

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE DE SAN ANTONIO DE CHILLO JIJÓN-AMAGUAÑA

EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE DE SAN ANTONIO DE CHILLO JIJÓN- AMAGUAÑA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

JOEL ALEJANDRO CRUZ VELA

DIRECTOR: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA, M.Sc.

DMQ, febrero 2022

CERTIFICACIONES

Yo, Joel Alejandro Cruz Vela declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



Joel Alejandro Cruz Vela

joel.cruz@epn.edu.ec

gh3mono@hotmail.com

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Joel Alejandro Cruz Vela, bajo mi supervisión.



Ing. Patricia Panchi. Mgtr

DIRECTOR

sandra.panchi@epn.edu.ec

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

JOEL ALEJANDRO CRUZ VELA

DEDICATORIA

El siguiente proyecto está dedicado a mis padres Diego Cruz López y María Vela Heredia también quiero dedicar a mi hermano Diego Cruz Vela por ser el apoyo fundamental de mi hogar y en la construcción de mi carrera profesional como futuro tecnólogo de la Escuela Politécnica Nacional.

A mis familiares y amigos cercanos, no me queda más que agradecer el tiempo compartido durante los buenos y malos momentos, me es grato haber compartido experiencias, enseñanzas y anécdotas, que al final del día hacen mella en mi corazón como huellas que se pintan para perdurar en la eternidad.

Quiero dedicar a mis compañeros peludos que me ayudaron a entender el significado de la lealtad, de la esperanza y de la unión, valores que inculcan un conocimiento que muy pocos poseen al empatizar con aquellos más vulnerables.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Escuela Politécnica Nacional la oportunidad de haber sido parte de la Escuela de Formación de Tecnólogos de la que tengo el honor de pertenecer como uno más de su alumnado.

A mis profesores por haber sido el apoyo fundamental para el desarrollo del conocimiento que poseo y del que hoy en día me acompaña para enfrentar mi vida laboral y profesional.

A todas las personas involucradas en mis actividades académicas y profesionales por haberme otorgado la oportunidad de demostrar mi valía como una persona de bien.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	Introducción	1
1.1	Objetivo general.....	2
1.2	Objetivos específicos	2
1.3	Justificación	2
1.4	Alcance	3
1.5	Marco teórico	3
2	Metodología	8
2.1	Visita de campo	8
2.2	Levantamiento Topográfico.....	8
2.3	Catastro de Estructuras Hidráulicas.....	9
2.4	Trazado de la red de abastecimiento y distribución.....	9
2.5	Población de diseño.....	9
2.6	Consumo.....	10
2.7	Dotación.....	11
2.8	Caudal Medio Diario.....	11
2.9	Caudal Máximo Diario.....	12
2.10	Caudal Máximo Horario.....	12
2.11	Caudal de Captación.....	12
2.12	Software para Simulación Hidráulica.....	13
2.13	Propuesta de mejoras al sistema.....	15
3	Resultados y Discusión.....	17
3.1	Ubicación del Proyecto	17
3.2	Levantamiento de Información.....	17
3.3	Componentes del Sistema	19
3.4	Simulación Hidráulica	25
3.5	Plan de mejoras.....	34
3.6	Guía de Operación y Mantenimiento	38
4	Conclusiones	1
5	Recomendaciones	2
6	Referencias bibliográficas	1
7	Anexos	3

RESUMEN

El presente proyecto se basó en la obtención de datos de campo por medio del desarrollo de actividades programadas, dichas actividades permiten constatar el estado de un sistema de abastecimiento de agua potable ubicado en el barrio San Antonio. En el proyecto se desarrolló el catastro y levantamiento de información en los puntos de captación, conducción, almacenamiento y distribución de la red de agua potable, el cual se encarga de abastecer a 13 familias pertenecientes al barrio San Antonio de Chillo y San Fernando. El sistema cuenta con un total de 7 componentes hidráulicos: dos galerías de captación tipo manantial, dos tanques de captación, una bomba de impulsión, un tanque de almacenamiento y cloración, y una bomba de distribución con tanque hidroneumático. La obtención de datos métricos se realizó por medio del desarrollo de levantamientos topográficos para la realización de planos longitudinales de la red y la obtención de datos relevantes para la aplicación del software libre de evaluación hidráulica EpaNET. La información obtenida por la evaluación hidráulica en régimen permanente y no permanente permitió la creación de una propuesta de mejoras con la finalidad de corregir errores de operación al comparar con los límites mínimos y máximos permisibles de la Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Área Rural. El catastro de estructuras y el trabajo de campo evidenció el mal estado de mantenimiento que presentan las estructuras hidráulicas y las líneas de distribución, la necesidad de instruir a los encargados de la obra permitió la creación de un manual de operación y mantenimiento que será entregado por medio de una charla de socialización.

PALABRAS CLAVE: Catastro, Levantamiento Topográfico, Estructuras Hidráulicas, Límites Permisibles, Galerías de Captación, Manantiales, Régimen Permanente, Régimen No Permanente.

ABSTRACT

This project was based on field data obtained through the development of scheduled activities, these activities allow for verifying the state of a drinking water supply system located in the San Antonio neighborhood. This following project developed the structural cadastre and obtained information on the catchment points, water conduction, storage, and distribution of the drinking water network, which is responsible for supplying 13 families belonging to the San Antonio de Chillo and San Fernando neighborhoods. The system has a total of 7 hydraulic components: two water catchment galleries, two catchment tanks, a drive pump, storage, and chlorination tank, and a distribution pump with the hydropneumatic tank. The obtaining of metric data was carried out through the development of topographic surveys which allows the creation of longitudinal plans of the network and the obtaining of relevant data for the application of the free hydraulic evaluation software EpaNET. The information obtained by the hydraulic evaluation in a permanent and not permanent regime allowed the creation of a proposal for improvements to correct operating errors when compared with the minimum and maximum permissible limits of the Design Standard for Drinking Water Supply Systems, Disposal of Faeces, and Liquid Waste in a Rural Area. The structural cadastre of the fieldwork evidenced the poor state of maintenance presented by the hydraulic structures and the distribution lines, the need to instruct those in charge of the work allowed the creation of an operation and maintenance manual that will be delivered through a socialization talk.

KEY WORDS: Cadastre, Topographic Survey, Hydraulic Structures, Permissible Limits, Catchment Galleries, Springs, Permanent Regime, No Permanent Regime

1 INTRODUCCIÓN

En Ecuador, alrededor del 70% de ciudadanos cuentan con fuentes mejoradas para el abastecimiento de agua para consumo [1]. En cantones más pequeños la cobertura es menor con un promedio del 55%, es por esa razón que varias comunidades han creado sus propias juntas de agua, las cuales se abastecen de fuentes hídricas naturales [2]. La parroquia Amaguaña perteneciente a la zona rural del cantón Quito cuenta con una extensión territorial que alcanza los 62.11 km² y una población estimada de 38 mil habitantes, en donde 8 de cada 10 viviendas tienen acceso a agua potable en los sectores de la cabecera parroquial. La problemática que enfrenta la parroquia se debe a los sectores alejados de la zona poblada o cabecera parroquial, que en su mayoría cuenta con predios y construcciones sin cumplimiento de ordenanzas en barrios no regularizados, situación que limita la capacidad de acceder a servicios básicos de abastecimiento de agua y saneamiento.

Debido a la necesidad de los pobladores de buscar el suministro de agua para consumo se han utilizado alternativas como la formación de juntas administradoras de agua o la captación por medio de vertientes cercanas a los asentamientos y barrios no regularizados. Se estima que el 80% del servicio que prestan las juntas administradoras de agua no cumplen con los estándares de calidad, esto se debe a la carencia de infraestructura que se adapte a la técnica requerida para poder eliminar todas las impurezas provenientes de la fuente. [3]

La Junta Administradora de Agua Potable San Antonio de Chillo-Jijón es una de las 11 juntas inscritas legalmente en el GAD Parroquial Amaguaña y se ubica en el sector norte. La JAAP presta su servicio a 13 familias en los 11 lotes asentados dentro del barrio San Antonio de Chillo y San Fernando. La captación de agua se realiza de una fuente manantial que desemboca en la quebrada Parcahuayco. La fuente de agua cuenta con un cerco de protección de 100 metros para garantizar y preservar su calidad para ser considerada agua de consumo humano y que esta no se vea afectada por la actividad agrícola y ganadera de sus alrededores. [4]

Los procesos realizados para el abastecimiento de agua potable a los usuarios cuentan con irregularidades que no permiten un funcionamiento adecuado para mantener sus estructuras en estado óptimo. El agua de consumo humano debe mantener su calidad a lo largo de todo el sistema, fallos estructurales del sistema de captación y de la red en general puede afectar la calidad del agua y entorpecer el correcto funcionamiento de las estructuras hidráulicas involucrados en el proceso de abastecimiento a los usuarios [4].

1.1 Objetivo general

Evaluar hidráulicamente el sistema de abastecimiento y distribución de agua potable pertenecientes a la Junta Administradora de Agua Potable de San Antonio de Chillo Jijón.

1.2 Objetivos específicos

1. Realizar el levantamiento de información a lo largo de todo el tramo del sistema que contemple captación, aducción, almacenamiento y distribución.
2. Evaluar las condiciones hidráulicas de operación del sistema de abastecimiento y distribución que contemple todos sus componentes
3. Proponer mejoras al sistema de abastecimiento y distribución, así como un manual técnico de mantenimiento.

1.3 Justificación

Una adecuada operación y mantenimiento del sistema de distribución contribuirá a cumplir con estándares de calidad y, por lo tanto, a la satisfacción de las familias usuarias del sistema. La falta de estas operaciones resulta una problemática en la conducción del líquido vital a la comunidad, por falta de limpieza en las estructuras, presencia de fugas y roturas de las tuberías, lo cual se refleja en el descontento de los usuarios, problemas de demanda o abastecimiento en los domicilios y cambios en las propiedades del agua [5].

El Artículo 66 de La Constitución de la República del Ecuador establece que “se reconocerá y garantizará a las personas el derecho a una vida digna, que asegure el agua potable”. La evaluación de las estructuras que conforman el sistema de abastecimiento ayuda a determinar posibles fallos a corregir para garantizar agua de calidad a los habitantes [4].

Debido a que existe una alta probabilidad de que la población ingiera esta agua sin ningún tipo de control periódico de calidad, es necesario realizar correcciones a los métodos empleados en las obras administradoras de agua potable, en afán de garantizar la seguridad en el consumo de agua para los habitantes [6].

Es indispensable un control continuo de los tanques de almacenamiento y accesorios de la planta de tratamiento, como la creación de manuales con instrucciones necesarias para el mantenimiento y conservación de los elementos ubicados dentro de la estructura, con la finalidad de garantizar la calidad del servicio. [7]

1.4 Alcance

El presente proyecto evalúa únicamente los componentes hidráulicos pertenecientes a la Junta Administradora de Agua Potable San Antonio de Chillo-Jijón, así como los 11 lotes inscritos. No se considera sistemas de abastecimiento o tratamiento privados como los que se encuentran en varios lotes dentro de los barrios San Antonio y San Fernando que también se abastecen de la misma fuente de agua cruda.

El desarrollo se enfoca principalmente en el agua para consumo humano, proyectos o estructuras que tengan la finalidad de dar otro uso al agua no se consideran dentro de la evaluación. La información se obtendrá a través del presidente inscrito en la Secretaría Nacional del Agua a la fecha actual de la realización del proyecto.

