 0.12 | 30.43 | 4.78 | 282.16 | 0.022 |
| CRP6 CRP7 | Tubería a p22 | 382.3 | 90 | 0.12 | 29.20 | 4.59 | 260.21 | 0.022 |
| CRP7 CRP8 | Tubería a p25 | 210.6 | 90 | 0.12 | 36.30 | 5.71 | 399.81 | 0.022 |
| CRP8 Caja.Válvulas | Tubería a p28 | 1431 | 90 | 0.12 | 11.36 | 1.79 | 41.01 | 0.023 |

| | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------|-------|----|------|-------|------|---------|-------|
| Caja.Válvulas CV.Convalecenci a | Tuberí a p29 | 836.7 | 90 | 0.12 | 11.36 | 1.79 | 41.01 | 0.023 |
| CV.Convalecenci a Convalecencia | Tuberí a p12 | 1 | 20 | 0.12 | 2.00 | 6.37 | 3408.02 | 0.033 |
| CV.Convalecenci a Reducción | Tuberí a p30 | 77.84 | 90 | 0.12 | 9.36 | 1.47 | 28.18 | 0.023 |
| Reducción PLANTA- TRATAMIENTO | Tuberí a p31 | 1838 | 63 | 0.12 | 9.36 | 3.00 | 177.15 | 0.024 |
| PLANTA- TRATAMIENTO TANQUE2 | Tuberí a p34 | 1149 | 63 | 0.12 | 3.30 | 1.06 | 23.46 | 0.026 |

Dentro del sistema estático que representa al fluido sin movimiento o flujo no permanente, se creó pequeños tramos de tubería de 1m para el cierre de la tubería, antes de los tanques o cámaras rompe presión, los resultados obtenidos nos indica que existen presiones que sobrepasan las limitaciones de la tubería que es de 81,576 mca considerando la clase de tubería.

El caso más crítico, es en la entrada a la planta de tratamiento de agua potable, la presión que soporta esta tubería es 417.00 mca sin contar con el factor de seguridad.

Tabla 5. Resultados de la Simulación Estática

| ID Nudo | Cota m | Altura m | Presión m |
|--------------------|-----------|-------------|--------------|
| Conexión V.Desague | 2622 | 2644.00 | 22.00 |
| Conexión V.Aire | 2628 | 2644.00 | 16.00 |
| Conexión CRP1 | 2565 | 2644.00 | 79.00 |
| Conexión CRP2 | 2475 | 2565.00 | 90.00 |
| Conexión CRP3 | 2430 | 2430.49 | 45.00 |
| Conexión T-Achira | 2355 | 2430.00 | 75.00 |
| Conexión Achira | 2355 | 2355.00 | 0.00 |

| | | | |
|------------------------------|------|---------|--------|
| Conexión CRP4 | 2276 | 2355.00 | 79.00 |
| Conexión CRP5 | 2135 | 2276.00 | 141.00 |
| Conexión CRP6 | 2026 | 2135.00 | 109.00 |
| Conexión CRP7 | 1926 | 2026.00 | 100.00 |
| Conexión CRP8 | 1841 | 1926.00 | 85.00 |
| Conexión Caja.Válvulas | 1752 | 1841.00 | 86.82 |
| Conexión T- Convalecencia | 1704 | 1841.00 | 136.54 |
| Conexión CV.Convalecencia | 1701 | 1841.00 | 136.54 |
| Conexión Reducción | 1701 | 1841.00 | 136.54 |
| Conexión P.T | 1420 | 1841.00 | 417.00 |
| Conexión T2 | 1393 | 1420.00 | 27.00 |

3.2.1.1 Análisis de resultados de caudales y velocidades

Con base en los resultados obtenidos en campo de caudales y velocidades con el equipo ultrasónico, y los resultados obtenidos en EPANET. Se hace un análisis del sistema repartido en siete tramos.

El primer tramo, como se observa en la Figura 19, parte desde la captación, hasta a la cámara rompe presión 1 (CRP1), donde se observa en EPANET que la tubería tiene una capacidad de transportar hasta 28.68 L/s con una velocidad de 4.51 m/s. Los resultados tomados en campo con el equipo ultrasónico son: caudal de 14.77 L/s y velocidad de 2.64 m/s. Comparando los resultados medidos en campo con el simulador se demuestra que el sistema puede transportar un caudal mayor al medido, que es de 14.77 L/s.

Para una tubería de PVC de acuerdo a la norma EPMAPS, la velocidad mínima debe ser de 0.45 m/s y máxima de 6 m/s, en el presente sistema las velocidades tanto en EPANET de y las medidas en campo cumplen con este parámetro.

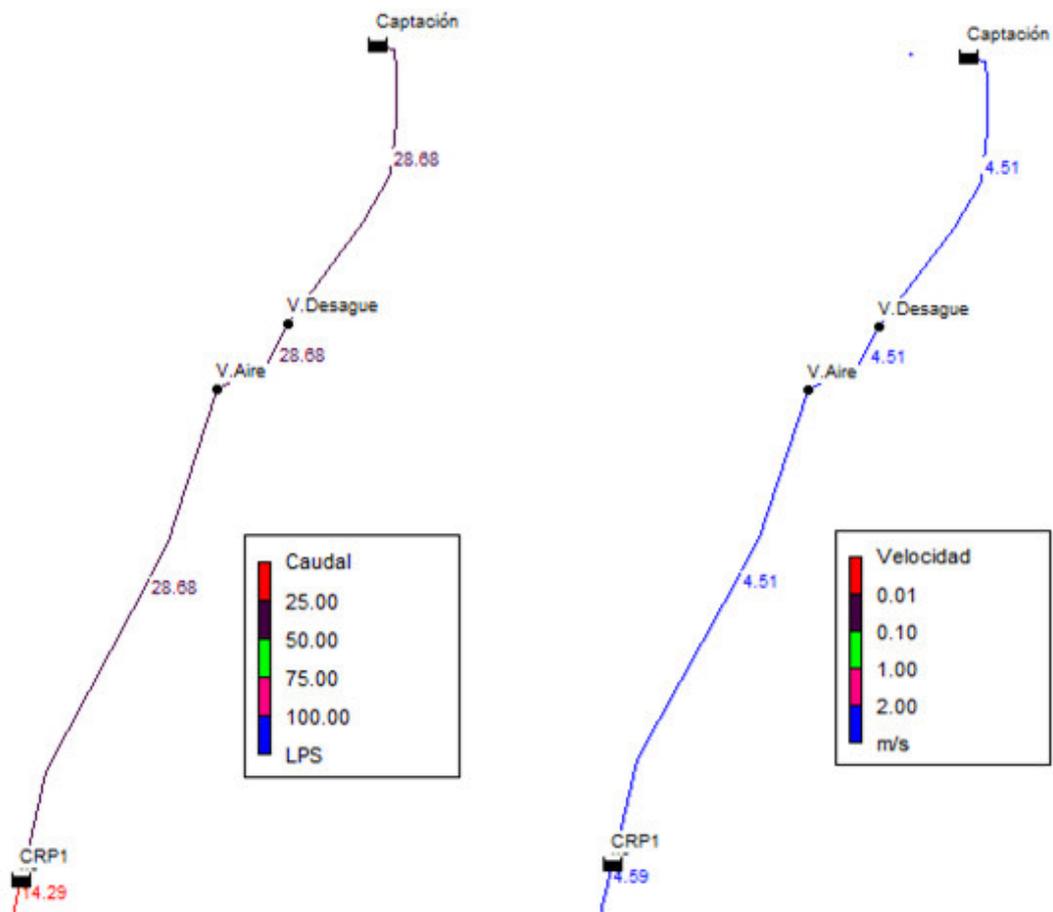


Figura 19. Caudales y velocidades del primer tramo

El segundo tramo, como se observa en la Figura 20, parte desde la cámara rompe presión 1 (CRP1), pasando por la cámara rompe presión 2 (CRP2), hasta la cámara rompe presión 3 (CRP3), los resultados de EPANET son: caudal de 14.29 L/s y velocidad de 4.59 m/s. Este tramo se asemeja a la medición en campo que es de: 13.36 L/s y velocidad de 4.75 m/s. Se debe tomar en cuenta que en este tramo el diámetro nominal exterior de la tubería del (CRP1) a (CRP2) es de 63 mm con un espesor comercial de 2 mm. Además, se pudo observar en campo un desborde de agua en la cámara rompe presión 1 (CRP1).

En el presente sistema las velocidades en el simulador hidráulico sobrepasan la velocidad máxima entre la (CRP2 y CRP3) con una velocidad de 6.35 m/s, y las medidas en campo de cumplen con este parámetro con un 4.59 m/s.

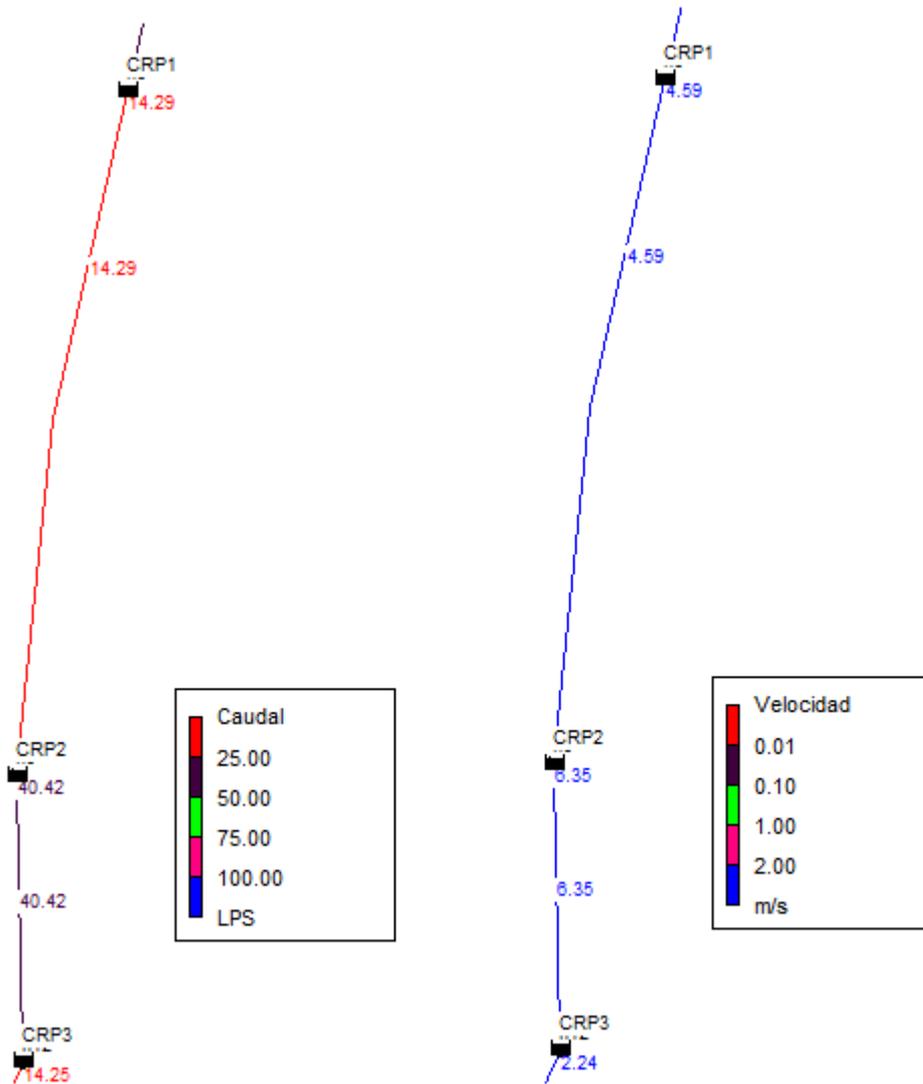


Figura 20. Caudales y velocidades del segundo tramo

El tercer tramo, como se observa en Figura 21, parte desde la cámara rompe presión 3 (CPR3), hasta la cámara rompe presión 4 (CPR4), pasando por una derivación conocida por los moradores como Tanque Achira (T-ACHIRA). Esta estructura ayuda a abastecer de agua a la comunidad Achira, con un caudal medido en campo de 5 L/s a una velocidad de 1.22 m/s.

En la derivación llega un caudal de 9.24 L/s a una velocidad de 1.65 m/s, mediciones tomadas en campo. A lo largo de este tramo en la elevación 2345 msnm y a la salida de la cámara rompe presión 3(CPR3) se midieron caudales de 11.28 L/s y 10.18 L/s y velocidades de 2 m/s y 1.62 m/s respectivamente. En comparación con la simulación hidráulica existe un caudal de 14.25 m/s y velocidad 2.24 m/s. Por roturas y fugas en la tubería se analizan pérdidas de agua en las elevaciones 2314 msnm, 2295 msnm, 2287 msnm y 2298 msnm.

En el presente tramo las velocidades tanto en Epanet y las medidas en campo cumplen con este parámetro hidráulico, tomando en cuenta que en la derivación Achira (T-Achira) la tubería para el tanque de almacenamiento Achira es de hierro dúctil.

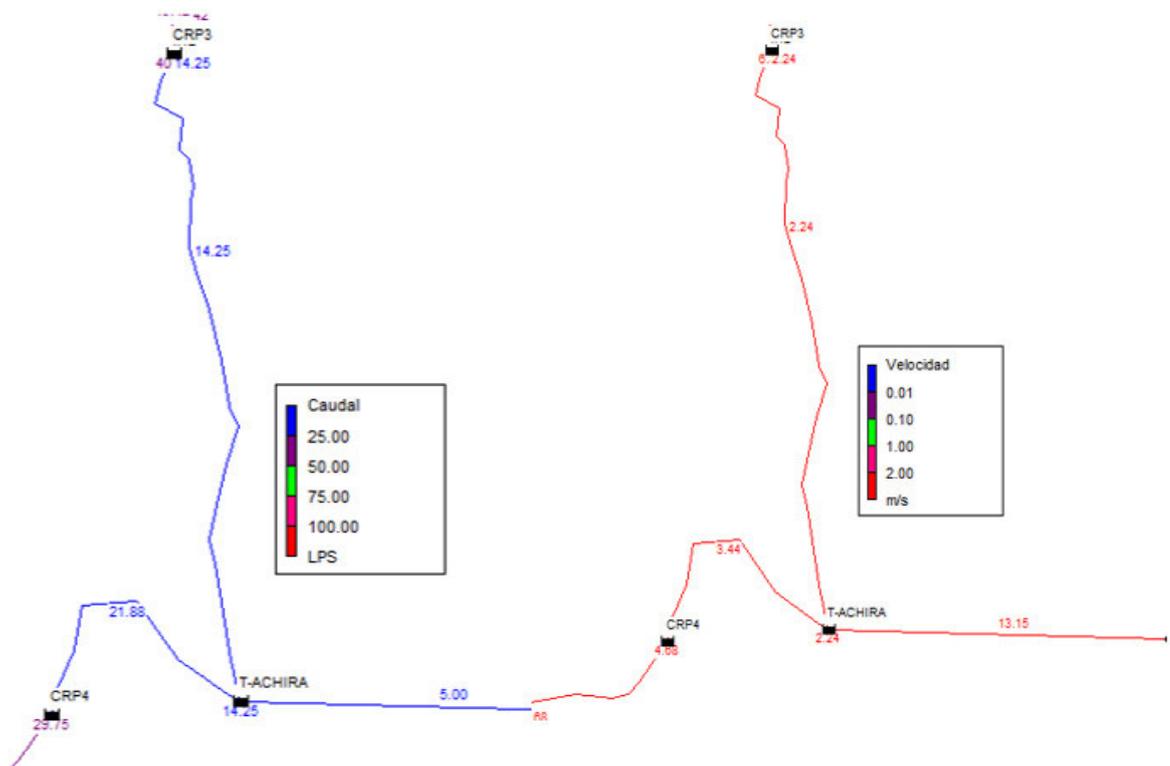


Figura 21. Caudales y velocidades tercer tramo

El cuarto tramo, como se observa en la Figura 22 y Figura 23, empieza con la cámara rompe presión 4 (CRP4) hasta la cámara rompe presión 8 (CRP8), pasando por la cámara rompe presión 5 (CRP5) cámara rompe presión 6 (CRP6), cámara rompe presión 7 (CRP7). Por ser una zona de pendientes pronunciadas es necesario tener este número de tanques rompe presión, y como se observa en la figura en planta el sistema tiene la capacidad de transportar un caudal mayor al concesionado. En el presente sistema las velocidades en EPANET como las medidas en campo cumplen con este parámetro hidráulico.