La evaluación se realiza por medio de visitas programas y trabajo de campo en el que se contempla el uso de equipos y herramientas tecnológicas que permitan obtener información necesaria. Los datos obtenidos serán objeto de análisis e interpretación, conjuntamente, se realizará la comparativa con la normativa actual vigente para la creación de un plan de mejoras y un manual de mantenimiento que tiene la finalidad de otorgar el conocimiento técnico adecuado para garantizar agua de calidad a todos los beneficiarios de la Junta de Agua Potable San Antonio de Chillo-Jijón.

1.5 Marco teórico

Agua potable

El agua potable tiene la cualidad de ser de una calidad muy alta para la conservación del buen estado de salud. El agua potable consumida por los pobladores tiene que contar con los lineamientos que se estipula en la normativa nacional, regional y cantonal lo cual permite otorgar bienestar a todas las personas que se abastecen de fuentes municipales, privadas o industrializadas. [8].

Sistemas de abastecimiento de agua potable

Un sistema de abastecimiento de agua potable radica en una agrupación de obras imprescindibles para recoger, transportar, acumular y distribuir el agua desde una fuente natural ya sea del subsuelo o superficial hasta los domicilios de los residentes beneficiarios del sistema [9].

Sistema de conducción de agua mediante bombeo

Un sistema de tratamiento por bombeo es la totalidad de estructuras donde la aplicación del bombeo extrae el agua desde el punto de captación provenientes de fuentes subterráneas y superficiales hasta los puntos de consumo. El bombeo es aplicado al ser imposible suministrarlo por medio de la gravedad, ya que el nivel donde se encuentra la captación es inferior a los domicilios [10].

Obras de captación

Las obras de captación son trabajos civiles y estructuras hidráulicas mecánicas y electromecánicas que se emplean para acopiar y distribuir apropiadamente el agua del subsuelo o superficial. [11].

Captación de agua en galerías de captación

Las galerías de filtración son sistemas de captación que afloran el agua de la capa freática localizados en los acuíferos que almacenan y ceden agua mediante un proceso de filtración por medio de material grueso de las rocas que remueven sólidos suspendidos y microorganismos, según la topografía el agua puede ser extraída por medio de la gravedad o del bombeo [12].

Línea de impulsión

Hace referencia al tramo de un sistema de bombeo encargado de conducir agua desde la estación de bombeo a un reservorio. [13].

Desinfección

En sistemas de potabilización es de vital importancia realizar el proceso de desinfección con el fin de eliminar la mayoría de bacterias y virus presentes en el agua, los siguientes métodos se consideran los adecuados para la desinfección: cloro doméstico, dióxido de cloro, floculante de cloro, ozono y radiación UV [14].

Para la conveniente operación de plantas de tratamiento es importante determinar la dosis de desinfectante por medio de la aplicación de la fórmula concentración-tiempo.

Periodo de diseño

El periodo de diseño es aquel tiempo durante el cual, la suficiencia del sistema será el óptimo para asistir las necesidades actuales y futuras de un sitio, tanto en caudal como en presiones sin requerir incrementos en las obras [15].

Dotación neta

Es aquel caudal de agua potable consumido a diario, en promedio por cada habitante para satisfacer sus necesidades básicas, tomando en consideración las pérdidas. Comprende consumos domésticos, comerciales, industriales y públicos [15].

Consumo medio diario (cmd)

Es el valor promedio de consumo de agua potable que tiene una persona a lo largo de las 24 horas del día. Su determinación es importante para determinar la capacidad de operación y dotación de los sistemas de abastecimiento de agua.[15].

Consumo máximo diario (CMD)

Es el máximo consumo que realiza la población durante un día en la cláusula de un año y se determina como la multiplicación del factor de mayoración y el consumo medio diario, reflejado en litros por segundo [15].

Consumo máximo horario (CMH)

Es aquel máximo gasto que será exigido en una hora, del día de mayor consumo en un periodo de un año. Se determina mediante la multiplicación del factor de mayoración máximo horario por el consumo medio diario futuro, reflejado en litros por segundo [15].

Condiciones hidráulicas

Velocidades

La conducción de agua debe cumplir requerimientos importantes por lo cual es de suma importancia verificar las estructuras y complementos que se encargan de la tarea de conducción de agua. La velocidad mínima de diseño ronda los 0.5 m/s y la velocidad máxima alcanza un valor promedio de 3m/s a 5m/s dependiendo del material utilizado en las tuberías. [16].

Presiones

La presión es un factor de relevancia a la hora de diseñar y mantener redes de distribución. El valor mínimo de presión es de 10 metros de columna de agua (mca), esto permite una adecuada conducción en las tuberías, el valor máximo establecido en la norma es de 50 metros de columna de agua. Valores elevados de presión puede afectar a tuberías y estructuras utilizadas en los sistemas. [16].

Características de los accesorios de la red de abastecimiento y distribución

Válvula de purga

Son válvulas que se utilizan principalmente para mantenimiento y eliminación de aguas de limpieza. Las válvulas de purga en sistema de distribución permiten el lavado de estructuras y son de importancia en operaciones de mantenimiento [17].

Tuberías

Las tuberías constituyen la línea de conducción de un sistema de agua potable. En redes de distribución de agua potable se requiere utilizar tuberías que cuenten con los apartados de mayor resistencia a las presiones, impedir filtraciones, evitar fugas, resistencia a la corrosión, resistencia química, facilidad de instalación y no alterar la calidad del agua [18].

Codos

La función de este elemento es unir las tuberías rígidas para realizar cambios de dirección en las redes de conducción. En su mayoría se utilizan codos dependiendo de los materiales de la toma, estos pueden ser de PVC, cobre o bronce [18].

Softwares de aplicación

EPANET

Es un software de evaluación que permite realizar simulaciones continuas de la conducta hidráulica y de la calidad del agua en redes de distribución a presión. Este software requiere el levantamiento de información que permite conocer los datos principales de evaluación para determinar caudal en las conducciones, presiones en cada nudo, nivel de agua en tanqueros, concentración de diferentes componentes químicos, tiempos de estadía del agua en tuberías y estudios de procedencia del agua en punto de la red [19].

EPACAD

Es un programa de ordenador que permite convertir ficheros de AutoCAD que abarca información de tuberías, nudos, elevaciones y coordenadas de los elementos de una red de abastecimiento y distribución que pueden ser abierto con el software EPANET [20].

TrackMaker

Es un programa de ordenador que permite la transmisión bidireccional de datos entre el receptor del sistema de posicionamiento global (GPS) y el computador, así como la edición y almacenamiento de estos datos. Se traslada los datos como Waypoints, Tracklogs y Rutas [21].

Equipos de levantamiento catastral

Caudalímetro Ultrasónico Portátil

El caudalímetro permite la medición de la cantidad de agua y la velocidad a la que circula dentro de una tubería. La factibilidad de este equipo permite la medición no invasiva por lo cual no se tiene contacto con el agua evitando la contaminación. El dispositivo requiere de información previa para la medición por lo cual se utiliza cinta métrica y hojas guía con diámetros nominales, así como la determinación del material de la tubería [22].

Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

El GPS es un sistema que permite conocer la posición global por medio de un sistema de referencia que triangula la ubicación de una persona u objeto con el uso de señales emitidas por una red de 24 satélites que orbitan la tierra y emiten señales dirigidas a esta [21].

2 METODOLOGÍA

La información territorial se obtuvo a través de documentos desarrollados por el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Amaguaña. Los datos del sistema de abastecimiento se obtuvieron a través del presidente de la Junta Administradora de Agua Potable de San Antonio de Chillo Jijón. La información obtenida es evaluada mediante el trabajo de campo para constatar la veracidad de la misma, al no existir respaldos de los estudios previos realizados por los miembros de la junta de agua potable.

2.1 Visita de campo

Se realizaron visitas programadas a la ubicación de la obra de abastecimiento para el desempeño de actividades que constan de levantamiento topográfico, trazado de redes, levantamiento catastral de estructuras y uso de equipos de levantamiento de información.

Con base en la información obtenida se planificaron y ejecutaron las visitas de campo con la ayuda del operador de la Junta Administradora de Agua, el Sr. Carlos Quinga, con la ejecución de las actividades se desarrolló la evaluación del sistema. La obtención del registro fotográfico ayudó a evidenciar y verificar la información proporcionada por la Junta Administradora de Agua Potable, el traslado a la zona de estudio se realizó en vehículo particular.

2.2 Levantamiento Topográfico.

El levantamiento topográfico se realizó mediante el uso del GPS Garmin, el procesamiento de información se realizó a partir del uso de software AutoCad y Civil 3D teniendo las condiciones del terreno, pendientes y longitudes de los tramos de tubería, también las áreas que comprenden los 11 lotes pertenecientes a la junta administradora de agua potable.



Figura 1 GPS Garmin para levantamiento topográfico

2.3 Catastro de Estructuras Hidráulicas.

Se realizó la inspección de las redes y sus estructuras para constatar el estado de estos con el objetivo de verificar problemas que puedan afectar a la calidad y cantidad de agua suministrada a los usuarios. Los equipos utilizados en las tareas de levantamiento catastral fueron: caudalímetro ultrasónico, cinta métrica, flexómetro y GPS Garmin.

El levantamiento de información se realizó en las estructuras de la captación, galerías, tuberías, válvulas, tanques de almacenamiento, bombas, tanques de presurización. El trabajo de levantamiento catastral permite llenar la hoja guía ubicada en el **Anexo 3 Formato Estándar de Ficha Catastral**.

2.4 Trazado de la red de abastecimiento y distribución.

El trazado de la red se realizó en todos los tramos con el uso del GPS Garmin desde la fuente que se ubica en la quebrada Parcahuayco hasta el lote 11 ubicado a 1km desde el tanque de almacenamiento y cloración. En la fuente se observa que la captación es realizada en un manantial por ojo de agua, el cual consta de dos galerías de captación.

El agua es impulsada desde el tanque de captación por una bomba con potencia de 5 HP ubicada en la cota 2626 msnm que impulsa el agua hacia el tanque de almacenamiento ubicado en la cota 2643 msnm.

Posteriormente, el agua es distribuida por una bomba de 2.5 HP con tanque de presurización que posee una presión de trabajo de 50 psi esta se ubica a un lado del tanque de almacenamiento. La distribución consta de 3 ramales que distribuyen a los 11 lotes.

2.5 Población de diseño

El cálculo de la población se realizó mediante la expresión por población de saturación, esto permite determinar el cumplimiento de la dotación planteada a los usuarios. El método descrito se aplica únicamente a zonas rurales que no cuenten con zonas turísticas, zonas escolares ni zonas industriales. [23]

$$Pf = N^{\circ} \text{ de Lote} * PS$$

Ecuación 1. Población de Diseño [23]

- pf: Población Futura [habitantes]
- N° de lote: cantidad de lotes [unidad]
- PS: Población de saturación [6 habitantes/unidad]

2.6 Consumo

El consumo hace referencia al agua que se utiliza en diversas actividades a lo largo de las 24 horas del día. Existe una variación de caudal dependiendo la hora, sector, clima y actividades que se realicen. La curva que se presenta en la **Figura 2** pertenece a una variación en el consumo típico de una comunidad pequeña.