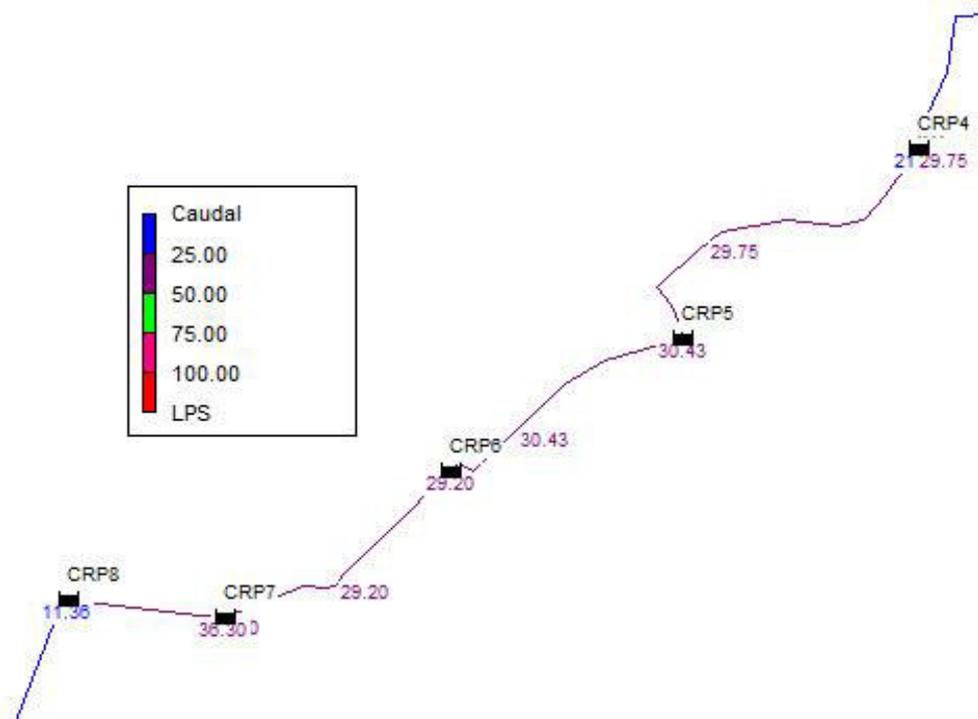


Figura 22. Caudales del cuarto tramo

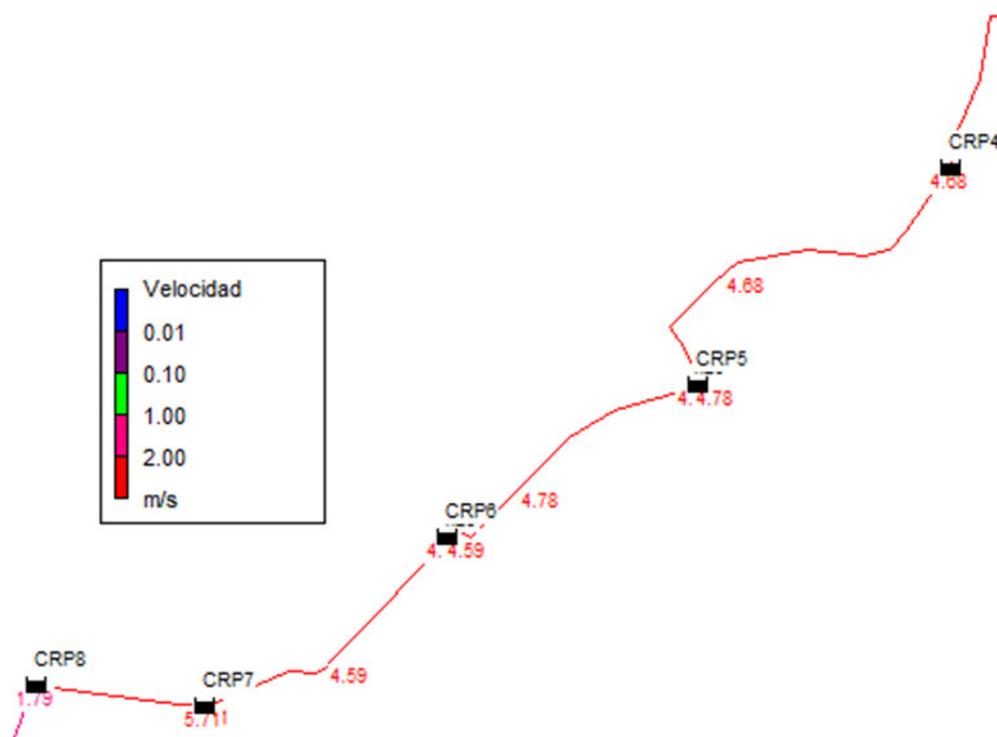


Figura 23. Velocidades del cuarto tramo

El quinto tramo, como se observa en la Figura 24, comienza con la cámara rompe presión 8 (CRP8) hasta una caja de válvulas (Caja.Válvulas), en esta parte del sistema se puede observar en EPANET que el caudal es de 11.36 L/s a una velocidad de 1.79 m/s. En la caja

de válvulas, a pesar de tener las condiciones adecuadas para realizar la medición, no se pudieron recolectar datos con el equipo ultrasónico esto se debe a la presencia de aire dentro de la tubería de conducción.

En el presente tramo la tubería del modelo hidráulico EPANET, cumplen con la velocidad máxima y mínima.

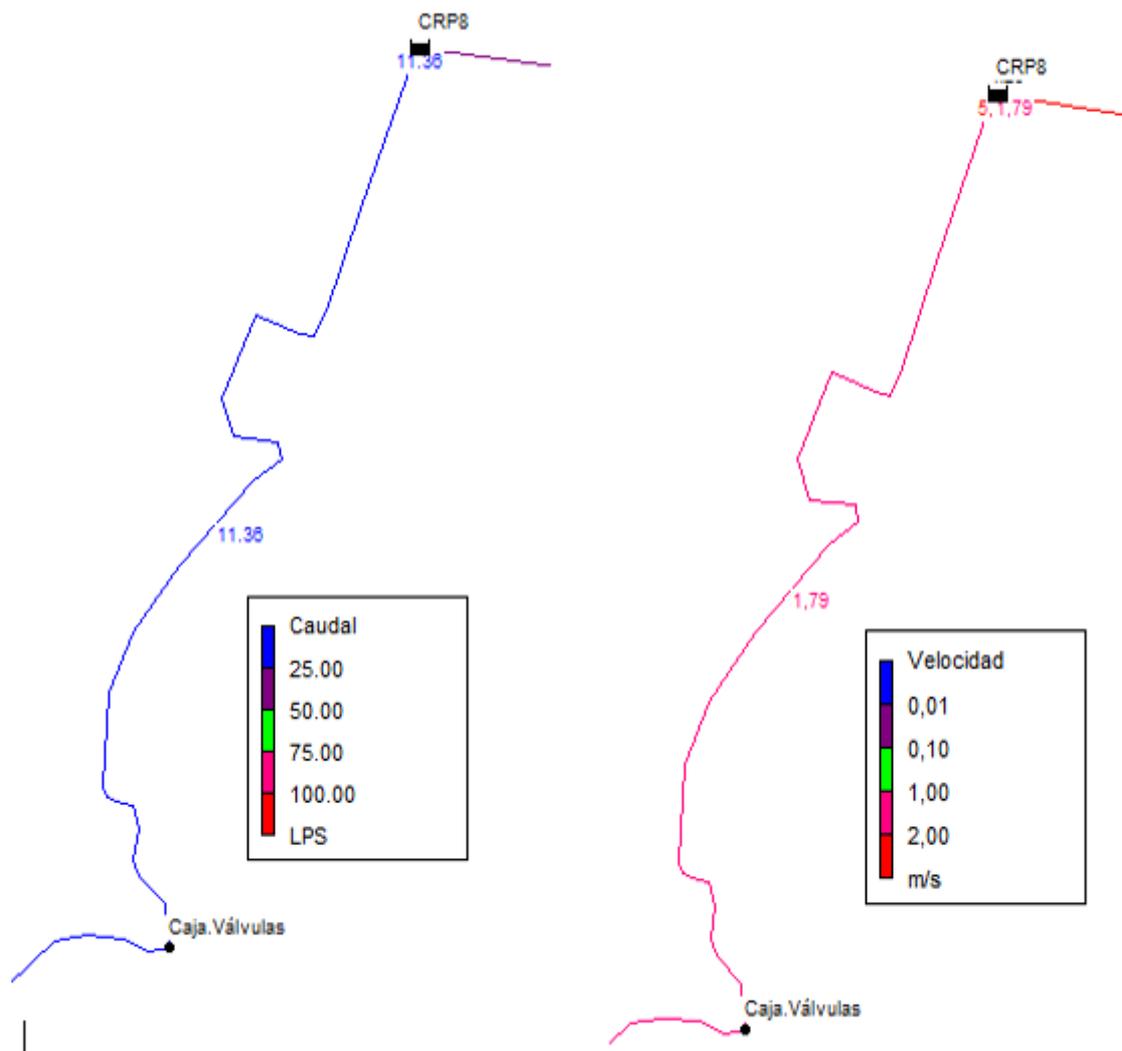


Figura 24. Caudales y velocidades del quito tramo

El sexto tramo, como se observa en la Figura 25 y Figura 26, comienza con la Caja de Válvulas (Caja.Válvulas) localizada bajo la comunidad el Milagro, hasta una reducción de tubería de 63mm, pasando por una caja de válvulas que ayuda a derivar el agua a la comunidad Convalecencia con un caudal de 2 L/s. En este punto se observa en EPANET un

caudal de 11.36 L/s a una velocidad de 1.72 m/s, a comparación con la medición en campo de 7.42 L/s con una velocidad de 1.32 m/s. Da a conocer que en este tramo existe una cantidad considerable de pérdidas.

En el presente tramo la velocidad del simulador hidráulico tanto como la medida en campo cumplen con este parámetro hidráulico.

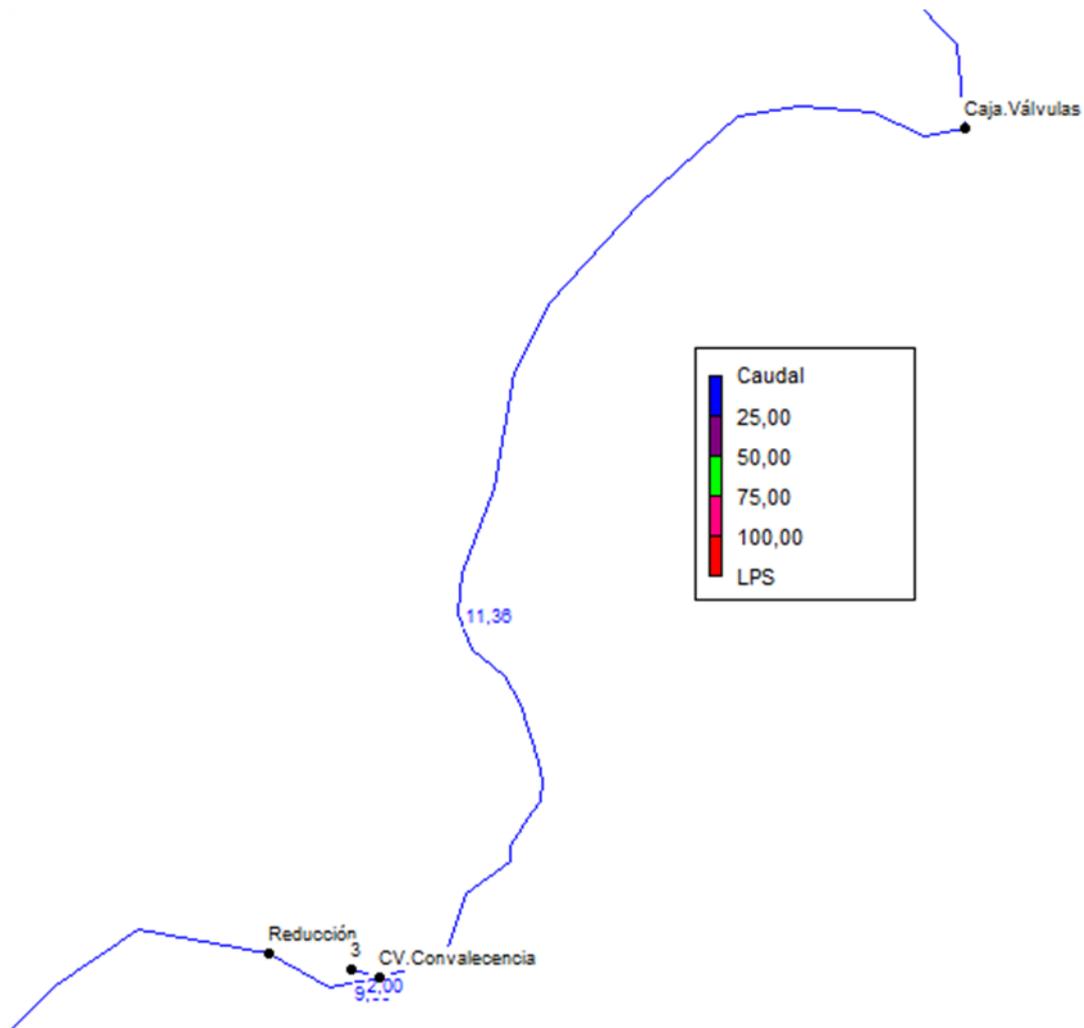


Figura 25. Caudales del sexto tramo

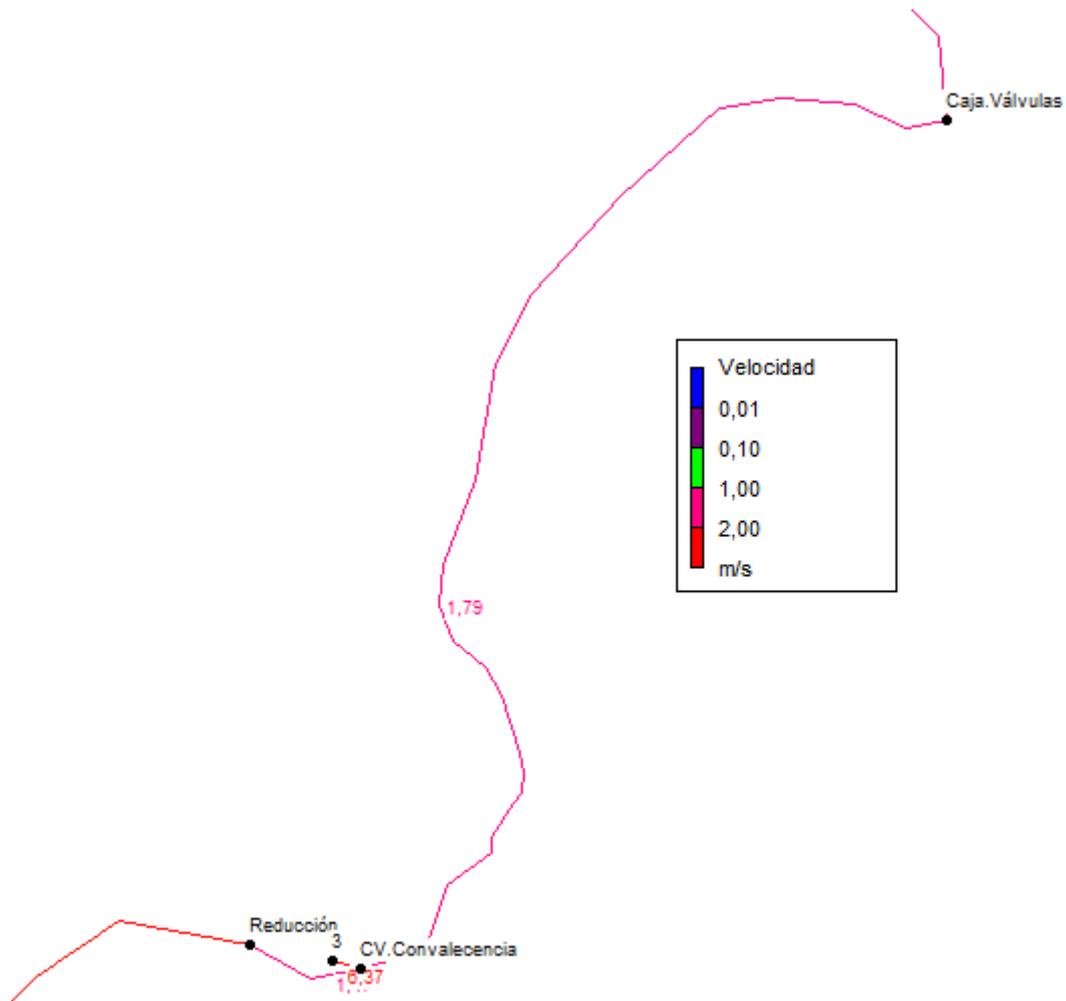


Figura 26. Velocidades del sexto tramo

El séptimo tramo como se observa en la Figura 27 y Figura 28, empieza con la reducción de la tubería del 90 mm a 63 mm (Reducción), pasando por un paso elevado, planta de tratamiento (PLANTA-TRATAMIENTO) donde se encuentra el primer tanque de almacenamiento hasta llegar al tanque de compensación (TANQUE 2).

De acuerdo con la simulación, entra a la planta un caudal de 9.36 L/s a una velocidad de 3m/s. En la medición en campo llega a la misma planta un caudal de 6.48 L/s a una velocidad de 2.38 m/s. Se demuestra que el sistema cumple con la cantidad de agua adjudicada que es de 6.4 L/s.

Sin embargo, existe una gran cantidad de pérdidas de agua a través del sistema, incluyendo las adjudicaciones de Achira y Convalecencia. Es necesario tomar en cuenta que la medición fue tomada en época lluviosa, por tal motivo, debemos analizar que el sistema tiene la cantidad de agua para abastecer a las poblaciones concesionadas, pero en época de verano, la cantidad de agua se va a reducir, y por la presencia de fugas el sistema no va a cumplir con el caudal necesario para cada comunidad La Concepción.

En el tanque de compensación (TANQUE2) tiene una gran similitud entre EPANET y la medición en campo debido a que, en EPANET el caudal que sale del Tanque número 1, es de 3.30 L/s a una velocidad de 1.06 m/s de tal forma, en la medición en campo, está llegando un caudal 3.51 L/s a una velocidad de 0.62 m/s

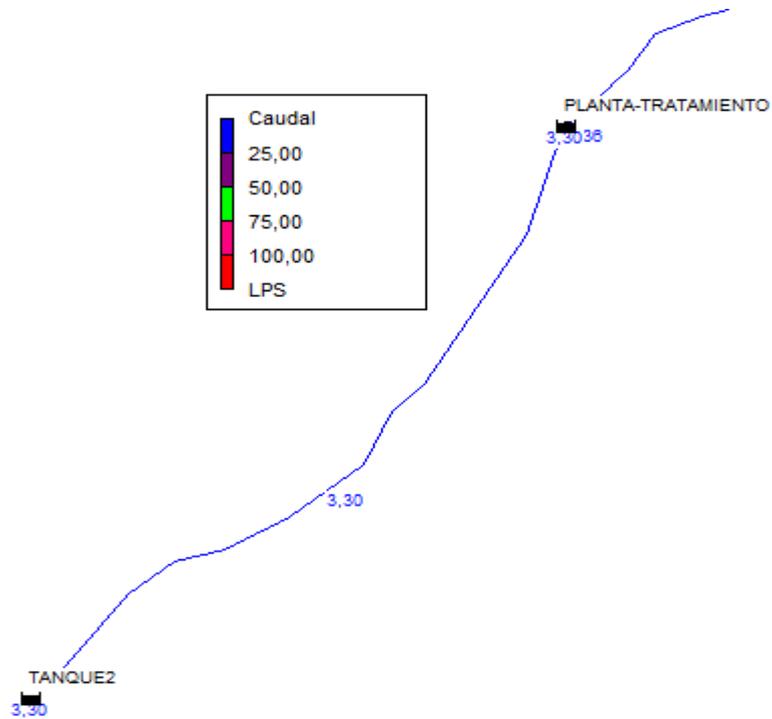


Figura 27. Caudales del séptimo tramo

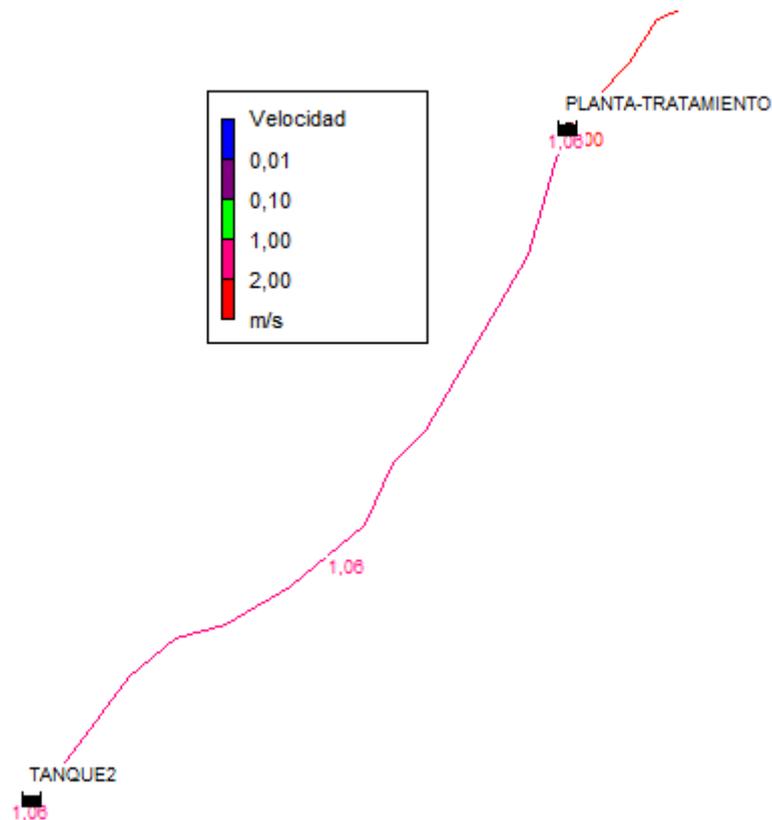


Figura 28. Velocidades del séptimo tramo

3.2.1.2 Análisis de presiones dinámicas del sistema

Dentro del sistema dinámico que representa al fluido en movimiento, EPANET demuestra que hay presiones negativas en dos puntos, en la válvula de desagüe (V. Desagüe) y Válvula de Aire (V.Aire), dando a conocer que la tubería se encuentra por debajo de la línea piezométrica, y en el resto de los tramos, las presiones soportan la presión del catálogo de tuberías de plastigama, esta marca se presenta en todo el sistema de abastecimiento.

En la Tabla 6 se han detallado los diferentes puntos con sus respectivas presiones resultado de la simulación dinámica.

Se obtuvo un perfil en el Anexo 3 “Perfil longitudinal de presiones dinámicas y estáticas”

Donde se observa las variaciones de presiones.

Tabla 6. Presiones de los diferentes puntos resultado de la simulación dinámica

| Conexión | Presión EPANET (m) | Diámetro Exterior Nominal (mm) | Espesor(m m) | Presión catálogo (MPa) | Presión catálogo (mca) | Cumple |
|--------------------|--------------------|--------------------------------|--------------|------------------------|------------------------|--------|
| V.Desague | -4.76 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | No |
| V.Aire | -19.07 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | No |
| CRP1 | 0.28 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | Si |
| CRP2 | 0.41 | 63 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | Si |
| CRP3 | 0.49 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | Si |
| T-Achira | 0.06 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | Si |
| CRP4 | 0.15 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | Si |
| CRP5 | 0.27 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | Si |
| CRP6 | 0.28 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | Si |
| CRP7 | 0.26 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | Si |
| CRP8 | 0.40 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | Si |
| Caja.Válvulas | 30.28 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | Si |
| CV.Convalecencia | 46.97 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | Si |
| Reducción | 44.78 | 63 | 2 | 0.80 | 81.58 | Si |
| PLANTA-TRATAMIENTO | 0.18 | 63 | 2 | 0.80 | 81.58 | Si |
| TANQUE2 | 0.02 | 63 | 2 | 0.80 | 81.58 | Si |

3.2.1.3 Análisis del Sistema Estático

Dentro del sistema estático que representa al fluido sin movimiento, los resultados obtenidos en EPANET nos indica que existen presiones que sobrepasan las limitaciones de la tubería que es de 81.58 mca considerando los diámetros y espesores comerciales de Plastigama.

El caso más crítico, esta en la entrada a la planta de tratamiento de agua potable, la presión que soporta esta tubería es 542.763 mca, considerando el factor de seguridad. Existiendo un grave problema para realizar labores de mantenimiento al sistema, debido a que no se podría cerrar la tubería, ya que no resistiría la presión de trabajo haciendo que se rompa.

Es por este motivo que en la caja de válvulas a la entrada de la planta de tratamiento mostraba ruptura y ausencia de válvulas en el primer informe realizado por la municipalidad.

En la Tabla 7 se han detallado los diferentes puntos con sus respectivas presiones resultado de la simulación estática.

Se obtuvo un perfil en el Anexo 3 “Perfil longitudinal de presiones dinámicas y estáticas”, donde se observa las variaciones de presiones estáticas.

Tabla 7. Presiones en los diferentes puntos resultado de la simulación estática.

| Conexión | Elevación (msnm) | Presión EPAN ET (m) | Presión de Diseño (m) | Diámetro Exterior Nominal (mm) | Espesor (mm) | Presión catálogo (MPa) | Presión catálogo (mca) | Cumple |
|--------------------|------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------|------------------------|------------------------|--------|
| V.Desague | 2622 | 22 | 28.6 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | Si |
| V.Aire | 2628 | 16 | 20.8 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | Si |
| CRP1 | 2565 | 79 | 102.7 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | No |
| CRP2 | 2475 | 90 | 117 | 63 | 2 | 0.80 | 81.58 | No |
| CRP3 | 2340 | 45 | 58.5 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | Si |
| T-Achira | 2355 | 75 | 97.5 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | No |
| CRP4 | 2276 | 79 | 102.7 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | No |
| CRP5 | 2135 | 141 | 183.3 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | No |
| CRP6 | 2026 | 109 | 141.7 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | No |
| CRP7 | 1926 | 100 | 130 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | No |
| CRP8 | 1841 | 85 | 110.5 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | No |
| Caja.Válvulas | 1752 | 86.82 | 112.866 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | No |
| CV.Convalecencia | 1701 | 136.54 | 177.502 | 90 | 2.8 | 0.80 | 81.58 | No |
| Reducción | 1701 | 136.54 | 177.502 | 63 | 2 | 0.80 | 81.58 | No |
| PLANTA-TRATAMIENTO | 1420 | 417.51 | 542.763 | 63 | 2 | 0.80 | 81.58 | No |
| TANQUE2 | 1393 | 27 | 35.1 | 63 | 2 | 0.80 | 81.58 | Si |

3.2.2 Evaluación del sistema de desinfección

El sistema de desinfección Provitab 3" actualmente se encuentra instalado sin los cartuchos de las pastillas de cloración. Antes de que se acabasen las pastillas de Cloro Tab 3" PROVICHLOR, el operador las colocaba en el compartimiento de pastillas del equipo Provitab 3". En el equipo se pueden leer las instrucciones para la colocación de las mismas.

Existen diferentes equipos de cloración que el sistema también puede adaptar en caso de que no desee seguir ocupando el sistema de cloración Provitab 3" como:

- Hipoclorador en línea automático
- Hipoclorador hidráulico por Venturi
- Hipoclorador de flujo constante (OPS/OMS, 2014)

3.2.3 Evaluación de los tanques de almacenamiento

El sistema tiene dos tanques de almacenamiento uno de reserva y el otro de compensación

1. El tanque de reserva se encuentra ubicado en la elevación 1409 msnm. Este tiene una capacidad de 45 m^3 (Paspuezán, Informe de Campo, 2020).
2. El tanque de compensación se encuentra ubicado en la elevación 1393 msnm. Este tiene una capacidad de 50 m^3 (Paspuezán, Informe de Campo, 2020).

La suma de los dos volúmenes de los tanques de reserva y de compensación da un total de 95 m^3 .

Para realizar la evaluación de los tanques de almacenamiento es necesario determinar la curva de consumo de la población. El sistema no cuenta con registro de los consumos, por lo que se optó por elegir la curva de distribución horario del consumo de la población en la bibliografía (López Cualla, Capacidad del tanque de distribución, 2003). La curva de consumo elegida es la de la Figura 29.

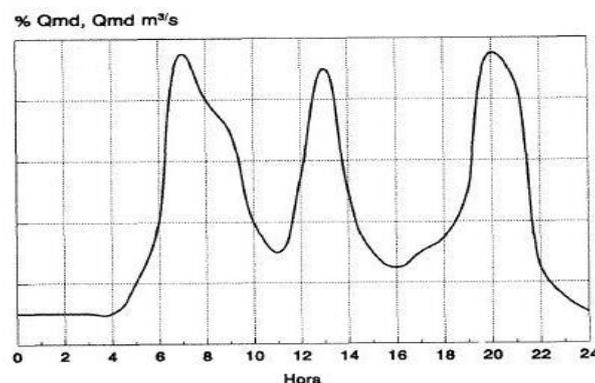


Figura 29. Curva de distribución horario del consumo de la población

Fuente: (López Cualla, Capacidad del tanque de distribución, 2003)

Para obtener el Volumen del tanque se utilizó el Caudal Máximo Diario de 2.11 L/s. La Ecuación 2 y los datos del porcentaje del volumen del tanque del Anexo 4 “Resultados en los tanques de almacenamiento”.

$$\%Vol \text{ Tanque} * QMD = 0.49 * 182.3 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\%Vol \text{ Tanque} * QMD = 89.32 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Vol \text{ Tanque} * \text{Coef de compensación} = 89.32 \text{ m}^3/\text{día} * 1.4$$

$$Vol \text{ Tanque} = 125.05 \text{ m}^3$$

Como resultado se tiene que el tanque debería contar con una capacidad de 125.05 m^3 .