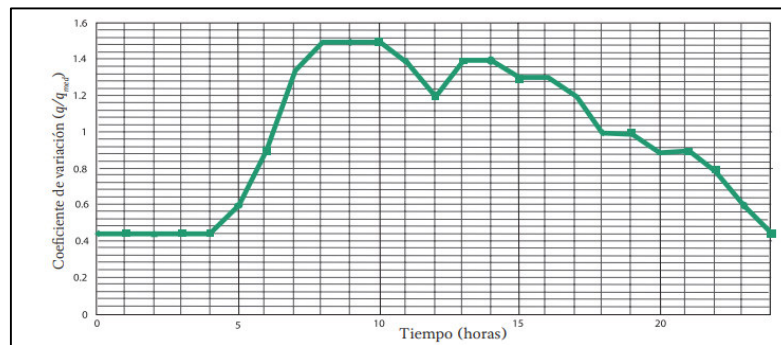


Figura 2 Curva de Consumo [24]

Los valores de la **Figura 2** se presentan a continuación en la **Tabla 1** para detallar la variación porcentual del consumo de agua a cada hora del día. La información presentada es de importancia para evaluar el comportamiento de las redes en un régimen no permanente durante las 24 horas del día.

Tabla 1 Variación porcentual de consumo diario. [24]

Tiempo (horas)	Q/Qmed	Tiempo (horas)	Q/Qmed
0:00	0.45	12:00	1.20
1:00	0.45	13:00	1.40
2:00	0.45	14:00	1.40
3:00	0.45	15:00	1.30
4:00	0.45	16:00	1.30
5:00	0.60	17:00	1.20
6:00	0.90	18:00	1.00
7:00	1.35	19:00	1.00
8:00	1.50	20:00	0.90
9:00	1.50	21:00	0.90
10:00	1.50	22:00	0.80
11:00	1.40	23:00	0.60

2.7 Dotación

El cálculo de la dotación dependerá del tipo de actividades que desarrollan los usuarios y las finalidades de consumo que tiene el agua. La junta administradora de agua potable en este caso aporta únicamente agua para consumo humano por lo cual el cálculo de la dotación se basará en datos promedios obtenidos de zonas rurales y pequeñas comunidades para un clima cálido.

El sistema cuenta con más de un grifo por cada lote por lo cual se asume un nivel tipo IIb para el cálculo de la dotación

Tabla 2 Nivel y descripción de agua potable [23]

Nivel	Sistema	Descripción
la	Agua Potable	Grifos Públicos
lb	Agua Potable	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño
IIa	Agua Potable	Conexiones domiciliarias con un grifo por casa
IIb	Agua Potable	Conexiones domiciliarias con más de un grifo por casa

Tabla 3 Caudal de dotación por nivel de servicio [23]

Niveles de Servicio	Clima Frio (lt/hab*día)	Clima Calido (lt/hab*día)
la	25	30
lb	50	35
IIa	60	85
IIb	75	100

Actualmente el consumo de las comunidades va en aumento por lo que se recomienda utilizar una caudal de 80 – 100 l/hab*día para zonas rurales. La dotación optada para la población beneficiaria del sistema de abastecimiento de la junta fue de 100 l/hab*día.

2.8 Caudal Medio Diario.

El caudal medio diario se calcula mediante la expresión:

$$Qm = (1 + f) * \left(\frac{P * D}{86400} \right)$$

Ecuación 2 Caudal medio diario. [23]

- Qm: Caudal medio diario (l/s)
- f: Factor de fugas
- P: Población final de diseño (habitantes)
- D: dotación (l/habitantes*día)

El porcentaje de fugas se obtuvo del documento Normas de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos.

Tabla 4 Porcentajes de fugas [23]

Nivel de servicio	Porcentaje de fugas
la y lb	10%
IIa y IIb	20%

2.9 Caudal Máximo Diario

El caudal máximo se calcula mediante la expresión:

$$QMD = KMD * Qm$$

Ecuación 3 Caudal máximo diario. [23]

- QMD: Caudal máximo diario [l/s]
- KMD: Factor de mayoración máximo diario [1.2]
- Qm: Caudal medio diario [l/s]

2.10 Caudal Máximo Horario

El caudal máximo horario se calcula mediante la expresión:

$$QMH = KMH * Qm$$

Ecuación 4 Caudal máximo horario. [23]

- QMH: Caudal máximo horario [l/s]
- KMH: Factor de mayoración máximo horario [3]
- Qm: Caudal medio diario

2.11 Caudal de Captación

El porcentaje de aumento para el caudal de captación se basará en el tipo de captación como se describe en la **Tabla 5 Caudales de captación**. El sistema cuenta con una captación tipo manantial considerada como parte de las aguas subterráneas.

Tabla 5 Caudales de captación [23]

Estructuras	Caudales
Captación aguas superficiales	CMD + 20%
Captación aguas subterráneas	CMD + 5%
Conducción de aguas superficiales	CMD + 10%
Conducción de aguas subterráneas	CMD + 5%
Red de distribución	CMH
Planta de Tratamiento	CMD + 10%

El caudal de captación para el tipo de sistema de agua subterránea se plantea con la siguiente expresión:

$$Q_{cap} = CMD + 5\%$$

Ecuación 5 Caudal de captación de aguas subterráneas. [23]

2.12 Software para Simulación Hidráulica.

2.12.1 GPS TrackMaker

La aplicación de este software de uso libre permitió el procesamiento de datos obtenidos por medio del GPS, se creó un mapa a partir de los puntos georreferenciados del levantamiento topográfico, las rutas y puntos de interés son transformados de archivo. gpx a formato .txt, este último es un formato de archivo que admite AutoCAD Civil 3D para la introducción de datos.

Se creó un mapa completo uniendo los archivos de rutas y puntos de interés para tener un mapa consolidado, el trazado del mapa no se hizo exclusivamente por la línea del sistema, para obtener información más detallada del terreno se utilizaron vías de acceso para levantar la información topográfica relevante en la creación de los perfiles.

2.12.2 AutoCAD Civil 3D

La aplicación de este software permitió la realización de los planos estructurales, así como el trazado de la red asentada en el terreno de estudio. El software resultó de gran ayuda para la aplicación del software EpaNET permitiendo sintetizar automáticamente varios datos de relevancia para la evaluación del sistema.

Los perfiles creados son de baja precisión debido a que no existían vías de acceso en pequeños tramos de tubería en donde se encontraban suspendidas en el aire por la limitación que tiene el terreno.

2.12.3 EpaCAD

EpaCAD permitió transformar un archivo de AutoCAD a uno soportado por EpaNET, la ayuda de este software permitió sintetizar la información obtenida por el levantamiento topográfico a una red de simulación de EpaNET. Esta aplicación ayudó a tener un mapa trazado con información longitudinal de los ramales y la altura de los nodos.

2.12.4 EpaNET

La aplicación de este software de uso libre, permitió la simulación de las redes obtenidas durante el levantamiento de información catastral y topográfica. El levantamiento catastral permite conocer el material de las tuberías, sus diámetros, pérdidas de carga, puntos de consumo, potencia de las bombas y altura de los tanques de almacenamiento, esta información fue introducida de forma manual dentro de EpaNET. La información de consumo es acorde a los datos de dotación obtenidos.

El levantamiento topográfico permitió la obtención de las cotas del terreno que se introducen en cada nodo de la red trazada en el EpaNET, así como la ubicación de las estructuras, los tramos, las longitudes de los tramos y la ubicación de las conexiones domiciliarias.

- **Pérdida por codos**

$$hf = 0.25 * \frac{V^2}{2g} * \sqrt{\alpha}$$

Ecuación 6 Pérdidas por codos. [24]

- hf: pérdida de carga [m]
- V: velocidad [m/s]
- g= gravedad [9,8 m/s²]
- α= ángulo del codo [grados °]

- **Pérdida por válvulas**

$$hf = k * \frac{V^2}{2g}$$

Ecuación 7 Pérdida por válvulas [23]

- hf: pérdida de carga [m]
- k= coeficiente por tipo de válvula
- V: velocidad [m/s]
- g: gravedad [9,8 m/s²]

2.13 Propuesta de mejoras al sistema.

El trabajo de evaluación tiene la finalidad de encontrar fallas o parámetros que no cumplan con la normativa actual vigente y que presenten problemas para el funcionamiento del sistema. Esto permite proponer ajustes o mejoras necesarias por una operación adecuada durante toda la vida útil del sistema.

2.13.1 Diseño de Captación de Manantial de Fondo.

Ancho de Pantalla

El ancho de pantalla debe ser provista por el espacio disponible para realizar la obra de captación para esto se toma en cuenta el diseño de las dos cámaras.

Altura de la Cámara Húmeda

La altura total se calcula por medio de la expresión

$$Ht = A + B + C + E < \text{Altura Natural del Agua}$$

Ecuación 8 Altura requerida para cámara húmeda [25]

- A. Altura recomendada para sedimentación valor necesario de 0.1 metros
- B. Diámetro de salida
- C. Altura que alcanza el Agua valor típico de 0.30 metros
- E. Borde libre 0.3 [m]

La galería posee una altura de 1.40 metros este valor se debe considerar para la implementación de la cámara húmeda

Carga Requerida.

La carga requerida es la diferencia entre la cota de salida de la cámara de captación al reservorio de almacenamiento de agua cruda. [25]

Velocidad de Diseño

La velocidad de diseño planteada se obtiene mediante la expresión:

$$V = \sqrt{\frac{2g * Carga Disponible}{1.56}}$$

Ecuación 9 Velocidad de diseño. [25]

Donde g corresponde al valor numérico de la gravedad 9.81 [m/s²]

Dimensionamiento de la canastilla

La canastilla debe tener el doble del diámetro de la tubería de salida.

- **Longitud de ranuras**

La longitud de la canastilla toma valores desde 3 veces el diámetro de salida hasta 6 veces el mismo, para el diseño se asume 3 veces el diámetro de salida con un total de 0.16 metros. [25]

- **Área total de ranuras**

El área total de las ranuras se asume el doble del área transversal de la tubería de salida

$$\text{Área Transversal} = \frac{D^2 * \pi}{4}$$

Ecuación 10 Área Transversal [25]

El área de la ranura promedio es de 0.000035 metros con dimensiones de 7mm de ancho y 5mm de largo.

- **Número de Ranuras**

El número de ranuras se calcula mediante la expresión:

$$\text{Número de Orificios} = \frac{\text{Área Total de Ranuras}}{\text{Área de Ranuras}} + 1$$

Ecuación 11 Número de oficios requeridos [25]

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Ubicación del Proyecto

El proyecto se asienta dentro del Barrio San Antonio de Chillo ubicado en las coordenadas 778362.17 E; 9960952.64 S con una altura promedio de 2630 msnm y se extiende hasta el Barrio San Fernando ubicado a 700 metros al sur del barrio San Antonio de Chillo. Se considera una región cálida con densa vegetación y una población que se dedica en su mayor parte a la actividad ganadera y agrícola.



Grafico 1 Ubicación San Fernando y San Antonio de Chillo

3.2 Levantamiento de Información

3.2.1 Cálculo Poblacional y Dotación

Los resultados obtenidos se basan en valores promedios de estudios realizados a comunidades pequeñas en zonas rurales asentadas en regiones de clima cálido. La implementación de estos valores promedios permitió un acercamiento más detallado a la realidad de una comunidad que apenas presta su servicio a 13 familias.

3.2.2 Población de Diseño

Para el cálculo poblacional se utilizó la expresión detallada en **Ecuación 1**. Población de Diseño.

Tabla 6 Población de Diseño

Criterio	Valor	Unidad
Número de lotes	11	
Población de saturación	6	hab/lote
Población futura	66	habitantes

El resultado es de 66 habitantes que van a ser la población destinada a ser cubiertas con el abastecimiento de agua.

3.2.3 Caudal Medio Diario

Para el cálculo del caudal medio diario se utilizó la expresión detallada en **Ecuación 2** Caudal medio diario.

Tabla 7 Caudal medio diario

Criterio	Valor	Unidad
Factor de Fugas	0.2	
Población de Diseño	66	hab
Dotación	100	l/hab*día
Caudal Medio Diario	0.084	l/s

El valor del caudal medio diario es el destinado a ser ingresado como consumo en la evaluación hidráulica.