3.3 Elaborar propuestas de mejoras para el sistema de abastecimiento de agua potable.

3.3.1 Simulación Hidráulica

Para una operación adecuada del sistema, se considera realizar mantenimientos preventivos y correctivos en las zonas donde existen fugas y fisuras de la tubería.

3.3.1.1 Simulación Dinámica

Para el sistema dinámico, se proponen los siguientes cambios de tuberías en el Tramo 1, detallados en la Tabla 8.

. De tal modo que no existan presiones de trabajo negativas.

Tabla 8. Cambios del diámetro de tubería para la simulación dinámica

| Tramo | Conexión | Elevación (m.s.n.m) | | Presión EPANET (m) | | Longitud (m) | Diámetro Exterior Nominal (mm) | Espesor (mm) | Presión catálogo (MPa) | Presión catálogo (mca) |
|-------|---------------------|---------------------|------|--------------------|-------|--------------|--------------------------------|--------------|------------------------|------------------------|
| | | | | | | | | | | |
| 1 | Captación-V.Desagüe | 2644 | 2622 | 00.00 | 21.60 | 106.4 | 160 | - | 0.80 | 81.576 |
| | V.Desague-V.Aire | 2622 | 2628 | 21.60 | 14.77 | 33.21 | 110 | - | 0.63 | 64.241 |
| | V.Aire-CRP1 | 2628 | 2565 | 14.77 | 00.00 | 173.9 | 63 | - | 1.25 | 127.463 |

3.3.1.2 Simulación Estática

Para el sistema estático, se proponen los siguientes cambios de tuberías, que se pueden observar en la Tabla 9.

En algunos tramos se considera cambio de la clase de tubería y para el caso más crítico, que es el de la entrada a la planta de tratamiento, se propone aumentar cámaras rompe presión cada 80 m, de tal forma que el sistema pueda soportar la presión trabajo al crearse nuevos tramos y la tubería pueda cerrarse para labores de mantenimiento como emergencia.

Tabla 9. Cambios de diámetro de tubería para el sistema estático

| Tramo | Conexión | Elevación (m.s.n.m) | Presión de diseño (m) | Diámetro Exterior Nominal (mm) | Espesor (mm) | Presión catálogo (MPa) | Presión (mca) | Longitud (m) |
|-------|------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------|------------------------|---------------|--------------|
| 2 | CRP1 | 2565 | 102.7 | 63 | 4.3 | 1.25 | 127.46 | 173.9 |
| | CRP2 | 2475 | 117 | 63 | 3.00 | 1.25 | 127.46 | 219.2 |
| 3 | T-Achira | 2355 | 97.5 | 90 | 4.3 | 1.25 | 127.46 | 1175 |
| | CRP4 | 2276 | 102.7 | 90 | 4.3 | 1.25 | 127.46 | 533.6 |
| 4 | CRP5 | 2135 | 183.3 | 90 | - | 2 | 203.18 | 520.3 |
| | CRP6 | 2026 | 141.7 | 90 | - | 1.6 | 162.54 | 384.3 |
| | CRP7 | 1926 | 130 | 90 | - | 1.6 | 162.54 | 382.3 |
| | CRP8 | 1841 | 110.5 | 90 | 4.3 | 1.25 | 127.46 | 210.6 |
| 5 | Caja.Válvulas | 1752 | 112.87 | 90 | 4.3 | 1.25 | 127.46 | 1431 |
| 6 | CV.Convalecencia | 1701 | 177.50 | 90 | - | 2 | 203.18 | 836.7 |
| | Reducción | 1701 | 177.50 | 90 | - | 2 | 203.18 | 77.84 |

Desde la Reducción de 90mm a 63mm, hasta la planta de tratamiento, se recomienda aumentar 4 cámaras rompen presión, cada 80 metros para que soporte una carga de trabajo de 127.463 metros de columna de agua cuando se cierre la tubería, en caso de mantenimiento, considerando el factor de seguridad de 1.3.

Tabla 10. Implementación de los tanques rompe presión o cámaras rompe presión

| Propuestas de Cámara Rompe presión | Elevación (m.s.n.m) | Presión de diseño (m) | Diámetro sugerido(mm) | Espesor (mm) | Presión catalogo (mca) |
|------------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|------------------------|
| Cámara rompe presión 9 (CRP9) | 1672 | 118.3 | 63 | 3 | 127.463 |

| | | | | | |
|---------------------------------|------|-------|----|---|---------|
| Cámara rompe presión 10 (CRP10) | 1591 | 118.3 | 63 | 3 | 127.463 |
| Cámara rompe presión 11 (CRP11) | 1511 | 118.3 | 63 | 3 | 127.463 |
| Cámara rompe presión 12 (CRP12) | 1431 | 118.3 | 63 | 3 | 127.463 |
| PLANTA-TRATAMIENTO | 1420 | 118.3 | 63 | 3 | 127.463 |

3.3.2 Propuesta de sistema de desinfección alternativo

De acuerdo a las características del sistema y al Caudal Medio Diario de 2.11 L/s, el sistema de desinfección que se propone es el Hipoclorador por goteo.

El Hipoclorador por goteo es una unidad automática de tratamiento para la cloración y desinfección del agua para consumo humano; facilita la aplicación de cloro para obtener una concentración óptima entre 0.2 a 1 mg/l de cloro activo por litro de agua (OPS/OMS, 2014)

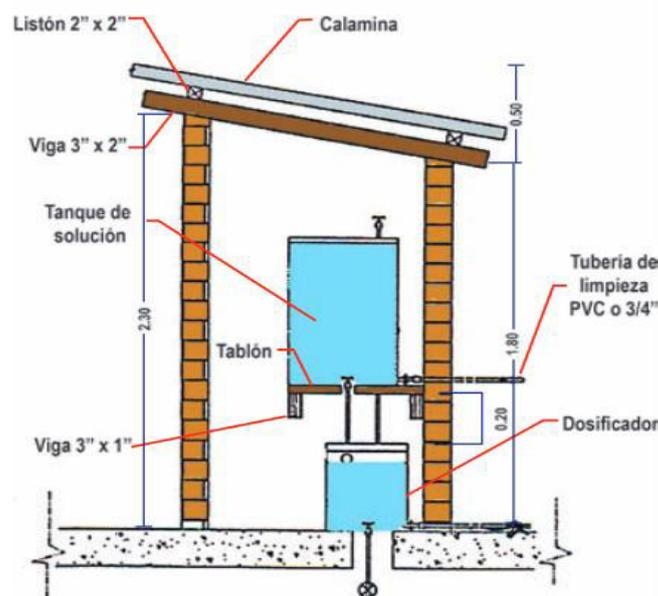


Figura 30. Esquema de hipoclorador por goteo

Fuente: (OPS/OMS, 2014)

Dosificación: La dosificación está en función de los resultados del estudio de demanda de cloro y el caudal de entrada al tanque de almacenamiento.

Tabla 11. Dosificación para un cloro residual de 0,8 mg/l en Tanque.

Fuente: (OPS/OMS, 2014)

| Caudal | Dosificación | Cloro Residual En Tanque de Almacenamiento |
|----------------|---------------------|---|
| 1 L/seg | 3 Gotas/Seg | 0,8 mg/L |
| 2 L/seg* | 6 Gotas/Seg | 0,8 mg/L |
| 3 L/Seg* | 9 Gotas/Seg | 0,8 mg/L |
| 180 L/min* | 27 ml/min | 0,8 mg/L |
| 10,600 L/hr* | 1,620 ml/hora | 0,8 mg/L |
| 259,200 L/d* | 38,880 ml/d | 0,8 mg/L |

Previo a la dosificación de cloro se recomienda realizar el estudio de demanda de cloro. Los resultados de la tabla 11 se basan con análisis previos de:

- Turbiedad: 5 UNT
- pH: 7.5
- Temperatura: 15 °C
- Tiempo de contacto: 20 minutos

Con el caudal máximo diario de 2.11 L/s del sistema de abastecimiento de la comunidad La Concepción, y de acuerdo a la tabla 11 que el sistema necesitaría 6 Gotas/s para tener un cloro residual en el tanque de 0.8mg/L y cumplir con una desinfección adecuada.

Se observó agua turbia y material orgánico, por lo que para empezar con la desinfección del agua es necesario una limpieza en los sedimentadores y tanques para evitar una posible contaminación de trihalometanos (THMs) (Hernández, González, & otros, 2011).

3.3.3 Propuesta de mantenimiento para los componentes del sistema de abastecimiento.

Acorde al catastro del Anexo 2 "Catastro de accesorios de la línea de conducción de la línea de conducción del sistema de abastecimiento de agua para consumo de la población La Concepción", se sugieren las siguientes actividades de operación y mantenimiento para los componentes del sistema de abastecimiento de agua en la Tabla 12.

Tabla 12. Propuesta de mantenimiento para los componentes del sistema de abastecimiento

| | | |
|--|------------------|-----------------|
| Estructura/Accesorio: Captación | | |
| Tipo de Mantenimiento: Correctivo | | |
| Elevación GPS: 2644 | | |
| Problemas Identificados | Actividad | Recursos |

| | | |
|--|---------------------|----------------------------|
| Aglomeración de musgo | Desbroce y Limpieza | Machete |
| Ausencia de volante de acondicionamiento en la válvula de 3.5 pulg | Cambio de válvula | Válvula de 3.5 pulg |
| Ruptura de tubería PVC de desagüe en el cajón recolector | Cambio de tubería | Tubería Diámetro: 90 mm |
| Tipo de Mantenimiento: Preventivo | | |
| Actividad | Recursos | Intervalo de Tiempo |
| Desbroce y Limpieza | Machete | Semestral |
| Lubricación a válvula | Lubricación | Semestral |

| | | |
|---|--|-----------------------------|
| Estructura/Accesorio: Caja de válvula y Válvula de desagüe | | |
| Tipo de Mantenimiento: Correctivo | | |
| Elevación GPS: 2622 | | |
| Problemas Identificados | Actividad | Recursos |
| Ruptura de la tapa de la caja de válvulas, haciendo que exista infiltración de hojas y exposición de la válvula de desagüe. | Cambio de la tapa de la caja de válvulas | Reparar la caja de válvulas |
| Falta de lubricante en la válvula. | Lubricación a la válvula de desagüe | Lubricante |
| Tipo de Mantenimiento: Preventivo | | |
| Actividad | Recursos | Intervalo de Tiempo |
| Lubricación a la válvula de desagüe | Lubricante | Semestral |

| | | |
|--|--|---------------------|
| Estructura/Accesorio: Válvula de aire | | |
| Tipo de Mantenimiento: Correctivo | | |
| Elevación GPS: 2628 | | |
| Problemas Identificados | Actividad | Recursos |
| Aglomeración de agua y hojas dentro de la caja de válvulas | Engrasar las bisagras Desbroce y limpieza | Machete, Lubricante |

| | | |
|--|---|----------------------------|
| Falta de candados y llaves de seguridad | Instalar candados | Candado |
| Falta de volante de accionamiento | Adquirir el volante de la válvula, ajustar la mismas sin forzar y observar en el instrumento que no existan grietas que provoquen fugas | Volante para la válvula |
| Tipo de Mantenimiento: Preventivo | | |
| Actividad | Recursos | Intervalo de Tiempo |
| Engrasar las bisagras Desbroce y limpieza | Lubricante Machete | Semestral |

| | | |
|---|--|----------------------------|
| Estructura/Accesorio: Caja de Válvulas en la Quebrada el Milagro Elevación GPS: 1752 | | |
| Estructura/Accesorio: Caja de válvulas de la derivación La Convalecencia Elevación GPS: 1701 | | |
| Estructura/Accesorio: Caja de válvulas a la entrada de la planta de tratamiento de agua cruda Elevación GPS: 1420 | | |
| Estructura/Accesorio: Caja de válvulas de los tanques de almacenamiento La Concepción Elevación GPS: 1409 | | |
| Tipo de Mantenimiento: Correctivo | | |
| Problemas Identificados | Actividad | Recursos |
| Aglomeración de agua y hojas dentro de la caja de válvulas | Engrasar las bisagras Desbroce y limpieza | Machete, Lubricante |
| Falta de candados y llaves de seguridad | Instalar candados | Candado |
| Tipo de Mantenimiento: Preventivo | | |
| Actividad | Recursos | Intervalo de Tiempo |
| Engrasar las bisagras Desbroce y limpieza | Lubricante Machete | Semestral |

| | | |
|--|--|----------------------------|
| Estructura/Accesorio: Cámara Rompe Presión N1 (CRP1) Elevación GPS: 2565 | | |
| Estructura/Accesorio: Cámara Rompe Presión N2 (CRP2) Elevación GPS: 2475 | | |
| Estructura/Accesorio: Cámara Rompe Presión N3 (CRP3) Elevación GPS: 2430 | | |
| Estructura/Accesorio: Cámara Rompe Presión N4 (CRP4) Elevación GPS: 2276 | | |
| Estructura/Accesorio: Cámara Rompe Presión N5 (CRP5) Elevación GPS: 2135 | | |
| Estructura/Accesorio: Cámara Rompe Presión N6 (CRP6) Elevación GPS: 2026 | | |
| Estructura/Accesorio: Cámara Rompe Presión N7 (CRP7) Elevación GPS: 1926 | | |
| Estructura/Accesorio: Cámara Rompe Presión N8 (CRP8) Elevación GPS: 1841 | | |
| Tipo de Mantenimiento: Correctivo | | |
| Problemas Identificados | Actividad | Recursos |
| Aglomeración de agua y hojas dentro de las cámaras rompe presión | Engrasar las bisagras Desbroce y limpieza a los alrededores | Machete, Lubricante |
| Falta de candados y llaves de seguridad | Instalar candados | Candado |
| Deterioro en la pintura | Pintar paredes, techo | Pintura |
| Tipo de Mantenimiento: Preventivo | | |
| Actividad | Recursos | Intervalo de Tiempo |
| Engrasar las bisagras Desbroce y limpieza | Lubricante Machete | Semestral |
| Pintar las cámaras rompe presión | Pintura | Anual |

| | | |
|---|--|----------------------------|
| Estructura/Accesorio: Paso elevado 1 Elevación GPS: 2303 - 2295 | | |
| Estructura/Accesorio: Paso elevado 2 Elevación GPS: 1706 - 1703 | | |
| Tipo de Mantenimiento: Correctivo | | |
| Problemas Identificados | Actividad | Recursos |
| Falta de estructuras de soporte para la tubería | Construir soporte para el paso elevado | Acero Estructural |
| Tipo de Mantenimiento: Preventivo | | |
| Actividad | Recursos | Intervalo de Tiempo |
| Engrasar las bisagras Desbroce y limpieza | Lubricante Machete | Semestral |