3.2.4 Caudal Máximo Diario

Para el cálculo del caudal máximo diario se utilizó la expresión detallada en **Ecuación 3** Caudal máximo diario.

Tabla 8 Caudal Máximo Diario

Criterio	Valor	Unidad
Factor Máximo Diario	1.2	
Caudal Medio Diario	0.084	l/s
Caudal Máximo Diario	0.100	l/s

3.2.5 Caudal Máximo Horario

Para el caudal máximo horario se utilizó la expresión detallada en **Ecuación 4** Caudal máximo horario

Tabla 9 Caudal Máximo Horario

Criterio	Valor	Unidad
Factor Máximo Horario	3	
Caudal Medio Diario	0.084	l/s
Caudal Máximo Horario	0.252	l/s

El valor otorgado permite conocer el máximo caudal esperado en el consumo de agua durante las horas de mayor consumo a lo largo del día.

3.2.6 Caudal de Captación

Para el caudal de captación se utilizó la expresión detallada en **Ecuación 5** Caudal de captación.

Tabla 10 Caudal de Captación en Aguas Subterráneas

Criterio	Valor	Unidad
Porcentaje de Captación	0.05	
Caudal Máximo Diario	0.100	l/s
Caudal de Captación	0.105	l/s

El caudal de captación es de 0.105 l/s el necesario para suplir la demanda.

3.3 Componentes del Sistema

3.3.1 Fuente de Abastecimiento

El sistema se abastece por medió de ojos de agua ubicados en dos galerías que cuentan con tuberías de PVC para su conducción a gravedad directo a los tanques de captación. La estructura no cuenta con recubrimiento de piedra o cajas de captación por lo cual se transporta solidos del terreno. Se cuenta con nula iluminación por lo cual para el levantamiento de información era necesario el uso de linternas.

La primera galería **Figura 3** cuenta con un acceso mucho más confortable con una altura de 1.40 m y 0.90 m de ancho en un tramo de 10 metros hasta la ubicación del ojo de agua. La segunda galería **Figura 4** tiene un acceso limitado debido a su estructura no uniforme con terrenos de poca altura lo cual limita el acceso correcto a la galería.

Dentro de las galerías existe una presencia de material de origen mineral con coloración blanquecina que se asienta en el terreno y se cuela por medio de las tuberías de aducción al tanque de captación.



Figura 3 Primera Galería de Captación



Figura 4 Segunda Galería de Captación

3.3.2 Tanques de Almacenamiento

El almacenamiento de agua cruda para la impulsión se realiza por medio de un tanque de almacenamiento de volumen de 4.30 m³. Existe un tanque próximo al utilizado por la junta de agua, el cual posee un volumen de 3.30 m³ y pertenece a un sistema independiente operado por familias del mismo barrio. Los dos tanques se conectan por una tubería de 2 pulgadas, siendo este último el encargado de permitir el paso del caudal ecológico.

Los detalles de los tanques se describen a continuación en la **Tabla 11**.

Tabla 11 Dimensionamiento del Primer Tanque

Primer Tanque de Captación		
Dimensiones		
Altura	1.1	m
Ancho	1.4	m
Largo	2.8	m
Accesorios		
Válvula de desagüe	2	pulgadas
Tubería de entrada	2	pulgadas
Tubería de succión	2	pulgadas
Tubería de unión	2	pulgadas

El primer tanque es fabricado en ladrillo y no cuenta con ninguna protección que impida la entrada de agentes externos producto de la vegetación del terreno o de insectos, esto puede afectar tanto a la calidad del agua como a las estructuras del sistema de impulsión debido a la intromisión de partículas sedimentables que se asientan en las tuberías o en las aspas de las bombas centrifugas. Se evidencia crecimiento de vegetación sobre toda la estructura de ladrillo lo cual aumenta la concentración de agentes contaminantes. La tubería de impulsión posee a su salida del tanque un recubrimiento metálico para partículas gruesas esto ayuda al funcionamiento de la bomba debido a que es diseñada para transportar agua limpia [26].



Figura 5 Primer Tanque de Captación

Se realizó la medición de caudal en la tubería de salida del tanque para verificar el caudal y la velocidad de salida que posee dicha tubería, teniendo como resultado que, el tanque de captación succiona un caudal de 0.021 l/s a una velocidad de 0.0127 m/s.



Figura 6 Medición del Caudal en Salida del Primer Tanque

Tabla 12 Dimensionamiento Segundo Tanque

Segundo Tanque de Captación		
Dimensiones		
Alto	1	m
Ancho	1.4	m
Largo	2.34	m
Accesorios		
Válvula de desagüe	2	pulgadas
Tubería de unión (entrada)	2	pulgadas
Tubería de eliminación de excesos	4	pulgadas

El segundo tanque de captación se utiliza en un sistema independiente de abastecimiento, sin embargo, se abastece desde la misma fuente y tiene paso de agua por medio del primer tanque. Su uso puede ser conveniente si las partes acuerdan utilizar el tanque abierto como caja desarenadora o para implementar un sistema de filtración para conservar la calidad de la fuente. Este tanque es recubierto completamente, pero posee pequeños orificios en

la caja de inspección como en la tubería de unión entre los dos tanques, se evidencia a simple vista partículas en suspensión y sedimentadas esto se debe a que el tanque no cuenta con protección contra partículas externas del entorno, esto entorpece el desempeño del sistema y también perjudica la calidad del agua. Las tuberías internas del tanque son de material PVC.



Figura 7 Levantamiento Catastral Segundo Tanque de Captación



Figura 8 Tanques de Captación

El levantamiento catastral de los tanques permitió la realización de planos estructurales como se detallan en la **Figura 9** Plano Estructural Tanques de Captación Vista Superior y la **Figura 10** Plano Estructural Tanques de Captación Vista Lateral

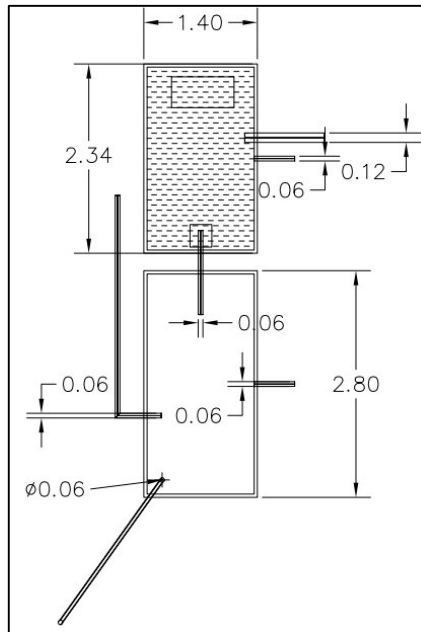


Figura 9 Plano Estructural Tanques de Captación Vista Superior

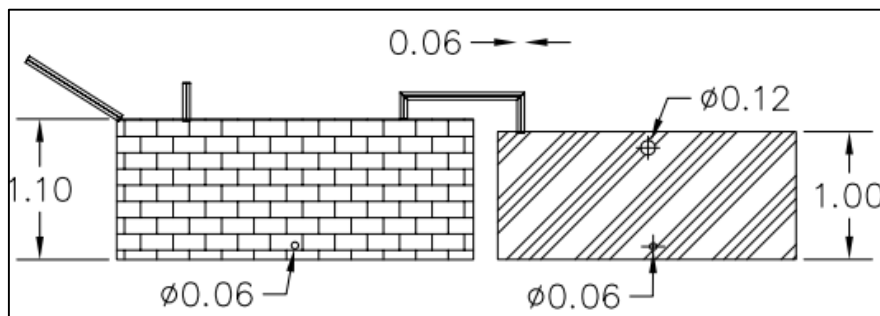


Figura 10 Plano Estructural Tanques de Captación Vista Lateral

3.3.3 Bomba de Impulsión.

El sistema para impulsar agua al tanque de almacenamiento se realiza con el uso de una bomba Pedregal de 5 HP con un diámetro de entrada de 2 pulgadas y un diámetro de salida de 1 ½ pulgadas.

La bomba está protegida por una caseta de ladrillo y cemento con dimensiones de 1,2 metros de ancho, 1.48 metros de largo y una altura de 1.50 metros. El sistema cuenta con una alimentación de energía con un sistema de cableado recubierto por tubería lo cual protege al operario en las labores de mantenimiento. Se evidencia un descuido en el mantenimiento externo de la bomba.



Figura 11 Bomba de Impulsión al Tanque de Almacenamiento

3.3.4 Tanque de Almacenamiento

El almacenamiento se realiza en un tanque ubicado en la cota 2643 msnm el cual posee una capacidad de 2500 litros de agua **Figura 12**. En este tanque también se realiza el tratamiento por medio de pastillas de cloración. El tanque se encuentra en mal estado operacional donde se evidencia la sedimentación en su fondo, esta sedimentación afecta a la bomba de distribución la cual cuenta con una capacidad de 1.5HP.

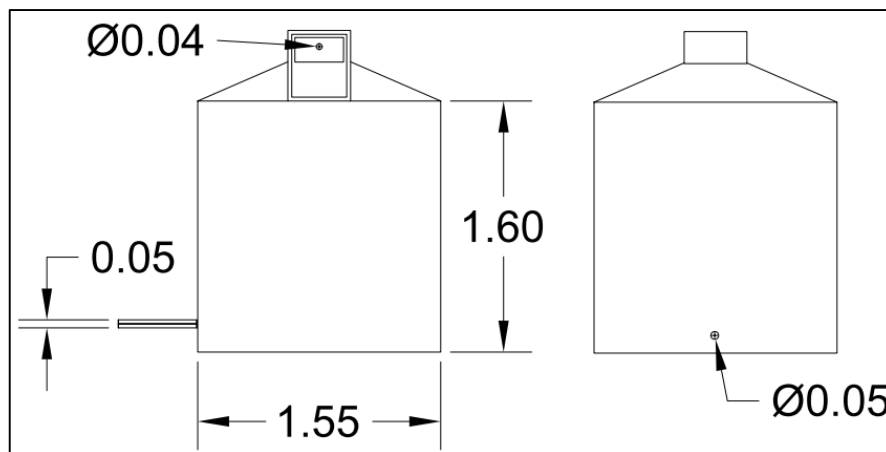


Figura 12 Plano Detallado del Tanque de Almacenamiento

El tanque tiene un peso de 2652kg a su máxima capacidad entre los accesorios se encuentra un sensor de nivel conectado a la bomba de succión y una válvula de purga con una salida de 2 pulgadas. La entrada de agua se realiza por una compuerta ubicada en la parte posterior del tanque por medio de una tubería de polietileno con un diámetro de 1.5

pulgadas, la entrada no se encuentra sellada correctamente por lo cual el agua tratada está en contacto con la contaminación del ambiente.



Figura 13 Tanque de Almacenamiento

3.4 Simulación Hidráulica

El sistema cuenta con pocos accesorios en su mayoría codos y varias válvulas de corte y purga que no llegan a ser una pérdida significativa para el sistema. Los datos de las pérdidas de carga son ingresados en EpaNET de forma manual en los tramos donde se encuentran los accesorios encontrados durante el levantamiento de información.

El cálculo de las pérdidas de carga por accesorios se obtiene mediante las expresiones detalladas en **Ecuación 6** Pérdidas por codos y **Ecuación 7** Pérdidas por válvulas. La pérdida por rugosidad es calculada de forma automática por EpaNET con un coeficiente de 80 para tubería de polietileno y 120 para tubería de PVC.

Durante el levantamiento se obtuvieron los siguientes puntos utilizados para realizar el análisis, a su vez se utilizaron nodos para lugares en cambios de pendiente bruscos o cambios de elevaciones para un mejor resultado.

Tabla 13 Datos de Simulación

Datos Necesarios para Simulación		
Altura Total del Tanque de Captación	2622.782	msnm
Altura Total del Tanque de Almacenamiento	2643.311	msnm
Longitud Tubería de Impulsión	191.9	m
Longitud Tubería Barrio San Antonio	43.2	m
Longitud Tubería Barrio San Fernando	668.8	m

Las estructuras principales obtenidas se detallan a continuación:

Tabla 14 Coordenadas de Estructuras Encontradas

Levantamiento Topográfico de la Estructura			
Ubicación	Coor. Este	Coor. Norte	Altitud (msnm)
Galería de infiltración	778385.045	961094.464	2625.894
Tanque de Captación	778380.477	9961085.836	2622.282
Bomba de Succión	778383	9961077	2626
Tanque de Almacenamiento	778349.589	9960954.74	2643.861
Bomba de Impulsión	778349.589	9960954.74	2643.861
Ubicación Final de la Red	778292.826	9960692.88	2641.04

3.4.1 Pérdida por accesorios

Las pérdidas por accesorios disminuyen la carga de energía en la conducción de agua, cuando se encuentran redes complejas esta puede llegar a tomar valores considerables. La pérdida de carga total encontrada por accesorios es de 0.5 mca

Accesorios en conducción encontrados hasta el tanque de almacenamiento

Tabla 15 Pérdidas Por Válvulas Conducción

Válvulas en Conducción			
Criterio	Cantidad	Pérdida (m)	Subtotal (m)
Purga	1	0.083	0.083
Cierre	3	0.057	0.171
Total (m)			0.254

Tabla 16 Pérdidas por Codos Conducción

Codos Conducción			
Criterio	Cantidad	Pérdida (m)	Subtotal (m)
90	6	0.017	0.102
120	1	0.129	0.129
Total (m)			0.231

Accesorios en distribución al barrio San Antonio

Tabla 17 Pérdidas por Válvulas San Antonio

Válvulas en Distribución San Antonio			
Criterio	Cantidad	Pérdida (m)	Subtotal (m)
Cierre	7	0.057	0.399
Total (m)			0.399

Tabla 18 Pérdidas por Codos San Antonio

Codos Distribución San Antonio			
Criterio	Cantidad	Pérdida (m)	Subtotal (m)
90	7	0.017	0.119
120	1	0.129	0.129
Total (m)			0.248

Accesorios en distribución al barrio San Fernando

Tabla 19 Pérdidas por Válvulas San Fernando

Válvulas en Distribución San Fernando			
Criterio	Cantidad	Pérdida (m)	Subtotal (m)
Cierre	4	0.057	0.228
Total (m)			0.228

Tabla 20 Pérdidas por Codos San Fernando

Codos Distribución San Fernando			
Criterio	Cantidad	Pérdida (m)	Subtotal (m)
90	4	0.017	0.068
120	3	0.129	0.387
Total (m)			0.455

3.4.2 Simulación Régimen Permanente

La simulación consta de un recorrido de 1 km de longitud a lo largo de todo el sistema de abastecimiento, información obtenida mediante el levantamiento topográfico y levantamiento catastral del sistema como se detalla en el **Anexo 9 Planos Longitudinales**

de la Red y el Anexo 4 Fichas Catastrales. La red de conducción y distribución está compuesta en su mayoría por tubería de polietileno de baja densidad y en muy poca parte por tubería de PVC, esta última solamente es utilizada para la captación hasta la bomba de impulsión. La red cuenta con diámetros nominales mínimos de $\frac{3}{4}$ de pulgada hasta un máximo de 2 pulgadas, cumpliendo con la norma de diseño para redes de distribución en zonas rurales.

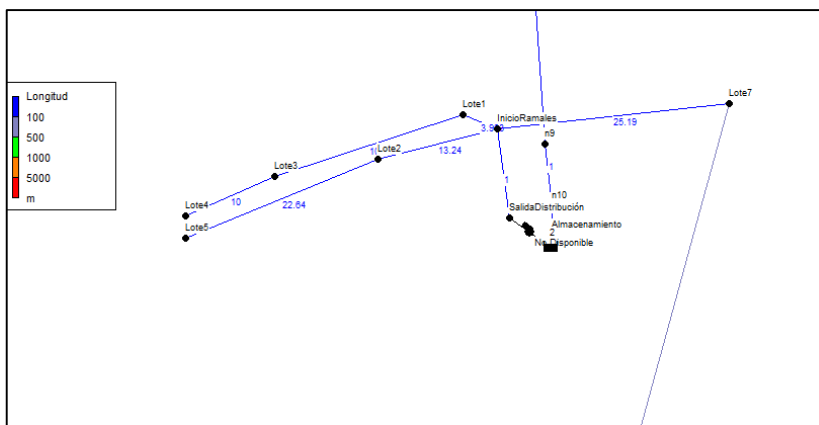


Figura 14 Mapa de la Red Epanet

Los resultados se presentan por medio de tablas que arroja EPANet esto permite la evaluación tanto en nodos como en tramos de tubería.

La presión medida en los nodos en régimen permanente se detalla a continuación en la **Tabla 21.**

Tabla 21 Presión en Nodos Régimen Permanente

Tabla de Presiones en Conexiones	
Criterio	Presión (m)
Tanque de Captación	0
Entrada a Bomba de Succión	-7.16
Salida de Impulsión	44.85
Tramo	24.87
Tramo	19.13
Tramo	0.79
Tramo	1.27
Almacenamiento	0.01
Conexión de Ramales	69.79
Lote 2	69.79

Lote 5	64.58
Lote 1	69.61
Lote 3	65.88
Lote 4	64.66
Lote 7	70.25
Tramo	51.67
Tramo	52.71
Tramo	42.3
Lote 8	34.33
Lote 9	36.25
Lote 10	29.59
Lote 11	33.91
Conexión Salida Distribución	71.09
Embalse	0
Embalse	0

Los resultados del análisis de tuberías en régimen permanente se detallan a continuación en la **Tabla 22**.

Tabla 22 Velocidad y Caudal en tuberías Régimen Permanente

Tabla de Líneas de Conducción y Distribución			
Criterio	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Pérdidas Unitarias (m/km)
Captación-Impulsión	2.22	1.1	78.23
Impulsión- Almacenamiento	2.22	1.95	1585.6
Almacenamiento-Lote 1	0.06	0.21	11.59
Lote1 - Lote 3	0.04	0.14	5.45
Lote3- Lote 4	0.02	0.14	1.52
Almacenamiento-Lote 2	0.04	0.14	5.46
Lote 2 - Lote 5	0.02	0.14	1.51
Almacenamiento - Lote 7	1.03	0.9	76.49
Lote 7 - Lote 8	1.01	0.89	368.8
Lote 8 - Lote 9	0.06	0.05	0.39

Lote 9 - Lote 10	0.04	0.05	0.05
Lote 10 - Lote 11	0.02	0.02	0.05

3.4.3 Simulación en Régimen No Permanente

Se aplicaron los coeficientes de consumo descritos en la **Tabla 1** Variación Porcentual de Consumo Diario, para introducirlos en EpaNET y obtener los resultados de una evaluación dinámica con variaciones de consumo en las 24 horas del día. La evaluación se planteó en los periodos de mayor y menor valor del coeficiente de consumo siendo estos 1.50 y 0.60 respectivamente con la finalidad de constatar la capacidad de operación del sistema cuando se encuentran bajos y altos valores de caudal.

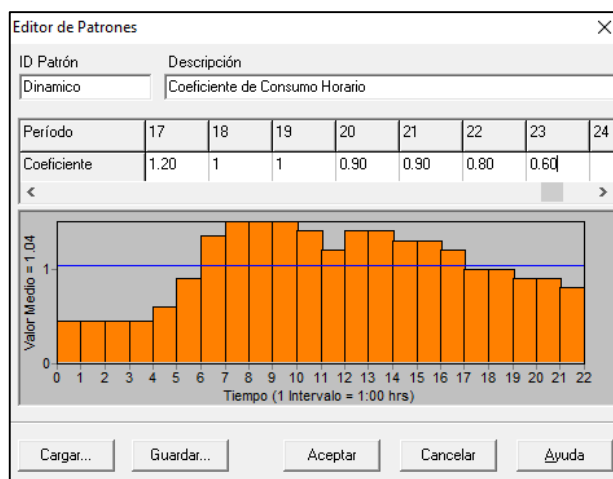


Figura 15 Tabla de Coeficientes de Consumo EpaNET

La evaluación realizada con el coeficiente de mayor consumo constató la capacidad de operación que tiene el sistema con una crecida de caudal durante un periodo de tiempo. Los resultados de presiones en las conexiones se detallan a continuación en la **Tabla 23**.

Tabla 23 Presiones Régimen No Permanente Mayor Consumo

Tabla de Presiones en Conexiones 9:00 am	
Criterio	Presión (m)
Tanque de Captación	0
Entrada a Bomba de Succión	-7.10
Salida de Impulsión	45.92
Tramo	26.10
Tramo	20.44
Tramo	2.36

Tramo	3.85
Almacenamiento	0
Conexión de Ramales	40.00
Lote 2	33.16
Lote 5	27.37
Lote 1	38.50
Lote 3	30.97
Lote 4	38.69
Lote 7	41.62
Tramo	37.52
Tramo	41.73
Tramo	36.23
Lote 8	32.50
Lote 9	33.94
Lote 10	27.09
Lote 11	31.31
Conexión Salida Distribución	41.40
Embalse	0
Embalse	0

Los resultados que otorgó la evaluación de las líneas de conducción en una crecida en el consumo destaca el aumento de la velocidad en las tuberías cuando se encuentra en un periodo de mayor consumo. A pesar del aumento de los valores en varios tramos los últimos lotes del sistema siguen teniendo problemas con la velocidad en la red. Los resultados se muestran a continuación en la **Tabla 24**.

Tabla 24 Caudal y Velocidad Régimen No Permanente Mayor Consumo

Tabla de Líneas de Conducción y Distribución 9:00 am			
Criterio	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Pérdidas Unitarias (m/km)
Captación-Impulsión	2.17	1.07	78.23
Impulsión-Almacenamiento	2.17	1.91	1585.6
Almacenamiento-Lote 1	0.37	1.33	349.67
Lote1 - Lote 3	0.25	1.25	356.5

Lote3- Lote 4	0.13	0.63	106.6
Almacenamiento-Lote 2	0.25	1.25	356.2
Lote 2 - Lote 5	0.13	0.63	106.36
Almacenamiento - Lote 7	0.63	0.55	30.79
Lote 7 - Lote 8	0.50	0.44	20.36
Lote 8 - Lote 9	0.38	0.33	11.95
Lote 9 - Lote 10	0.25	0.22	5.64
Lote 10 - Lote 11	0.13	0.11	1.56

Los resultados durante el periodo de menor consumo ayudan a determinar el comportamiento del sistema cuando conduce bajos caudales. Los resultados de presión en los nodos se presentan a continuación en la **Tabla 25**.