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

| | | |
|--|--------------------|----------------------------------|
| Estructura/Accesorio: Tramo de tubería de la línea de conducción Elevación GPS: 2314 | | |
| Estructura/Accesorio: Tramo de tubería de la línea de conducción Elevación GPS: 2295 | | |
| Tipo de Mantenimiento: Correctivo | | |
| Problemas Identificados | Actividad | Recursos |
| Fisuras en las tuberías | Cambio de tuberías | Tuberías acordes a los diámetros |

| | | |
|---|---|---|
| Estructura/Accesorio: Tanques sedimentadores La Concepción | | |
| Tipo de Mantenimiento: Correctivo | | |
| Elevación GPS: 1420 | | |
| Problemas Identificados | Actividad | Recursos |
| Deterioro en la pintura | Pintar paredes, techo | Pintura |
| Falta de candados y llaves de seguridad | Instalar candados | Candado |
| Sedimentos y presencia de vectores | Lavado con una solución de cloro para su desinfección | Limpiar los sedimentadores con solución de cloro para su desinfección |
| Tipo de Mantenimiento: Preventivo | | |
| Actividad | Recursos | Intervalo de Tiempo |
| Engrasar las bisagras Desbroce y limpieza | Lubricante Machete | Semestral |
| Pintar el tanque | Pintura | Anual |

| | | |
|---|------------------|-----------------|
| Estructura/Accesorio: Zona de desinfección La Concepción | | |
| Tipo de Mantenimiento: Correctivo | | |
| Elevación GPS: 1420 | | |
| Problemas Identificados | Actividad | Recursos |

| | | |
|--|-------------------------------|--|
| Falta de cartuchos de cloro | Instalación de los cartuchos | Es necesaria la instalación por parte de los proveedores del equipo de desinfección Provita 3" |
| Tipo de Mantenimiento: Preventivo | | |
| Actividad | Recursos | Intervalo de Tiempo |
| Limpieza del equipo | Mantener los cartuchos llenos | Quincenal |

| | | |
|---|--|-------------------------------|
| Estructura/Accesorio: Tanque de almacenamiento de La Concepción Elevación GPS: 1409 | | |
| Estructura/Accesorio: Tanque de compensación circular Elevación GPS: 1393 | | |
| Tipo de Mantenimiento: Correctivo | | |
| Problemas Identificados | Actividad | Recursos |
| Maleza alrededor de los tanques de almacenamiento | Desbroce y limpieza a los alrededores | Machete |
| No cuenta con escaleras de ingreso | instalar escaleras de acero inoxidable o de un material que no afecte la calidad del agua. | Escaleras de acero inoxidable |
| Tipo de Mantenimiento: Preventivo | | |
| Actividad | Recursos | Intervalo de Tiempo |
| Desbroce y limpieza | Machete | Semestral |

3.3.3.1 Presupuesto de las propuestas de mejoras

Se han estimado los rubros para las propuestas de mantenimiento para los componentes del sistema de abastecimiento. Se han utilizado los valores de la EPMAPS (EMAAP-Q, 2009).

Las propuestas tienen un valor total de doscientos sesenta mil ciento cincuenta y ocho dólares con dos centavos (\$260 158.02). El detalle se encuentra a continuación en la tabla 13.

Tabla 13. Rubros para las propuestas de mejoras

| RUBROS DE LAS PROPUESTAS DE MEJORAS PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO LA CONCEPCIÓN | | | | | | |
|---|---|--------|--------------|----------|-------------------|--------------|
| 1.1 | CAPTACIÓN | UNIDAD | RUBRO EPMAPS | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
| 1.1.1 | LIMPIEZA MANUAL DE SEDIMENTOS, LODO Y BASURA EN CAPTACIONES | m3 | 17,3 | 32,76 | 14,42 | 472,29 |
| 1.1.3 | DESBROCE Y LIMPIEZA | m2 | 1,58 | 18,72 | 1,32 | 24,65 |
| 1.1.4 | PINTURA ANTICORROSIVA EN TUBERIA / ESTRUCT. METALICA | m | 1,79 | 4,05 | 1,49 | 6,04 |
| 1.1.5 | CERRAMIENTO ALAMBRE PUAS 5 FILAS POSTE PREFABRICADO h=2.00m (PROVISION Y MONTAJE) | m | 7,02 | 25 | 5,85 | 146,25 |
| 1.1.6 | LIMPIEZA, LUBRICACIÓN Y REAJUSTE ELEMENTOS MECÁNICOS | u | 20,38 | 3 | 16,98 | 50,95 |
| 1.1.7 | VALVULA DE COMPUERTA PN 16 - D=150mm (MAT/TRANS/INST) | u | 200 | 1 | 166,67 | 166,67 |
| 1.1.8 | CAJA DE VALVULA 08" (MAT/TRANS/INST) | u | 29,63 | 1 | 24,69 | 24,69 |
| 1.2 | LÍNEA DE CONDUCCIÓN | | | | | |
| 1.2.3 | TUBERIA PVC U/E 1.25Mpa 063mm (MAT/TRANS/INST) | m | 4,85 | 393,1 | 4,04 | 1588,78 |
| 1.2.4 | TUBERIA PVC U/E 0.63Mpa 110mm (MAT/TRANS) | m | 12,95 | 33,21 | 10,79 | 358,39 |
| 1.2.5 | TUBERIA PVC U/E 0.80Mpa 160mm (MAT/TRANS) | m | 8,96 | 106,4 | 7,47 | 794,45 |
| 1.2.6 | TUBERIA PVC U/E 1.25Mpa 090mm (MAT/TRANS/INST) | m | 6,1 | 2350,02 | 5,08 | 11945,94 |
| 1.2.9 | TUBERIA DE FIBRA DE VIDRIO D.N.I. 250MM PN16(MAT/TRANS/INST)-INCL.CAMA ARENA | m | 29,04 | 766,6 | 24,20 | 1855,172 |
| 1.2.10 | TUBERIA DE FIBRA DE VIDRIO D.N.I. 250MM PN20(MAT/TRANS/INST)-INCL.CAMA ARENA | m | 29,04 | 1434,84 | 24,20 | 34723,13 |
| 1.2.11 | HORMIGON SIMPLE PAREDES f _c =240 KG/CM ² - EN SITIO | m3 | 169,72 | 6,5 | 141,43 | 919,32 |
| 1.2.12 | LIMPIEZA Y PINTURA | u | 60,62 | 8 | 50,52 | 404,13 |
| 1.2.13 | REPOSICION DE VOLANTE PARA VALVULA (INCLUYE PINTADO) | u | 3,83 | 2 | 3,19 | 6,38 |
| 1.2.14 | VALVULA DE DESAGUE | u | 160,78 | 5 | 133,98 | 669,92 |
| 1.2.15 | VALVULA AIRE 1/2" (MAT/TRANS/INST) | u | 3,84 | 6 | 3,20 | 19,20 |
| 1.2.16 | ACERO ESTRUCTURAL FY=3500 KG/CM ² PASOS ELEVADOS (PROVISIÓN Y MONTAJE) | Kg | 3,58 | 1 | 2,98 | 2,98 |
| 1.2.17 | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 6,78 | 6101 | 5,65 | 34470,65 |
| 1.2.18 | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 5,32 | 6101 | 4,43 | 27047,77 |
| 1.2.19 | EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MAQUINA EN CONGLOMERADO | m3 | 24,65 | 6101 | 20,54 | 125324,71 |
| 1.2.20 | LIMPIEZA, LUBRICACIÓN Y REAJUSTE ELEMENTOS MECÁNICOS | u | 20,38 | 2 | 16,98 | 33,97 |
| 1.2.21 | LIMPIEZA DE CAJA VALVULA | u | 4,66 | 4 | 3,88 | 15,53 |
| 1.3 | PLANTA DE TRATAMIENTO | | | | | |
| 1.3.1 | LIMPIEZA DE CAJA VALVULA | u | 4,66 | 2 | 3,88 | 7,77 |
| 1.3.2 | LIMPIEZA DE FLOCULADOR/SEDIMENTADOR/DESARENADOR (ARENAS, LODOS) | m3 | 10,75 | 120 | 8,96 | 1075,00 |
| 1.3.3 | DESBROCE Y LIMPIEZA | m2 | 1,58 | 18,72 | 1,32 | 24,65 |
| 1.4 | SISTEMA DE DESINFECCIÓN | | | | | |
| 1.4.1 | CARTUCHOS DE CLORO (CLORO TAB 3" PROVIVHLOR 43 KG) | Kg | 419,55 | 1 | 349,63 | 349,63 |
| 1.5 | SISTEMA DE DESINFECCIÓN ALTERNATIVO | | | | | |
| 1.5.1 | SISTEMA DE CLORACION CON PASTILLAS DE HIPOCLORITO DE CALCIO | u | 1068,07 | 1 | 890,06 | 890,06 |
| 1.6 | TANQUE DE ALMACENAMIENTO | | | | | |
| 1.6.1 | LAVADO Y DESINFECCION DE TANQUES (CON CLORO) | m2 | 0,48 | 25 | 0,40 | 10,00 |
| 1.6.2 | LIMPIEZA DE CAJA VALVULA | u | 4,66 | 2 | 3,88 | 7,77 |
| 1.6.3 | DESBROCE Y LIMPIEZA | m2 | 1,58 | 18,72 | 1,32 | 24,65 |
| TOTAL | | | | | 260.158.02 | |

3.4 Socializar los resultados de la evaluación a la comunidad

Se realizó una reunión con el objetivo de estipular las medidas de bioseguridad de la presentación de la evaluación del sistema de abastecimiento, realizada el día cinco de junio del 2021 en el GAD del Cantón Mira. En la reunión se contó con la presencia de alcalde del cantón Mira, el presidente del GAD de la parroquia La Concepción, y el director de obras públicas



Figura 31. Socialización de la evaluación

Ing. Horacio Mena, director de obras públicas. Est. Sandra Portilla. Sr. Marcelo Acosta, presidente del GAD de la parroquia La Concepción. Ing. Johnny Garrido, alcalde del cantón Mira

La socialización fue realizada, con todas las medidas de bioseguridad, el día 22 de junio del 2021. Se presentó el documento del Anexo 6 “Documento de trabajo de titulación para la socialización de resultados”.

En la reunión asistieron: El presidente del GAD de la parroquia La Concepción, el señor operador. En la presentación se enfatizaron los resultados, posibles propuestas de mejoras, presupuestos, conclusiones y recomendaciones.

Al finalizar la presentación se tuvo un espacio de preguntas por parte de los directivos y la entrega del documento físico.

La pregunta que más llamó la atención, hacía referencia en remplazar solo la válvula a la entrada de la planta de tratamiento para el mantenimiento de los sedimentadores y evitar el cierre de la válvula de desagüe aguas arriba en la elevación 1752 msnm, a lo que se respondió que se sugiere tomar en cuenta las mejoras propuestas, ya que, si solo se toma en cuenta el cambio de mencionada, los problemas persistirán, debido a las altas presiones que soporta.

Los resultados, conclusiones y sugerencias del sistema de abastecimiento fueron entregados a los representantes de la comunidad.

El documento de la evaluación del sistema de abastecimiento fue entregado a el presidente del GAD de la parroquia La Concepción y al alcalde del GAD del Cantón Mira.



Figura 32. Entrega de los resultados a los representantes de la comunidad

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La información de la comunidad y del sistema de abastecimiento de la cabecera parroquial La Concepción, fue entregada por el GAD del cantón Mira; el GAD parroquial La Concepción; y Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, de la ciudad de Ibarra. De lo entregado por parte de las instituciones anteriormente mencionadas se conoce que la comunidad es rural con bajos recursos económicos, esta decrece a través de los años y cuentan con dos sistemas de abastecimiento de agua, uno para uso doméstico y otro para riego.
- De la encuesta realizada, la comunidad de La Concepción manifiesta un servicio intermitente de agua, no se recibe suficiente agua para su uso diario. A la planta de tratamiento llega el caudal adjudicado de 6.45 L/s por lo tanto el problema de servicio no proviene del sistema de abastecimiento
- De las observaciones en campo, el color del agua se debe a la falta de mantenimiento del fondo de los tanques sedimentadores que ocasionan sedimentos en el fondo que son arrastrados hasta los hasta los tanques de almacenamientos.
- Se realizó el catastro de las estructuras y accesorios desde la captación conocida como Quebrada Oscura, línea de conducción, cámaras rompe presión, planta de tratamiento, sistema de desinfección y tanques de almacenamiento. Se observó la presencia de fugas, fisuras, falta de mantenimiento, deterioro, y que la mayoría de los instrumentos han cumplido con su vida útil.
- No existe una regularización de la cantidad de agua que ingresa a la línea de conducción, por lo que existe un rebose de agua en la cámara rompe presión 1 ubicada en la elevación 2565 msnm
- De acuerdo con la medición en campo se pudo determinar que el sistema capta del manantial, la Quebrada Oscura, un caudal de 14.63 L/s. Este caudal permite abastecer y cumplir con las adjudicaciones para las comunidades aguas abajo Achira y Convalecencia, y a pesar de las pérdidas de agua por fugas y fisuras en la línea de conducción, se cumple con los 6.4 L/s que deben ser entregados a la comunidad de la cabecera parroquial La Concepción.
- De la simulación hidráulica el Tramo 2, entre la cámara rompe presión 1 ubicada en la elevación 2475 msnm y la cámara rompe presión 2 ubicada en la elevación 2430 msnm, sobrepasa la velocidad máxima de 5 m/s para tuberías de PVC.
- En el sistema dinámico se evidenció que en la conexión V.Desague y V.Aire existen presiones negativas. Para evitar que el sistema tenga estas presiones negativas, se

considera cambiar los diámetros actuales de las tuberías por los descritos en las propuestas de mejoras.

- En el sistema estático se constató que existen problemas de sobrepresiones a lo largo de la línea de conducción. El punto más crítico sobrepasa los 400 mca. Para un adecuado mantenimiento en la línea de conducción, es considerable tener un cambio de tuberías tomando en cuenta el diámetro, espesor y presión, por aquellas que soporten las presiones descritas en el sistema estático.
- El equipo Provitab 3" cuenta con los accesorios adecuados para una dosificación de cloro, para que el equipo entre en operación es necesario adquirir las pastillas de cloro.
- Para utilizar el sistema de desinfección alternativo conocido como Hipoclorador por goteo, con un caudal de 2.11 L/s se sugiere una dosificación de 6 Gotas/s. Para ello es necesario realizar un previo análisis físico-químico del agua cruda que entra y sale por la planta de tratamiento, tomando en cuenta parámetros de turbiedad, pH, temperatura, tiempo de contacto y cloro residual. Y así tener una adecuada dosificación de cloro en el sistema de desinfección.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda el mantenimiento preventivo y correctivo de las infraestructuras e instrumentos del sistema de abastecimiento tomando en cuenta el resumen de actividades de mantenimiento.
- Para el mantenimiento en la línea conducción es necesario su cierre, por lo que se recomienda implementar válvulas de control y el diseño de cámaras rompe presión.
- Es necesario la evaluación de las pérdidas y fugas en función de los caudales en la red de distribución de la cabecera parroquial La Concepción. Esto con el objetivo de conocer los sitios con roturas en las tuberías o conexiones ilícitas.
- Plantear un estudio de los caudales concesionados a las comunidades Achira, y Convalecencia, que se encuentran aguas arriba de la cabecera parroquial La Concepción
- Se recomienda realizar el análisis de calidad de agua entregada a la comunidad de la cabecera parroquial La Concepción.
- En caso de utilizar el sistema de desinfección de hipoclorador por goteo, se recomienda hacer un estudio de la demanda de cloro.
- Optimizar el sistema de desinfección o cambiarlo por uno que se adapte a las características del sistema.
- Es necesaria la limpieza de los tanques desarenadores, filtros y tanques de almacenamiento.