Tabla 25 Presión Nodos Menor Consumo

Tabla de Presiones en Conexiones 1:00 am	
Criterio	Presión (m)
Tanque de Captación	0
Entrada a Bomba de Succión	-7.10
Salida de Impulsión	45.92
Tramo	26.10
Tramo	20.44
Tramo	2.36
Tramo	3.85
Almacenamiento	0
Conexión de Ramales	46.15
Lote 2	43.87
Lote 5	40.24
Lote 1	45.86
Lote 3	41.78
Lote 4	40.45
Lote 7	48.45
Tramo	49.29
Tramo	54.09
Tramo	50.75
Lote 8	48.45
Lote 9	50.33

Lote 10	43.66
Lote 11	47.97
Conexión Salida Distribución	74.44
Embalse	0
Embalse	0

Los resultados evidencian que a menor caudal que se conduce por medio de la red la velocidad es el factor más afectado. Toda la red no supera la velocidad mínima requerida para redes de distribución de agua, las bajas velocidades producen sedimentaciones dentro de las tuberías afectando a la calidad de la misma. Los resultados de las líneas de conducción y distribución se muestran a continuación en la **Tabla 26**.

Tabla 26 Caudal y Velocidad en Tuberías Menor Consumo

Tabla de Líneas de Conducción y Distribución 1:00 am			
Criterio	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Pérdidas Unitarias (m/km)
Captación-Impulsión	2.17	1.07	75.13
Impulsión-Almacenamiento	2.17	1.91	1585.6
Almacenamiento-Lote 1	0.11	0.40	37.60
Lote1 - Lote 3	0.08	0.38	41.52
Lote3- Lote 4	0.04	0.19	11.52
Almacenamiento-Lote 2	0.08	0.38	41.52
Lote 2 - Lote 5	0.04	0.19	11.50
Almacenamiento - Lote 7	0.19	0.17	3.31
Lote 7 - Lote 8	0.15	0.13	2.19
Lote 8 - Lote 9	0.11	0.10	1.29
Lote 9 - Lote 10	0.08	0.07	0.61
Lote 10 - Lote 11	0.04	0.03	0.17

3.4.4 Análisis de resultados

El sistema posee problemas con las velocidades en la mayor parte del sistema. Los valores son variables teniendo como mínimo 0.07 m/s y un máximo de 0.40 m/s durante el periodo de menor consumo, en periodos de mayor consumo también se posee velocidades bajas en los últimos lotes, se puede demostrar que las velocidades aumentan a un mayor consumo, el ingreso de aire a las tuberías es la problemática que enfrenta el sistema si se

puede inferir que no se tiene una sobrepresión considerable que pueda afectar a la tubería se tiene en cuenta que esta elevada presión reduce la velocidad dentro de las tuberías.

La problemática que enfrenta el sistema se produce cuando los caudales llegan a valores muy bajos, viéndose la velocidad afectada considerablemente para toda la red. Estos puntos a corregir son de suma importancia para llegar a obtener valores óptimos de operación y que la calidad del servicio no se vea afectado.

Todos los sistemas que estén muy cercanos a las zonas de bombeo poseen una presión elevada es por eso que el sistema posee altas presiones, pero ninguna supera los límites que rigen en la normativa nacional.

3.5 Plan de mejoras.

3.5.1 Mejoras a la Captación de la Fuente.

La fuente de captación es de tipo manantial por medio de un “ojo de agua”, sin embargo, no posee ningún recubrimiento de protección contra sedimentos por lo cual se ha propuesto la construcción de un sistema de captación de manantial de fondo. Este sistema consta de forma general en una estructura de sección rectangular que se asienta sobre el afloramiento.

Una de las ventajas que posee la construcción de este tipo de captación es que la cámara húmeda también funciona como un sedimentador desde la fuente lo cual reduce la cantidad de material flotante y sedimentable en el sistema, aumenta la calidad del agua de la fuente y previene daños en los sistemas de abastecimiento con bombeo.

3.5.2 Diseño de Captación de Manantial de Fondo.

Ancho de Pantalla

La galería de captación cuenta con un ancho disponible de 0.90 metros y un tramo de 5 metros de pantalla de agua disponibles para la captación.

Altura de la Cámara Húmeda

La altura total se calcula por medio de la **Ecuación 8**. Los resultados se muestran a continuación en la **Tabla 27**.

Tabla 27 Resultados de Altura para Cámara Húmeda

Criterio	Cantidad	Unidad
A	0.10	m
B	0.0508	m
H	0.3	m
E	0.3	m

Se obtiene una altura de 0.75 m la altura disponible en la galería es de 1.40 m por lo cual es adecuada para la implementación de esta cámara

Carga Requerida.

La carga disponible se toma como referencia la cota de la galería de 2625.82 msnm a la cota de llegada al tanque de captación 2622.30 msnm teniendo un total de 3.52 m.c.a. disponibles.

Velocidad de Diseño

La velocidad de diseño planteada se obtiene mediante la expresión **Ecuación 9**.

La velocidad de diseño corresponde al valor de 6.65 m/s

Dimensionamiento de la canastilla

La canastilla debe tener el doble del diámetro de la tubería de salida con un total de 4 pulgadas.

- **Longitud de ranuras**

La longitud de la canastilla toma valores desde 3 veces el diámetro de salida hasta 6 veces el mismo, para el diseño se asume 3 veces el diámetro de salida con un total de 0.16 metros.

- **Área total de ranuras**

El área total de ranuras se obtuvo mediante la expresión **Ecuación 10**.

El área total de las ranuras es de 0.0053 metros.

El área de la ranura promedio es de 0.000035 metros

- **Número de Ranuras**

El número de ranuras se calcula mediante la expresión **Ecuación 11**.

El total de ranuras es de 153 orificios

3.5.3 Diseño de la Canastilla de Recolección

El diseño se realizó por medio del software AutoCAD Civil 3D para una presentación en plano más detallada de la cámara húmeda, aparte de la cámara húmeda se debe implementar una cámara de válvulas en donde se encuentra la llave de paso de la cámara al reservorio.

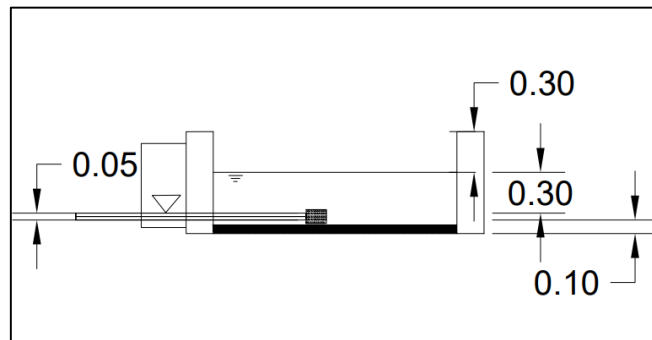


Figura 16 Plano de Canastilla y Cámara Húmeda

3.5.4 Cambios en la Red de Distribución

Se propone cambiar el diámetro de la tubería de distribución de los lotes 7 – 11 siendo esta una única tubería de polietileno de baja densidad de diámetro de 1.5 pulgadas. El reemplazo de esta tubería por un diámetro de 1 pulgada a partir de la salida del lote 7 permite aumentar la velocidad para comprobar los resultados se realizó otra simulación dinámica con el cambio de diámetro arrojando los siguientes resultados detallados en la **Tabla 28** y **Tabla 29**.

Tabla 28 Presiones en Nodos Mejoras al Sistema

Tabla de Presiones en Conexiones Mejoras	
Criterio	Presión (m)
Tanque de Captación	0
Entrada a Bomba de Succión	-7.10
Salida de Impulsión	45.92
Tramo	26.10
Tramo	20.44
Tramo	2.36
Tramo	3.85
Almacenamiento	0
Conexión de Ramales	40.00
Lote 2	33.16

Lote 5	27.37
Lote 1	38.50
Lote 3	30.97
Lote 4	28.69
Lote 7	41.62
Tramo	37.53
Tramo	16.42
Tramo	25.23
Lote 8	16.42
Lote 9	13.21
Lote 10	11.15
Lote 11	12.56
Conexión Salida Distribución	41.40
Embalse	0
Embalse	0

La reducción de presión es considerable para un régimen no permanente en la hora pico de consumo, sin embargo, los valores de presión se encuentran por encima de la normativa y ninguna supera el límite máximo permisible por lo cual la mejora en presiones es la ideal con el cambio de diámetro.

La velocidad aumenta cuando la presión disminuye esto puede ser un problema si es que la presión disminuye considerablemente, para comprobar si el sistema cumple con ambos requisitos se obtuvo los resultados de la simulación en las tuberías de conducción en las mejoras del sistema.

Tabla 29 Caudal y Velocidad en Tuberías Mejoras al Sistema

Tabla de Líneas de Conducción y Distribución Mejoras			
Criterio	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Pérdidas Unitarias (m/km)
Captación-Impulsión	2.17	1.07	75.13
Impulsión- Almacenamiento	2.17	1.91	1585.6
Almacenamiento-Lote 1	0.38	1.33	37.60
Lote1 - Lote 3	0.25	1.25	41.52
Lote3- Lote 4	0.13	0.63	11.52
Almacenamiento-Lote 2	0.25	1.25	41.52

Lote 2 - Lote 5	0.13	0.63	11.50
Almacenamiento - Lote 7	0.63	0.55	3.31
Lote 7 - Lote 8	0.50	0.54	2.19
Lote 8 - Lote 9	0.38	1.47	1.29
Lote 9 - Lote 10	0.25	0.98	0.61
Lote 10 - Lote 11	0.13	0.49	0.17

Al comparar los resultados de las mejoras se puede determinar que el cambio de diámetro resulta en la mejoría en las presiones y en las velocidades del sistema de distribución para esto se tiene previsto el reemplazo por una de mismas características. Los lotes que padecen la problemática de velocidades y presiones se encuentran muy alejados del sistema y el terreno para su implementación no permite introducir maquinaria de trabajo.

3.6 Guía de Operación y Mantenimiento

Las actividades previstas para la guía de operación y mantenimiento que se detalla en el **Anexo 5 Guía de Operación y Mantenimiento**. La guía consta de una serie de actividades detalladas con su frecuencia a realizar para el correcto desarrollo del sistema de abastecimiento y distribución. Esta guía se basa en las estructuras ya existentes sin considerar las mejoras propuestas debido a que se desconoce si estas van a ser implementadas por los encargados de la Junta Administradora de Agua Potable San Antonio de Chillo Jijon. Al ser sistemas con bombas poseen mayor actividad de mantenimiento que un sistema a gravedad, a su vez el consumo energético es mucho más elevado, esto puede recurrir en gastos más elevados de trabajo.

El principal responsable del buen mantenimiento del sistema de abastecimiento es la Junta Administradora de Agua Potable de San Antonio de Chillo Jijón, la cual se encarga de desarrollar los planes de mantenimiento, así como la vigilancia constante a sus sistemas y estructuras para brindar un servicio de calidad las 24 horas del día.

El operador debe poseer las cualidades como vivir dentro de la comunidad, ser usuario, saber leer y escribir, tener más de 18 años y conocimiento previo de las actividades de mantenimiento.

3.6.1 Mantenimiento de Estructuras

Son acciones que se realizan para la prevención o corrección de daños en las obras estructurales que pueden variar según el carácter de las mismas y sus actividades a desarrollar.

- **Preventivo:** este tipo de mantenimiento se realiza de manera periódica con la finalidad de evitar daños estructurales más graves.
- **Correctivo:** este tipo de mantenimiento se realiza cuando ya ha ocurrido algún tipo de daño en la estructura y no permite el funcionamiento adecuado o interrumpe abruptamente las actividades que se desarrollan.

El correcto mantenimiento a todas las infraestructuras hidráulicas presentes a lo largo de la red de abastecimiento y distribución permitirán alargar la vida útil del sistema de captación, sistema de bombeo, y tanqueros, así como asegurar la calidad del agua. Un mal manejo tanto en la falta de operación y mantenimiento de las diferentes estructuras pueden alterar la calidad del agua y por consiguiente puede provocar varias enfermedades como las que se detallan a continuación en la **Tabla 30**.

Tabla 30 Enfermedades de Origen Hídrico

Nombre	Síntomas Principales	Portador
Cólera	Fiebre, diarrea, malestar, anorexia, pulso lento.	Animales domésticos, humanos
Salmonelosis	Fiebre, diarrea, malestar, anorexia, pulso lento.	Animales domésticos, personas enfermas.
Fiebre Tifoidea	Dolores abdominales, fiebre, diarrea, náuseas, vómito.	Humano
Criptosporidiosis	Fiebre, diarrea.	Humano
Shigelosis	Fiebre, diarrea.	Animales domésticos, humanos.
Disenterías	Diarrea, fiebre, vómito, cólico.	Humano
Giardiasis	Asintomática con diarrea	Humano
Hepatitis	Fiebre, náuseas, anorexia, malestar.	Transmitido por mosquitos
Dengue	Fiebre alta y continuo dolor.	Transmitido por saliva y picadura de mosquito.
Malaria	Anemia.	Picadura de mosquito
Esquistosomiasis	Infección.	Se produce en caracoles de agua, se encuentra en canales de irrigación y campos agrícolas

Nombre	Síntomas Principales	Portador
Onchocerciasis	Picazones severos o dermatitis	Desarrollo de moscas negras, picaduras.

3.6.2 Mantenimiento en la fuente de captación

El mantenimiento y conservación de las galerías de captación es un aspecto de suma importancia al ser el primer contacto con el líquido vital que va a ser conducido para su tratamiento.

Las galerías implementadas actualmente poseen muchos fallos que no permiten brindar un servicio adecuado. Se debe considerar el mejoramiento de las galerías como se propone en los planes de mejoras ya que esta estructura es la que posee una mayor problemática en el desarrollo de las actividades.

3.6.3 Mantenimiento de Tanques

Los tanques son las estructuras con menor problema al realizar mantenimiento, son de constitución robusta y se diseñan en base a la cantidad de agua a almacenar es por esto que los tanques solo requieren de pequeñas actividades que no afecten a la calidad del agua.

Las actividades en general se presentan de la siguiente forma:

- Limpieza externa
- Limpieza interna
- Desinfección

Las actividades descritas en la guía de operación y mantenimiento se ven afectas si no se sigue las recomendaciones propuestas en el plan de mejoras. Todos los tanques detectados en el sistema poseen aberturas que permite contacto con el medio exterior volviéndose una fuente de potencial contaminación por medio de partículas, vegetación y fauna en la cercanía. Se propone un sellado total de los tanques para evitar el entorpecimiento de las actividades de mantenimiento.

3.6.4 Mantenimiento de bombas

Para garantizar el suministro de agua potable, es necesario el óptimo estado de los equipos de bombeo, de tal manera el mantenimiento periódico y procedimientos correctos de operación son actividades de suma importancia.

Las fallas en las bombas pueden presentarse por tres factores principales descritos a continuación:

1. **Contaminación:** La bomba puede contaminarse con agentes externos al fluido, o cuando se manipulan los accesorios de la bomba con las manos sucias.
2. **Lubricación incorrecta:** Las bombas necesitan de aceite o grasas para lubricar cojinetes y otros accesorios que sufran fricción.
3. **Desalineación:** La desalineación de la bomba causa vibraciones y desgaste en los cojinetes. Cada bomba debe ser alineada según las indicaciones del fabricante.

3.6.5 Mantenimiento en línea de conducción.

La conducción se realiza por medio de mangueras de polietileno de baja densidad. La tubería implementada no es la más recomendable para la conducción de agua potable, a su vez esta se encuentra asentada sobre la superficie del terreno y queda expuesta a averías producidas por personas ajenas a la junta. Los desperfectos en tuberías de agua potable permiten el ingreso de agentes contaminantes del medio externo. Las tareas de mantenimiento pueden ser solo de simple inspección pero al encontrarse en condiciones desfavorables puede que las actividades se deban realizar con mayor frecuencia a la que se plantea.

3.6.6 Mantenimiento en medidores

Los medidores de agua son accesorios que poseen la cualidad de tener una vida útil muy larga, en muy pocas ocasiones pueden llegar a descalibrarse. La inspección de estos aparatos puede ayudar a evitar cobros incorrectos pero se basa en un contexto más social si se trata de alguno implementado en las actividades posteriores a la distribución domiciliar pero es de relevancia al ser parte de los sistemas de abastecimiento y distribución siempre y cuando estos estén presentes.

4 CONCLUSIONES

- El levantamiento de información del sistema ayudó a dar como evidencia la falta de mantenimiento de las estructuras hidráulicas, todos los tanques empleados en el abastecimiento de agua cuentan con sedimentación considerable esto llega a producir averías en las bombas utilizadas por los sistemas. El manual de mantenimiento y las mejoras propuestas tienen la finalidad de corregir estas falencias encontradas tras la evaluación catastral.
- La red de conducción de agua cruda no presenta problemas en cuanto a condiciones hidráulicas de trabajo. La velocidad de conducción desde el embalse de captación al tanque de almacenamiento cuenta con una velocidad de 1.95 m/s y una presión de trabajo en régimen permanente de 12 metros. Los parámetros tampoco se modifican por la variación de consumo esto se debe a que la captación no se ve afectada por los coeficientes de consumo a lo largo del día
- La simulación hidráulica evidenció los problemas que tiene el sistema cuando existe una crecida o reducción de consumo, esto se debe a que el diseño del sistema no se realizó adecuadamente por lo cual no cumple con los requisitos mínimos para una adecuada operación. Los planes de mejoras buscan evitar estos problemas y corregir desde un principio para una correcta operación en las redes de distribución.
- Los tanques deben estar tapados adecuadamente, manteniendo su respectiva altura de seguridad para evitar contaminación por caída de material o elementos flotantes, las estructuras utilizadas para el embalsamiento de agua en el sistema no cuentan con un cierre, a su vez se puede evidenciar la acumulación de sedimentos. El diseño de la cámara húmeda de captación funciona como un sedimentador por lo cual se espera que la aplicación de esta estructura ayude con el problema de sedimentos en el sistema.
- Los sistemas privados que se encuentran en algunos lotes afectan el desarrollo del sistema de la junta, esto se debe a que los diámetros de tubería, caudales y bombas son diseñados para abastecer a 66 personas, implementar sistemas incluso de mayor capacidad puede afectar a los lotes consiguientes a donde se encuentran estos sistemas privados.
- La velocidad en las redes de distribución presenta valores debajo del límite mínimo permisible de 0.5 m/s por lo cual varias de las redes pueden presentar sedimentos en su interior afectando la calidad del agua. Las actividades descritas en la guía de operación y mantenimiento para líneas de conducción, ayudan a retirar los sedimentos manteniendo las tuberías en estado óptimo de operación.

5 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una evaluación y un correcto diseño antes de implementar un sistema de abastecimiento y distribución. La mala planificación e implementación conlleva con problemas a futuro llegando su costo de reparación a ser incluso el doble del implementado durante la construcción inicial, en favor de evitar esto se debe realizar estudios que permitan dar luz verde al proyecto.
- El mantenimiento de los tanques es una actividad que se debe desarrollar de acuerdo a la tipología del agua, se recomienda hacer ensayos de sólidos debido a que las galerías de captación no cuentan con un recubrimiento que impida el asentamiento de partículas del ambiente. La captación se encuentra en una cueva no protegida por lo cual es susceptible a la contaminación.
- La tubería de distribución de agua debe ser de un mejor material al implementado en el sistema, el polietileno de baja densidad puede llegar a sufrir fugas debido a que no se encuentra enterrada adecuadamente y este material no es el adecuado para ser enterrado debido al poco esfuerzo externo que soporta. El reemplazo de las tuberías debe ser realizado de criterio urgente.
- Los sistemas de bombeo conllevan a un aumento en el gasto de operación y mantenimiento, sin embargo, se evidenció que el sistema no aprovecha la cantidad de agua cruda que se bombea por lo cual las horas de bombeo no son fijas, esto puede resultar un problema al solo ser un único tanque utilizado para distribución y tratamiento. Se recomienda implementar un segundo tanque para almacenar el agua tratada y evitar que el agua cruda sin tratar se filtre al sistema de distribución.
- Los tanques presentes en el sistema de abastecimiento presentan una cantidad considerable de partículas sedimentables y flotantes, se recomienda realizar ajustes a la periodicidad de lavado de los mismos para mantener la calidad del servicio.
- Las galerías de captación no cuentan con una protección de seguridad que impidan el ingreso de animales o insectos, se recomienda la implementación de una mayor protección a la captación como se detalla en varias actividades planteadas en la guía de operación y mantenimiento.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1 INEC, Marzo 2019. [En línea]. Available:
] <https://www.ecuadorenconfias.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2019/Indicadores%20ODS%20Agua%2C%20Saneamiento%20e%20Higiene-2019/3.%20Principales%20resultados%20indicadores%20ASH%202019.pdf>.
- [2 EPMAPS, 2018. [En línea]. Available: <https://www.aguaquito.gob.ec/sistema-de-distribucion/#:~:text=La%20cobertura%20promedio%20del%20servicio,desde%202%E2%80%9D%20hasta%2030%E2%80%9D..>
- [3 GAD Parroquial Amaguaña, «Plan de Desarrollo Y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Amaguaña,» Amaguaña, 2019.
- [4 ARCA, 2018. [En línea]. Available: <http://www.regulacionagua.gob.ec/reunion-con-junta-administradora-de-agua-potable-chillo-jijon/>.
- [5 H. M. Y. Cevallos, 2020. [En línea]. Available:
] <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20815/1/CD%2010337.pdf>.
- [6 OMS, 2016. [En línea]. Available:
] https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines/es/.
- [7 D. Orta y P. Pabon, 2020. [En línea]. Available:
] <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20677/1/CD%2010180.pdf>.
- [8 M. d. L. Cordero y P. Ullauri, «dspace.ucuenca.edu.ec,» 2011. [En línea]. Available:
] <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/747/1/ti874.pdf>.
- [9 D. Cardenas y F. Patiño, «dspace.ucuenca.edu.ec,» 10 2010. [En línea]. Available:
] <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/725/1/ti853.pdf>.
- [1 S. Rodríguez y P. Cisneros, «sswm.info,» 13 08 2020. [En línea]. Available:
0] <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/sistemas-de/sistemas-de-abastecimiento-de-agua/sistemas-de-abastecimiento-de/abastecimiento-comunal-por-bombeo-con-tratamiento>.
- [1 O. Zambrano, «www.academia.edu,» 08 2011. [En línea]. Available:
1] https://www.academia.edu/36121301/OBRAS_DE_CAPTACION_de_OSZ.
- [1 UNATSABAR, «sswm.info,» 2002. [En línea]. Available:
2] https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CEPIS%202002.%20Manual%20de%20dise%C3%B1o%20de%20galerias%20filtrantes.pdf.
- [1 J. R. Bach, «repositorio.undac.edu.pe,» 2015. [En línea]. Available:
3] http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/95/1/T026_43819957_T.pdf.
- [1 S. Portilla y K. Quilachamín, «bibdigital.epn.edu.ec,» 07 2021. [En línea]. Available:
4] <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21909/3/CD%2011396.pdf>.