- Se recomienda enterrar la tubería cerca de la planta de tratamiento debido a que la misma pasa por una zona agrícola y tiende a romperse por maquinaria agrícola.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta , C. (04 de Julio de 2016). *slideshare*. Obtenido de slideshare: <https://es.slideshare.net/CarlosXAcostaG1/tipo-de-obras-captacion>

Aguirre Morales, F. (2015). *Abastecimiento de agua para las comunidades rurales*. Machala: UTMACH.

Carbajo, Á. (2020). *ULADECH*. Obtenido de ULADECH: file:///C:/Users/Usuario/AppData/Local/Temp/AGUA_POTABLE_CARBAJO_MILLA_ANGEL_CIRIACO.pdf

Cardenas, D., & Patiño, E. (Octubre de 2010). *dspace.ucuenca.edu.ec*. Obtenido de dspace.ucuenca.edu.ec: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/725/1/ti853.pdf>

EMAAP-Q. (2009). Conducciones y líneas de transmisión. En EMAAP-Q, *Normas de diseño de sistema de agua potable para la EMAAP-Q* (págs. 56 - 62). Quito: Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable.

EMAAP-Q. (2009). Normas de diseño de sistema de agua potable para la EMAAP-Q. En EMAAP-Q, *Normas de diseño de sistema de agua potable para la EMAAP-Q* (pág. 23). Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable.

EMAAP-Q. (2009). Tanques de almacenamiento. En EMAAP-Q, *Normas de diseño de sistema de agua potable para la EMAAP-Q* (pág. 109). Quito: Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable.

Evangelista, C. (2012). *Control de sistemas no lineales por modos deslizantes de segundo orden*. La Plata.

GAD La Concepción. (2019). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del gobierno autónomo descentralizado de la Parroquia rural de La Concepción, Mira - Carchi 2019 - 2023*. Carchi.

Gastón, A., & Pouilly, M. (30 de Diciembre de 2012). *Caudal ecológico: definiciones, metodologías y adaptación a la región andina*. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/237904217_Caudal_ecologico_definiciones_metodologias_aplicacion_en_la_zona_Andina

- Gobierno Autónomo provincial del Carchi. (2013). Producción. *La Concepción*, pág 5.
- Gómez, C. (12 de Mayo de 2021). Provit Cloro. (S. Portilla, Entrevistador) Quito, Mira, Ecuador.
- Grupo los hidros CD. (2018). *grupoloshidroscd.ec*. Obtenido de grupoloshidroscd.ec: <https://grupoloshidroscd.ec/sistema-de-cloracion-provitab/>
- Hernández, S. C., González, L. G., & otros, &. (2011). Trihalometanos en aguas de consumo humano. *Revista de Toxicología*, 2-3.
- IEOS. (1986). *Normas de diseño para sistemas de agua potable y eliminación de residuos líquidos*. Quito: joonon.
- INEN. (1992). Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable para poblaciones mayores a 1000 habitantes.
- IWIA. (15 de Junio de 2017). *IWIA.ec*. Obtenido de Caudalímetro ultrasónico portátil: <https://iwia.ec/productos/equipo-medicion-caudalimetro-ultrasonico-portatil/#:~:text=El%20Caudal%C3%ADmetro%20ultras%C3%B3nico%20port%C3%A1til%20consiste,las%20tuber%C3%ADas%20donde%20deseamos%20medir.>
- López Cualla, R. A. (2000). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- López Cualla, R. A. (2003). Abastecimiento de agua. En R. A. López Cualla, *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados* (pág. 25). Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- López Cualla, R. A. (2003). Capacidad del tanque de distribución. En R. A. López Cualla, *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado* (pág. 218). Santafé de Bogotá: Centro Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- López Cualla, R. A. (2003). Características físicas y accesorios de la conducción forzada. En R. A. López Cualla, *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado* (págs. 174 - 180). Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- López Cualla, R. A. (2003). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.

- López Cualla, R. A. (2003). Periodo de diseño. En R. A. López Cualla, *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados* (pág. 37). Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Lucero, K. (17 de Mayo de 2020). *El acceso desigual al agua en el país frena la lucha contra la pandemia*. Obtenido de [revistagestion.ec: https://www.revistagestion.ec/index.php/sociedad-analisis/el-acceso-desigual-al-agua-en-el-pais-frena-la-lucha-contra-la-pandemia](https://www.revistagestion.ec/index.php/sociedad-analisis/el-acceso-desigual-al-agua-en-el-pais-frena-la-lucha-contra-la-pandemia)
- Martinez Alazamora, F. (2003). Epanet: Una potente herramienta para el análisis de redes de distribución de agua a presión. *Revista HIDROPRES. Tecnología y gestión del agua N°38*, 30-37.
- Mora, D. (1998). Agua de consumo humano y evacuación de excretas: situación de Costa Rica en el contexto mundial, período 1990 - 2000. *Scielo*, 53-63.
- Morante, C. (2019). *UDEP*. Obtenido de UDEP: <https://hdl.handle.net/11042/4330>
- Moreno, P., Ibáñez, Ó., & Rodríguez, M. (2015). Retos sobre la problemática del abastecimiento de agua potable a nivel mundial, nacional y en Ciudad Juárez. *CULCyT: Cultura y Tecnológica*, 61-68. Obtenido de *Cultura Científica y Tecnológica*.
- Moscoso, I. P. (12 de Junio de 2013). *Propuesta de turismo comunitario para el mejoramiento socio económico de los habitantes de las comunidades de estación Carchi, Santa Ana y La Concepción, Paroquia La Concepción del Cantón Mira, Provincia del Carchi*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12127/TESIS-PUCE-Moscoso%20Toquica%20Irma.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Naciones Unidas. (2015). *Sustainabledevelopment.un.org*. Obtenido de [Sustainabledevelopment.un.org: https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld](https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld)
- OMS. (12 de octubre de 2020). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19>
- OMS. (2020). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de Agua, saneamiento e higiene : https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/es/
- OPS/OMS. (2014). *Desinfección del Agua para Consumo Humano*. La Paz.
- Paspuezán, P. (2020). *Informe de Campo*. Mira.

- Paspuezán, P. (4 de Mayo de 2021). Población de la comunidad La Concepción. (S. Portilla, Entrevistador)
- Pazmiño, S., & Criollo, J. C. (Julio de 2015). *Repositorio Universidad Técnica de Ambato(UTA)*. Obtenido de Repositorio Universidad Técnica de Ambato(UTA): <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/12161>
- PNUD. (7 de Septiembre de 2020). *Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento* . Obtenido de undp.org: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-6-clean-water-and-sanitation.html>
- Pozo Ruiz, A., Ribeiro, A., García Alegre, M. C., Guinea, D., García, L., & Sandoval, F. (23 de Agosto de 2009). *Sistema de posicionamiento global (GPS): Descripción, análisis de errores, aplicaciones y futuro*. Madrid: Dpto. de Tecnología Electrónica.
- Proaño, P., Capito, L., Rosales, A., & Camacho, O. (2017). A dynamical sliding mode control approach for long deadtime systems. *International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT)*.
- SAGARPA. (2017). *Lineas de conducción por gravedad*. México: Colgeio de postgraduados.
- Secretaria del Agua. (2014). *Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de excretas y residuos líquidos*. Obtenido de Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de excretas y residuos líquidos: https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_rural_para_estudios_y_disenos.pdf
- SENAGUA. (2007). *Concesiones de agua entregados a las comunidades: Achira, Convalecencia, y cabecera parroquial La Concepción*. Ibarra: SENAGUA.
- Senplades. (2014). Agua potable y Alcantarillado para erradicar la pobreza en el Ecuador. En Senplades. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.
- Senplades. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida*. Quito: Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo, Senplades.
- Testa, J., & Jiménez, J. (2016). *Sistemas de abastecimiento de agua UNEFM*. Obtenido de Sistemas de abastecimiento de agua UNEFM: <http://sistemadeabastecimientojose.blogspot.com/>
- Toscano, H. (Junio de 2013). *UIDE*. Obtenido de UIDE: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2086/1/T-UIDE-1204.pdf>

ANEXOS

- ANEXO 1 DATOS OBTENIDOS DEL LEVANTAMIENTO CON GPS
- ANEXO 2 CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI
- ANEXO 3 PERFIL LONGITUDINAL DE PRESIONES DINÁMICAS Y ESTÁTICAS
- ANEXO 4 RESULTADOS EN LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO
- ANEXO 5 PLANOS Y ESQUEMAS
- ANEXO 6 DOCUMENTO DEL TABAJO DE TITUALCIÓN PARA LA SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS

ANEXO 1 DATOS OBTENIDOS DEL LEVANTAMIENTO CON GPS

| Puntos | Este | Norte | Elevación | Descripción |
|--------|--------|-------|-----------|----------------|
| 1 | 822473 | 68743 | 1752 | CAJA VALVULVAS |
| 2 | 824295 | 72216 | 2644 | CAPTACIÓN |
| 3 | 824254 | 70991 | 2293 | CEQUIA2 |
| 4 | 824227 | 71106 | 2289 | CEQUIA |
| 5 | 824266 | 72124 | 2622 | DESFOGUE |
| 6 | 824085 | 70692 | 2298 | DESFOGUE1 |
| 7 | 824234 | 70926 | 2287 | FUGA AGUA |
| 8 | 822618 | 69346 | 1778 | QUEBRA MILAGRO |
| 9 | 824180 | 71940 | 2565 | RP1 |
| 10 | 824145 | 71722 | 2475 | RP2 |
| 11 | 824147 | 71631 | 2430 | RP3 |
| 12 | 823943 | 70496 | 2276 | RP4 |
| 13 | 823624 | 70226 | 2135 | RP5 |
| 14 | 823311 | 70038 | 2026 | RP6 |
| 15 | 823006 | 69830 | 1926 | RP7 |
| 16 | 822795 | 69855 | 1841 | RP8 |
| 17 | 824257 | 70518 | 2355 | TANQUE ACHIRA |
| 18 | 824172 | 71450 | 2303 | PASO ELEVADO |
| 19 | 822181 | 68279 | 1695 | TBCOMBA |
| 20 | 824179 | 71419 | 2295 | PAS ELEVADO 2 |
| 21 | 822557 | 69374 | 1786 | TUB |
| 22 | 824156 | 71835 | 2518 | TUBERI |
| 23 | 824115 | 71546 | 2381 | TUBERI1 |
| 24 | 823994 | 70684 | 2290 | TUBERI10 |
| 25 | 823868 | 70394 | 2223 | TUBERI11 |
| 26 | 823646 | 70353 | 2153 | TUBERI12 |
| 27 | 823466 | 70162 | 2075 | TUBERI13 |
| 28 | 823227 | 69949 | 1990 | TUBERI14 |
| 29 | 823115 | 69873 | 1953 | TUBERI15 |
| 30 | 822974 | 69831 | 1915 | TUBERI16 |
| 31 | 822718 | 69657 | 1818 | TUBERI17 |
| 32 | 822642 | 69502 | 1815 | TUBERI18 |
| 33 | 822436 | 68831 | 1762 | TUBERI19 |
| 34 | 824161 | 71522 | 2345 | TUBERI2 |
| 35 | 822264 | 68693 | 1731 | TUBERI20 |
| 36 | 824157 | 71467 | 2314 | TUBERI3 |

| | | | | |
|----|--------|-------|------|-------------------------------|
| 37 | 824176 | 71380 | 2300 | TUBERIA4 |
| 38 | 824206 | 71192 | 2296 | TUBERIA5 |
| 39 | 824240 | 71025 | 2292 | TUBERIA6 |
| 40 | 824206 | 70798 | 2313 | TUBERIA7 |
| 41 | 824200 | 70723 | 2328 | TUBERIA8 |
| 42 | 824154 | 70591 | 2328 | TUBERIA9 |
| 43 | 824216 | 72029 | 2603 | TUBERIA |
| 44 | 824188 | 71976 | 2586 | TUBERIA1 |
| 45 | 823521 | 70196 | 2104 | TUBERIA2 |
| 46 | 822199 | 68334 | 1700 | TUBRI |
| 47 | 824240 | 70603 | 2344 | TUEBRI |
| 48 | 824243 | 72102 | 2628 | VA1 |
| 49 | 824146 | 71628 | 2428 | VALVULA D |
| 50 | 820969 | 68009 | 1536 | TUBERIA9 |
| 51 | 821100 | 68049 | 1563 | TUBERIA8 |
| 52 | 821205 | 68087 | 1588 | TUBERIA7 |
| 53 | 821266 | 68094 | 1604 | TUBERIA6 |
| 54 | 821350 | 68108 | 1626 | TUBERIA5 |
| 55 | 821555 | 68112 | 1652 | TUBERIA4 |
| 56 | 821757 | 68137 | 1667 | TUBERIA3 |
| 57 | 821875 | 68175 | 1676 | TUBERIA2 |
| 58 | 820570 | 67703 | 1444 | TUBERIA12 |
| 59 | 820790 | 67933 | 1495 | TUBERIA11 |
| 60 | 820877 | 67973 | 1517 | TUBERIA10 |
| 61 | 822139 | 68206 | 1701 | TUBERIA1 |
| 62 | 822026 | 68209 | 1701 | REDUCCIÓN |
| 63 | 820532 | 67646 | 1434 | TUBERI CAMBIO |
| 64 | 822181 | 68269 | 1695 | TUBERI |
| 65 | 822065 | 68188 | 1703 | PASO ELEVADO CONVALECENCIA |
| 67 | 819892 | 66855 | 1377 | TB5 |
| 68 | 819953 | 66904 | 1379 | TB4 |
| 69 | 820016 | 66922 | 1380 | TB3 |
| 70 | 820100 | 66971 | 1379 | TB2 |
| 71 | 820195 | 67052 | 1379 | TB1 |
| 72 | 820230 | 67132 | 1378 | TB |
| 73 | 820451 | 67559 | 1409 | TANQUE1 |
| 74 | 822079 | 68199 | 1704 | TANQ CONVALECENCIA |
| 75 | 819767 | 66695 | 1393 | TANQUE 2 |
| 76 | 820454 | 67563 | 1420 | PLANTA TRATAMIENTO |
| 77 | 821632 | 68101 | 1660 | GRIFO |
| 78 | 822098 | 68194 | 1701 | DERIVACIÓN CONVALECENCIA |

**ANEXO 2 CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE
CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE
AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA
CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI**

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|--|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 09/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Captación | | |
| ELEVACIÓN GPS | 2644 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 824295 | 72216 | 2644 |
| OBSERVACIONES | <p>-Aglomeración de hojas y otros materiales en rejillas, parte superior de la estructura y dentro.</p> <p>-Ausencia de volante de acondicionamiento en la válvula de salida a la conducción.</p> <p>-Ruptura de tubería (PVC) de desagüe en el cajón recolector haciendo que el agua que sale se estanque y forme un pantano.</p> <p>- No existe un cercado con las dimensiones adecuadas para la obra.</p> <p>-La tapa del Cajón recolector no cuenta con llaves y candado de seguridad.</p> <p>- Pérdida de recubrimiento de pintura en las tuberías de desagüe y conducción.</p> <p>- Falta de lubricante en el accionamiento de válvulas.</p> | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|---|---------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 09/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | No aplica | | |
| VALVULA | Desagüe | | |
| ELEVACIÓN GPS | 2622 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 824266 | 72124 | 2622 |
| VÁVULA | APERTURA | Derecha | |
| OBSERVACIONES | <ul style="list-style-type: none"> -Ruptura de la tapa de la caja de válvulas, haciendo que exista infiltración de hojas y exposición de la válvula de desagüe. - Corrosión de la estructura. - Falta de lubricante en la válvula. | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|---|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 09/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | No aplica | | |
| VÁLVULA | Aire | | |
| ELEVACIÓN GPS | 2628 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 824243 | 72102 | 2628 |
| VÁLVULA | APERTURA | | |
| OBSERVACIONES | <ul style="list-style-type: none"> - Aglomeración de agua, hojas y rocas dentro de la caja de válvulas - Corrosión de la pintura en la tapa de caja de válvulas - Falta de candados y llaves de seguridad - Corrosión de la estructura - Falta de volante de accionamiento | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|---|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 09/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Caja de Válvulas en la Quebrada el Milagro | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 1752 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 822473 | 68743 | 1752 |
| MEDIDAS (m) | ANCHO | 0,95 | |
| | ALTO | 1,30 | |
| TUBERÍA | | | |
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 90 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 84.4mm | | |
| ESPESOR | 2.8 mm | | |
| OBSERVACIONES | <ul style="list-style-type: none"> - Aglomeración hojas y rocas dentro de la caja de válvulas - Corrosión de la pintura en la tapa de caja de válvulas - Falta de candados y llaves de seguridad - Deterioro de la estructura | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|---|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 09/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Derivación La Convalecencia | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 1701 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 822098 | 68194 | 1701 |
| MEDIDAS (m) | ANCHO | 0,95 | |
| | ALTO | 1,30 | |
| TUBERÍA | | | |
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 90 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 84.4mm | | |
| ESPESOR | 2.8 mm | | |
| OBSERVACIONES | <ul style="list-style-type: none"> -Aglomeración de material como tierra y musgo en la tubería. - Corrosión de la pintura en la tapa de la caja de válvulas. - Falta de candados y llaves de seguridad. -Ruptura de la tubería de salida al tanque del almacenamiento la Convalecencia. | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|--|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 09/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Cámara Rompe presión N1 (CRP1) | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 2565 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 824180 | 71940 | 2565 |
| MEDIDAS (m) | ANCHO | 0,95 | |
| | ALTO | 1,30 | |
| TUBERÍA | | | |
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 90 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 84.4mm | | |
| ESPESOR | 2.8 mm | | |
| OBSERVACIONES | <ul style="list-style-type: none"> -Aglomeración de sólidos dentro del tanque rompe presión. -Corrosión de la pintura en la tapa del tanque. - Falta de candados y llaves de seguridad. -Aglomeración de vegetación alrededor de la estructura. -Falta de válvulas de control | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|---|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 09/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Cámara Rompe Presión N1 (CRP1) | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 2565 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 824180 | 71940 | 2565 |
| MEDIDAS (m) | ANCHO | 0,95 | |
| | ALTO | 1,30 | |
| TUBERÍA (SALIDA) | | | |
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 63 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 59 mm | | |
| ESPESOR | 2 mm | | |
| OBSERVACIONES | <ul style="list-style-type: none"> - Aglomeración de sólidos dentro del tanque rompe presión - Corrosión de la pintura en la tapa del tanque. - Falta de candados y llaves de seguridad. - Aglomeración de vegetación alrededor de la estructura. | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|--|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 09/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Cámara Rompe Presión N2 (CRP2) | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 2475 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 824145 | 71722 | 2475 |
| MEDIDAS (m) | ANCHO | 0,95 | |
| | ALTO | 1,30 | |
| TUBERÍA (ENTRADA) | | | |
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 63 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 59 mm | | |
| ESPESOR | 2 mm | | |
| OBSERVACIONES | <ul style="list-style-type: none"> - Aglomeración de sólidos dentro del tanque rompe presión. -Corrosión de la pintura en la tapa del tanque. - Falta de candados y llaves de seguridad. -Aglomeración de vegetación alrededor de la estructura. | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|---|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 09/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Cámara Rompe Presión N2 (CRP2) | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 2475 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 824145 | 71722 | 2475 |
| MEDIDAS (m) | ANCHO | 0,95 | |
| | ALTO | 1,30 | |
| TUBERÍA (SALIDA) | | | |
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 90 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 84.4mm | | |
| ESPESOR | 2.8 mm | | |
| OBSERVACIONES | <ul style="list-style-type: none"> - Aglomeración de sólidos dentro del tanque rompe presión. - Corrosión de la pintura en la tapa de la caja de válvulas. - Falta de candados y llaves de seguridad. - Falta de válvulas de control. | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | SI X | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|---|-------|-------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 09/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Cámara Rompe Presión N3 (CRP3) | | |
| VÁLVULA | N/A | | |
| ELEVACIÓN GPS | 71631 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 824147 | 71631 | 71631 |
| MEDIDAS (m) | ANCHO | 0,95 | |
| | ALTO | 1,30 | |
| TUBERÍA (ENTRADA Y SALIDA) | | | |
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 90 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 84.4mm | | |
| ESPESOR | 2.8 mm | | |
| OBSERVACIONES | <ul style="list-style-type: none"> - Aglomeración de sólidos dentro del tanque rompe presión. -Corrosión de la pintura en la tapa del tanque. - Falta de candados y llaves de seguridad. -Aglomeración de vegetación alrededor de la estructura. -Falta de protección en la válvula. | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|---|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 09/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Tanque de Almacenamiento de La Achira | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 2355 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 824257 | 70518 | 2355 |
| MEDIDAS | ANCHO | | |
| | ALTO | | |
| TUBERÍA | | | |
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 90 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 84.4mm | | |
| ESPESOR | 2.8 mm | | |
| OBSERVACIONES | <ul style="list-style-type: none"> - Aglomeración de sólidos dentro la derivación. -Corrosión de la pintura en la tapa de la estructura de derivación. - Falta de candados y llaves de seguridad. - Falta de manija de accionamiento en la válvula. | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|--|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 09/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Cámara Rompe Presión N4 (CRP4) | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 2276 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 823943 | 70496 | 2276 |
| MEDIDAS (m) | ANCHO | 1,30 | |
| | ALTO | 0,95 | |
| TUBERÍA | | | |
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 90 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 84.4mm | | |
| ESPESOR | 2.8 mm | | |
| OBSERVACIONES | <ul style="list-style-type: none"> - Aglomeración de sólidos dentro del tanque rompe presión. -Corrosión de la pintura en la tapa del tanque. - Falta de candados y llaves de seguridad. -Aglomeración de vegetación alrededor de la estructura. | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
| No se pudo acceder | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|---|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 09/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Cámara Rompe Presión N5 (CRP5) | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 2135 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 823624 | 70226 | 2135 |
| MEDIDAS (m) | ANCHO | 0,95 | |
| | ALTO | 1,30 | |
| TUBERÍA | | | |
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 90 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 84.4mm | | |
| ESPESOR | 2.8 mm | | |
| OBSERVACIONES | <ul style="list-style-type: none"> - Aglomeración de sólidos dentro del tanque rompe presión. -Corrosión de la pintura en la tapa del tanque. - Falta de candados y llaves de seguridad. -Aglomeración de vegetación alrededor de la estructura. -Falta de cerramiento del tanque rompe presión, debido a que se encuentra en una zona agrícola. | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|--|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 10/01/2020 | | |
| ESTRUCTURA | Cámara Rompe Presión N6(CRP6) | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 2026 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 82331 | 70038 | 2026 |
| MEDIDAS (m) | ALTO | 0,95 | |
| | ANCHO | 1,30 | |
| TUBERÍA | | | |
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 90 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 84.4mm | | |
| ESPESOR | 2.8 mm | | |
| OBSERVACIONES | <ul style="list-style-type: none"> - Aglomeración de material particulado dentro del tanque rompe presión. -Corrosión de la pintura en la tapa del tanque. - Falta de candados y llaves de seguridad. -Aglomeración de vegetación alrededor de la estructura | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|---|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 10/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Cámara Rompe Presión N7 (CRP7) | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 1926 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 823006 | 69830 | 1926 |
| MEDIDAS (m) | ANCHO | 0,95 | |
| | ALTO | 1,30 | |
| TUBERÍA | | | |
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 90 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 84.4mm | | |
| ESPEJOR | 2.8 mm | | |
| OBSERVACIONES | <ul style="list-style-type: none"> - Aglomeración de material particulado dentro del tanque rompe presión. -Corrosión de la pintura en la tapa del tanque. - Falta de candados y llaves de seguridad. -Aglomeración de vegetación alrededor de la estructura. | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
| No se pudo acceder | | | |

**CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA
CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI**

UBICACIÓN

| | | | |
|-----------------|--------------------------------|-------|------|
| FECHA | 10/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Cámara Rompe Presión N8 (CRP8) | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 1841 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 822795 | 69855 | 1841 |
| MEDIDAS (m) | ANCHO | 0,95 | |
| | ALTO | 1,30 | |

TUBERÍA

| | | | |
|------------------|--------|--|--|
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 90 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 84.4mm | | |
| ESPESOR | 2.8 mm | | |

| | |
|---------------|--|
| OBSERVACIONES | <ul style="list-style-type: none"> - Aglomeración de sólidos dentro del tanque rompe presión. -Corrosión de la pintura en la tapa del tanque. - Falta de candados y llaves de seguridad. -Aglomeración de vegetación alrededor de la estructura. |
|---------------|--|

OPERACIÓN

| | |
|----------|------|
| FUNCIONA | ✓ SI |
| | NO |

FOTOGRAFÍA



| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|--|-----------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 10/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Paso elevado 1 | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 2303 - 2295 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 824172 | 71450 | 2303 |
| | FINALIZA | | |
| | 824179 | 71419 | 2295 |
| MEDIDAS (m) | ANCHO | No aplica | |
| | ALTO | No aplica | |
| TUBERÍA | | | |
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 90 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 84.4mm | | |
| ESPESOR | 2.8 mm | | |
| OBSERVACIONES | -Falta de estructuras de soporte para la tubería | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|--|-----------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 10/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Paso elevado 2 | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 1706 - 1703 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 822065 | 68196 | 1706 |
| | FINALIZA | | |
| | 822050 | 68188 | 1703 |
| MEDIDAS (m) | ANCHO | No aplica | |
| | ALTO | No aplica | |
| TUBERÍA | | | |
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 90 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 84.4mm | | |
| ESPESOR | 2.8 mm | | |
| OBSERVACIONES | -Falta de estructuras de soporte para la tubería | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|--|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 10/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Tramo de tubería de la línea de conducción | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 2314 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 824157 | 71467 | 2314 |
| MEDIDAS | ANCHO | | |
| | ALTO | | |
| TUBERÍA | | | |
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 90 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 84.4mm | | |
| ESPESOR | 2.8 mm | | |
| OBSERVACIONES | - Afloramiento de agua | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|--|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 10/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Tramo de tubería de la línea de conducción | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 2295 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 824179 | 71419 | 2295 |
| MEDIDAS | ANCHO | | |
| | ALTO | | |
| TUBERÍA | | | |
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 90 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 84.4mm | | |
| ESPESOR | 2.8 mm | | |
| OBSERVACIONES | - Fisura en la tubería | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|--|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 10/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Tramo de tubería de la línea de conducción | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 2287 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 824234 | 70926 | 2287 |
| MEDIDAS | ANCHO | | |
| | ALTO | | |
| TUBERÍA | | | |
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 90 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 84.4mm | | |
| ESPESOR | 2.8 mm | | |
| OBSERVACIONES | - Fuga de agua en codo | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|---|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 10/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Caja de válvulas a la entrada de la planta de tratamiento de agua cruda | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 1420 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 820454 | 67563 | 1420 |
| MEDIDAS (m) | ANCHO | | |
| | ALTO | | |
| TUBERÍA | | | |
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 63 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 2 mm | | |
| ESPESOR | 59 mm | | |
| OBSERVACIONES | <ul style="list-style-type: none"> -Corrosión de la pintura en la tapa de la caja de válvulas. - Ausencia de candados y llaves de seguridad. -Aglomeración de vegetación alrededor de la estructura. -Falta de palanca de accionamiento en la válvula de control. | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|--|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 10/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Tanques sedimentadores La Concepción | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 1420 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 820454 | 67563 | 1420 |
| MEDIDAS | ANCHO | | |
| | ALTO | | |
| TUBERÍA | | | |
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 63 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 2 mm | | |
| ESPESOR | 59 mm | | |
| OBSERVACIONES | <ul style="list-style-type: none"> -Corrosión de pintura en las tapas de los tanques sedimentadores y filtro. - Ausencia de candados y llaves de seguridad. - Falta de limpieza dentro de los tanques sedimentadores, presencia de vectores (hormigas y cucarachas). - El tanque de sedimentación 2 no cuenta con de elementos de purga. | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|--|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 10/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Zona de desinfección La Concepción | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 1420.00 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 820454 | 67563 | 1420 |
| MEDIDAS(m) | ANCHO | | |
| | ALTO | | |
| OBSERVACIONES | <ul style="list-style-type: none"> - Se encuentra instalado el equipo PROVITAB 3" - El día de la visita de campo no se realizó la dosificación a falta de pastillas de hipoclorito de calcio - Se han retirado las piezas del clorador, las mismas que sirven para apoyar los cartuchos de cloro - Cuando el equipo funciona, las pastillas que utilizan son cloro de piscinas. Y son utilizadas sin ningún procedimiento para la correcta cloración | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | SI | | |
| | X NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

**CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN
MIRA – CARCHI**

UBICACIÓN

| | | | |
|-----------------|--|-------|------|
| FECHA | 10/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Tanque de almacenamiento de La Concepción | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 1409 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 820451 | 67559 | 1409 |
| MEDIDAS(m) | ANCHO | 5,20 | |
| | ALTO | 1,90 | |
| | CAPACIDAD m^3 | 45 | |
| OBSERVACIONES | -Tanque semienterrado -Maleza alrededor del tanque de almacenamiento -No cuenta con escaleras de ingreso al tanque | | |