- [1 L. Bolívar, «repositorio.puce.edu.ec,» 2016. [En línea]. Available:
5] http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13464/BOL%C3%83%20VAR%20PATRICIO%20L%C3%83%20RRAGA%20JURADO_.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [1 NORMA C0 10.7, 2013. [En línea].
6]
- [1 M. J. Mena, «repositorio.uta.edu.ec,» 2016. [En línea]. Available:
7] <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24186/1/Tesis%201065%20-%20Mena%20C%C3%A9spedes%20Mar%C3%ADa%20Jos%C3%A9.pdf>.
- [1 CONAGUA, «sswm.info,» 2018. [En línea]. Available:
8] https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CONAGUA%20s.f.a.%20Dise%C3%B1o%20de%20redes%20de%20distribuci%C3%B3n%20de%20agua%20potable.pdf.
- [1 L. Rossman, «epanet.es,» 10 2012. [En línea]. Available: https://epanet.es/wp-content/uploads/2012/10/EPANET_Manual_Usuario.pdf.
9]
- [2 ITA, «docplayer.es,» 2009. [En línea]. Available: <https://docplayer.es/18420839-Epacad-v1-0-0-desarrollado-por-el-ita-universidad-politecnica-de-valencia-www-ita-upv-es.html>.
0]
- [2 TrackMaker, «www.trackmaker.com,» 20 11 2011. [En línea]. Available:
1] https://www.trackmaker.com/download/ref_guide_esp.pdf.
- [2 Arantec, «www.arantec.com,» 07 2017. [En línea]. Available: <https://www.arantec.com/wp-content/uploads/2017/09/Caudal%C3%ADmetro-ultrasonidos-portatil.pdf>.
2]
- [2 Secretaria del Agua, «Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, 3] Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Área Rural,» Quito, 2015.
- [2 Comisión Nacional de Agua, «Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento,» 4] Mexico, 2016.
- [2 Organización Panamericana de Salud, «Guía de diseño y construcción de captación de 5] manantiales.,» Lima, 2004.
- [2 TRAXCO, «Traxco,» 3 Enero 2020. [En línea]. Available:
6] <https://www.traxco.es/blog/tecnologia-del-riego/problemas-en-bombas-de-agua>.
- [2 L. Carvajal, Metodología de la Investigación Científica. Curso general y aplicado, 28 ed., 7] Santiago de Cali: U.S.C., 2006, p. 139.

7 ANEXOS

- ANEXO 1 CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD
- ANEXO 2 INFORME GENERADO HERRAMIENTA TURNITIN
- ANEXO 3 FORMATO ESTANDAR DE FICHA CATASTRAL
- ANEXO 4 FICHAS CATASTRALES
- ANEXO 5 GUÍA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
- ANEXO 6 ENLACE DE SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS
- ANEXO 7 SOFTWARE EPANET
- ANEXO 8 DATOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
- ANEXO 9 PLANOS LONGITUDINALES DE LA RED
- ANEXO 10 PLANOS CÁMARA HÚMEDA

ANEXO I
CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

Quito, D.M. 23 de febrero de 2022

De mi consideración:

Yo, PATRICIA PANCHI JIMA, en calidad de Directora del Trabajo de Integración Curricular titulado: EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE DE SAN ANTONIO DE CHILLO JIJÓN AMAGUAÑA, asociado al proyecto: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE DE SAN ANTONIO DE CHILLO JIJÓN AMAGUAÑA, elaborado por el estudiante CRUZ VELA JOEL ALEJANDRO de la carrera en TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL, certifico que he empleado la herramienta Turnitin para la revisión de originalidad del documento escrito completo, producto del Trabajo de Integración Curricular indicado.

El documento escrito tiene un índice de similitud del 9 %.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo el interesado hacer uso del presente documento para los trámites de titulación.

NOTA: Se adjunta el informe generado por la herramienta Turnitin.

Atentamente,



Ing. Patricia Panchi Jima, Mgtr

Docente

Escuela de Formación de Tecnólogos

ANEXO 2
INFORME GENERADO HERRAMIENTA TURNITIN

RevFinal_Cruz,Alejandro

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	8%	2%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	1%
2	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	1%
4	1library.co Fuente de Internet	1%
5	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
6	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
8	qdoc.tips Fuente de Internet	<1%


ANEXO 3
FORMATO DE FICHA CATASTRAL

ANEXO 3 TABLA 1 Formato Estándar de Ficha Catastral

CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE SAN ANTONIO DE CHILLO JIJÓN AMAGUAÑA					
DESCRIPCIÓN					
COORDENADAS UTM	X		Y		Z
LOCALIZACIÓN	VÍA	TIERRA	ASFALTO	CONCRETO	OTRO
CARACTERÍSTICAS					
MEDIDAS	ANCHO				
	ALTO				
DIÁMETRO					
MATERIAL					
TIPO DE UNIÓN	BRIDA	SOLDADURA	MECÁNICA	ROSCADA	OTRO
INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN					
OBSERVACIONES					
CONTROL, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
FUNCIONA	SI				
	NO				
FIRMA		FECHA			
FOTOGRAFÍA					

ANEXO 4
FICHAS CATASTRALES

ANEXO 4 Tabla 1 Catastro Segundo Tanque de Captación

CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE SAN ANTONIO DE CHILLO JIJÓN AMAGUAÑA				
DESCRIPCIÓN	TANQUE SUPERFICIAL DE CAPTACIÓN			
UBICACIÓN	NORTE 9960944.572	ESTE 778311.717	COTA 2650.064	
ASENTAMIENTO	VÍA	TIERRA	ASFALTO	CONCRETO
		X		
CARACTERÍSTICAS				
MEDIDAS	ANCHO	1.40 m		
	ALTO	1 m		
	LARGO	2.34 m		
DIÁMETRO	No aplica			
MATERIAL	Hormigón			
TUBERÍA	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Pulgadas PVC (entrada) • 4 Pulgadas PVC (paso de caudal) • 2 Pulgadas Hierro (purga) 			
INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN	Tanque alimentado por la salida del tanque de captación receptor del caudal de la fuente de abastecimiento			
OBSERVACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de sedimentos en el fondo del tanque • Compuerta y entrada de tubería sin un cerramiento adecuado • Presencia de insectos y vegetación asentada en los cerramientos y superficie del tanque. 			
CONTROL, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				
FUNCIONA	SI	X		
	NO			
FIRMA		FECHA		
FOTOGRAFÍA				
				


ANEXO 4 Tabla 2 Catastro Primer Tanque de Captación

CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE SAN ANTONIO DE CHILLO JIJÓN AMAGUAÑA					
DESCRIPCIÓN	TANQUE SUPERFICIAL DE CAPTACIÓN				
UBICACIÓN	NORTE 9960944.572	ESTE 778311.717	COTA 2650.064		
ASENTAMIENTO	VÍA	TIERRA	ASFALTO	CONCRETO	OTRO
			X		
CARACTERÍSTICAS					
MEDIDAS	ANCHO	1.4			
	ALTO	1.1 m			
	LARGO	2.8 m			
DIÁMETRO	No aplica				
MATERIAL	Ladrillo y Hormigón				
TUBERÍA	<ul style="list-style-type: none"> • 2 pulgadas PVC (entrada) • 2 pulgadas PVC (unión) • 2 pulgadas PVC (succión) • 2 pulgadas Hierro (purga) 				
INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN	Tanque receptor de la fuente de abastecimiento controlado por una llave de paso, sensor de nivel accionado por la bomba de succión.				
OBSERVACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de sedimentos en el fondo del tanque <ul style="list-style-type: none"> • Tanque no recubierto • Presencia de insectos y vegetación recubriendo el tanque 				
CONTROL, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
FUNCIONA	SI	X			
	NO				
FIRMA		FECHA			
FOTOGRAFÍA					
					


ANEXO 4 Tabla 3 Catastro Tanque de Almacenamiento

CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE SAN ANTONIO DE CHILLO JIJÓN AMAGUAÑA					
DESCRIPCIÓN	TANQUE SUPERFICIAL DE ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO				
UBICACIÓN	NORTE 9960944.572	ESTE 778311.717	COTA 2650.064		
ASENTAMIENTO	VÍA	TIERRA	ASFALTO	CONCRETO	OTRO
			X		
CARACTERÍSTICAS					
MEDIDAS	ANCHO	No aplica			
	ALTO	1.60 m			
	LARGO	No aplica			
DIÁMETRO	1.55 m				
MATERIAL	Polietileno Lineal de Baja Densidad Multicapa				
ACCESORIOS Y TUBERIA	<ul style="list-style-type: none"> • Flotador de Nivel • Conexión • 2 pulgadas Hierro (purga) • 2 pulgadas Polietileno (salida) • 2 pulgadas Polietileno (entrada) 				
INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN	Tanque de almacenamiento utilizado para tratamiento de agua de consumo.				
OBSERVACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque no sellado correctamente en la entrada de agua <ul style="list-style-type: none"> • Presencia de partículas flotantes en el tanque • Polvo y tierra asentados en la capa exterior del tanque 				
CONTROL, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
FUNCIONA	SI	X			
	NO				
FIRMA		FECHA			
FOTOGRAFÍA					
					

ANEXO 4 Tabla 4 Catastro Bomba de Impulsión

CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE SAN ANTONIO DE CHILLO JIJÓN AMAGUAÑA					
DESCRIPCIÓN	BOMBA DE SUCCIÓN				
UBICACIÓN	NORTE 9960944.572	ESTE 778311.717		COTA 2650.064	
ASENTAMIENTO	VÍA	TIERRA	ASFALTO	CONCRETO	OTRO
		X			
CARACTERÍSTICAS					
MEDIDAS	ANCHO	1.2 m (caseta)			
	ALTO	1.48 m (caseta)			
	LARGO	1.50 m (largo)			
DIÁMETRO	No aplica				
MATERIAL	No aplica				
ACCESORIOS Y TUBERIA	<ul style="list-style-type: none"> Sistema eléctrico Rejilla de protección 2 pulgadas PVC (entrada) 1.5 pulgadas Polietileno (salida) 				
INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN	Bomba accionada por sensor de nivel.				
OBSERVACIONES	<ul style="list-style-type: none"> Presencia de vegetación Polvo y tierra acumulados sobre la bomba 				
CONTROL, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
FUNCIONA	SI	X			
	NO				
FIRMA		FECHA			
FOTOGRAFÍA					
					

ANEXO 4 Tabla 5 Catastro Bomba de Distribución

CATASTRO DE ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE SAN ANTONIO DE CHILLO JIJÓN AMAGUAÑA				
DESCRIPCIÓN	BOMBA DE DISTRIBUCIÓN CON SISTEMA HIDRONEUMÁTICO			
UBICACIÓN	NORTE 9960944.572	ESTE 778311.717		COTA 2650.064
ASENTAMIENTO	VÍA	TIERRA	ASFALTO	CONCRETO
		X		
CARACTERÍSTICAS				
MEDIDAS	ANCHO	No aplica		
	ALTO	No aplica		
	LARGO	No aplica		
DIÁMETRO	No aplica			
MATERIAL	No aplica			
ACCESORIOS Y TUBERÍA	<ul style="list-style-type: none"> Tanque de Presurización de Trabajo de 30 – 50 PSI 			
INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN	Bomba accionada por sistema hidroneumático			
OBSERVACIONES	<ul style="list-style-type: none"> No existe protección de la bomba 			
CONTROL, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				
FUNCIONA	SI	X		
	NO			
FIRMA		FECHA		
FOTOGRAFÍA				
				

ANEXO 5
GUÍA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

GUÍA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE “SAN ANTONIO DE CHILLO JIJÓN AMAGUAÑA”



**DESARROLLADO POR:
JOEL ALEJANDRO CRUZ VELA**

DMQ, febrero 2022

1. PRESENTACIÓN

La presente guía