OPERACIÓN

| | |
|----------|------|
| FUNCIONA | ✓ SI |
| | NO |

FOTOGRAFÍA



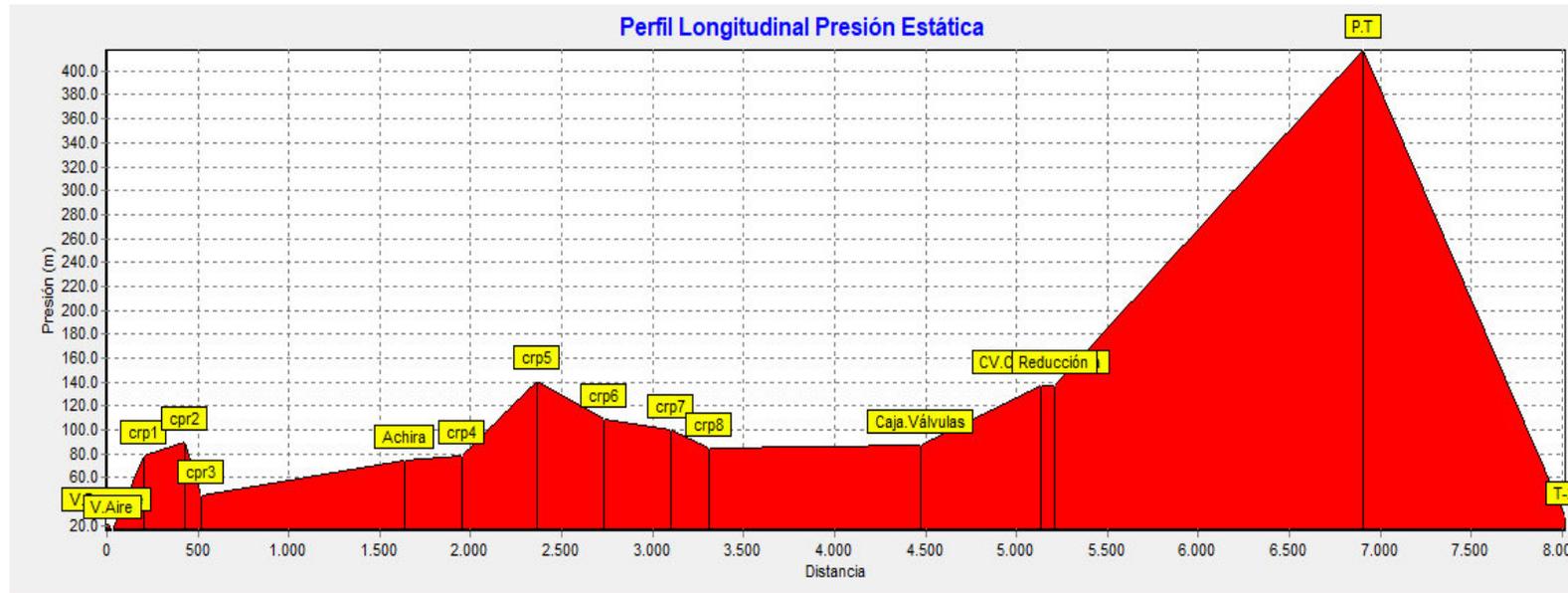
| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|---|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 10/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Caja de válvulas de los tanques de almacenamiento La Concepción | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 1409 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 820451 | 67559 | 1409 |
| TUBERÍA (ENTRADA) | | | |
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 90 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 84.4mm | | |
| ESPESOR | 2.8 mm | | |
| OBSERVACIONES | <ul style="list-style-type: none"> -Corrosión de la pintura en la tapa de la caja de válvulas -Ausencia de candados y llaves de seguridad - Aglomeración de vegetación alrededor de la estructura -Aglomeración de vegetación dentro de la caja de válvulas | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|---|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 10/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Caja de válvulas de los tanques de almacenamiento La Concepción | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 1409 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 820451 | 67559 | 1409 |
| MEDIDAS | ANCHO | | |
| | ALTO | | |
| TUBERÍA (SALIDA) | | | |
| MATERIAL | PVC | | |
| DIAMETRO EXTERNO | 90 mm | | |
| DIAMETRO INTERNO | 84.4mm | | |
| ESPESOR | 2.8 mm | | |
| OBSERVACIONES | <ul style="list-style-type: none"> -Corrosión de la pintura en la tapa de la caja de válvulas -Ausencia de candados y llaves de seguridad - Aglomeración de vegetación alrededor de la estructura -Fuga de agua dentro de la estructura | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

| CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN LA CONCEPCIÓN MIRA – CARCHI | | | |
|---|---|-------|------|
| UBICACIÓN | | | |
| FECHA | 10/01/2021 | | |
| ESTRUCTURA | Tanque de compensación circular | | |
| VÁLVULA | No aplica | | |
| ELEVACIÓN GPS | 1393 | | |
| COORDENADAS UTM | X | Y | Z |
| | 819767 | 66695 | 1393 |
| MEDIDAS (m) | DIAMETRO | 5.00 | |
| | ALTO | 3.00 | |
| | CAPACIDAD m^3 | 50 | |
| OBSERVACIONES | -Tanque circular semienterrado -Maleza alrededor del tanque de almacenamiento -No cuenta con escaleras de ingreso al tanque | | |
| OPERACIÓN | | | |
| FUNCIONA | ✓ SI | | |
| | NO | | |
| FOTOGRAFÍA | | | |
|  | | | |

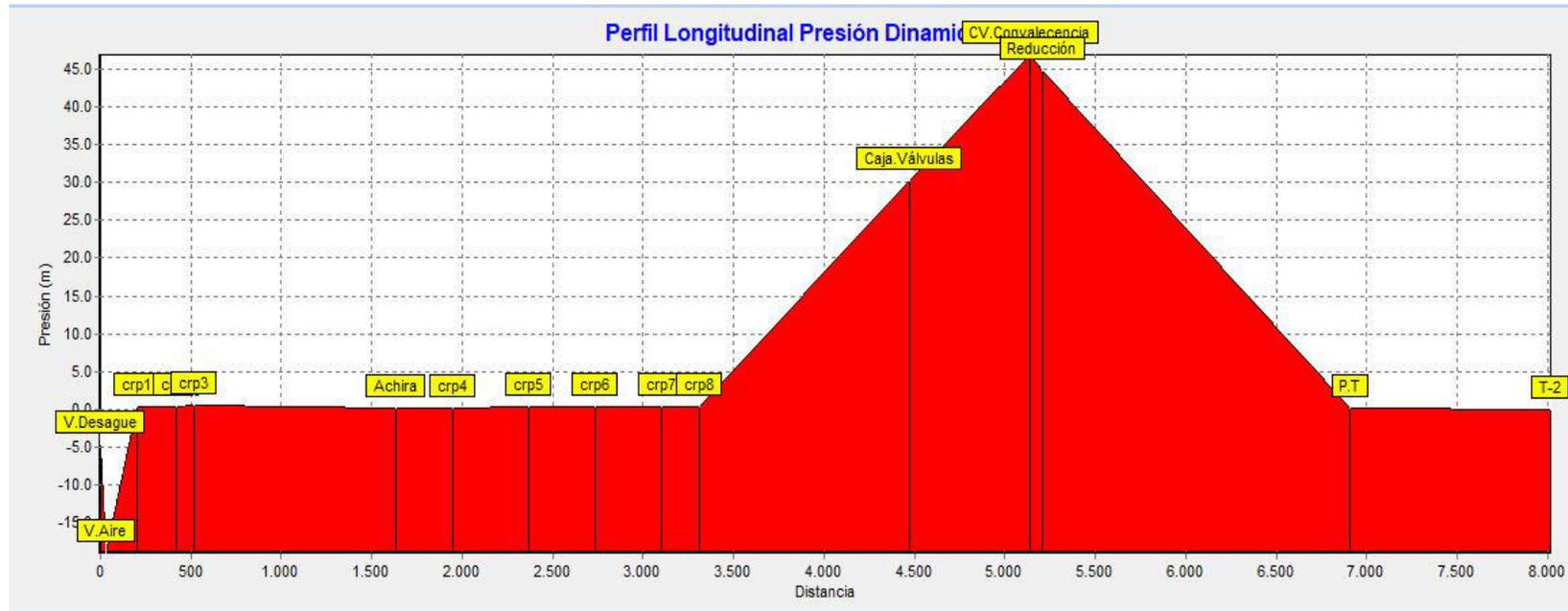
**ANEXO 3 PERFIL LONGITUDINAL DE PRESIONES
DINÁMICAS Y ESTÁTICAS**

Perfil longitudinal estático:



| LEYENDA | |
|------------------|--------------------------|
| Nodos | Descripción |
| V. Aire | Válvula de aire |
| V.Desague | Válvula de desagüe |
| cpr1 | Cámara rompe presión 1 |
| cpr2 | Cámara rompe presión 2 |
| cpr3 | Cámara rompe presión 3 |
| Achira | Derivación Achira |
| cpr4 | Cámara rompe presión 4 |
| cpr5 | Cámara rompe presión 5 |
| cpr6 | Cámara rompe presión 6 |
| cpr7 | Cámara rompe presión 7 |
| cpr8 | Cámara rompe presión 8 |
| Caja.Válvulas | Válvula de desagüe |
| CV.Convalecencia | Derivación Convalecencia |
| Reducción | Reducción de 90mm a 63mm |
| P.T | Planta de tratamiento |
| T-2 | Tanque de compensación |

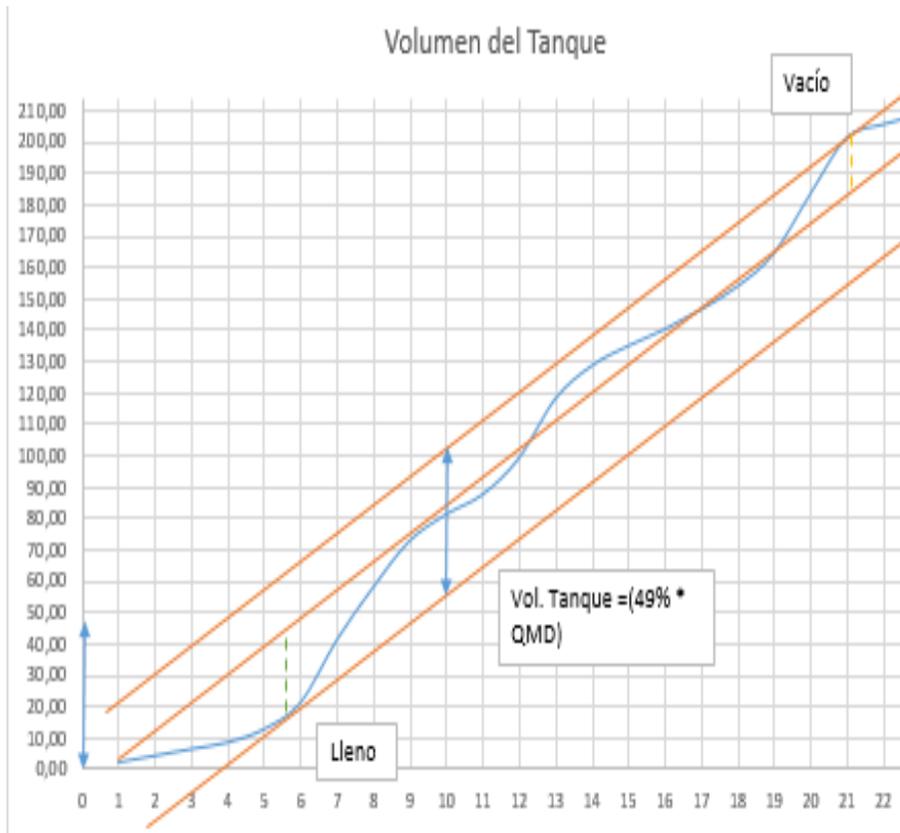
Perfil longitudinal dinámico:



| LEYENDA | |
|------------------|--------------------------|
| Nodos | Descripción |
| V. Aire | Válvula de aire |
| V.Desague | Válvula de desagüe |
| crp1 | Cámara rompe presión 1 |
| crp2 | Cámara rompe presión 2 |
| crp3 | Cámara rompe presión 3 |
| Achira | Derivación Achira |
| cpr4 | Cámara rompe presión 4 |
| cpr5 | Cámara rompe presión 5 |
| cpr6 | Cámara rompe presión 6 |
| cpr7 | Cámara rompe presión 7 |
| cpr8 | Cámara rompe presión 8 |
| Caja.Válvulas | Válvula de desagüe |
| CV.Convalecencia | Derivación Convalecencia |
| Reducción | Reducción de 90mm a 63mm |
| P.T | Planta de tratamiento |
| T-2 | Tanque de compensación |

**ANEXO 4 RESULTADOS EN LOS TANQUES DE
ALMACENAMIENTO**

| HORA | CONSUMO | Σ CONSUMO | S (%) | Σ S | Δ (S-C) | $\Sigma\Delta$ (S-C) | V (%) |
|------|-------------------|---|-----------------------------|------------------------------|-----------------|----------------------|---------------------------------------|
| | (consumo horario) | Curva integral de consumo (consumo acumulado) | Suministro horario continuo | Curva integral de suministro | Déficit horario | Déficit acumulado | Volumen horario del agua en el tanque |
| 1 | 2,11 | 2,11 | 8,79 | 8,79 | 6,68 | 6,68 | 24 |
| 2 | 2,11 | 4,22 | 8,79 | 17,58 | 6,68 | 13,36 | 30 |
| 3 | 2,11 | 6,33 | 8,79 | 26,38 | 6,68 | 20,05 | 37 |
| 4 | 2,11 | 8,44 | 8,79 | 35,17 | 6,68 | 26,73 | 44 |
| 5 | 4,22 | 12,66 | 8,79 | 43,96 | 4,57 | 31,30 | 48 |
| 6 | 8,44 | 21,10 | 8,79 | 52,75 | 0,35 | 31,65 | 49 |
| 7 | 20,05 | 41,15 | 8,79 | 61,54 | -11,26 | 20,39 | 37 |
| 8 | 16,88 | 58,03 | 8,79 | 70,33 | -8,09 | 12,30 | 29 |
| 9 | 14,77 | 72,80 | 8,79 | 79,13 | -5,98 | 6,33 | 23 |
| 10 | 8,44 | 81,24 | 8,79 | 87,92 | 0,35 | 6,68 | 24 |
| 11 | 6,33 | 87,57 | 8,79 | 96,71 | 2,46 | 9,14 | 26 |
| 12 | 11,61 | 99,18 | 8,79 | 105,50 | -2,82 | 6,32 | 23 |
| 13 | 18,99 | 118,17 | 8,79 | 114,29 | -10,20 | -3,88 | 13 |
| 14 | 10,55 | 128,72 | 8,79 | 123,08 | -1,76 | -5,64 | 11 |
| 15 | 6,33 | 135,05 | 8,79 | 131,88 | 2,46 | -3,17 | 14 |
| 16 | 5,28 | 140,33 | 8,79 | 140,67 | 3,51 | 0,34 | 17 |
| 17 | 6,33 | 146,66 | 8,79 | 149,46 | 2,46 | 2,80 | 20 |
| 18 | 7,39 | 154,05 | 8,79 | 158,25 | 1,40 | 4,20 | 21 |
| 19 | 10,55 | 164,60 | 8,79 | 167,04 | -1,76 | 2,44 | 19 |
| 20 | 18,99 | 183,59 | 8,79 | 175,83 | -10,20 | -7,76 | 9 |
| 21 | 17,94 | 201,53 | 8,79 | 184,63 | -9,15 | -16,91 | 0 |
| 22 | 4,22 | 205,75 | 8,79 | 193,42 | 4,57 | -12,33 | -5 |
| 23 | 3,17 | 208,92 | 8,79 | 202,21 | 5,62 | -6,71 | -10 |
| 24 | 2,11 | 211,0 | 8,79 | 211,0 | 6,68 | 0,0 | -17 |



$$\text{Vol Tanque} * \text{deficit acumulado} = 0.49 * 182.3 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Vol Tanque} * \text{deficit acumulado} = 89.32 \text{ m}^3/\text{día}$$

Volumen del tanque:

$$\text{Vol Tanque} * \text{Coef de compensación} = 89.32 \text{ m}^3/\text{día} * 1.4$$

$$\text{Vol Tanque} = 125.05 \text{ m}^3$$

ANEXO 5 PLANOS Y ESQUEMAS

**ANEXO 6 DOCUMENTO DEL TABAJO DE TITUALCIÓN PARA
LA SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS**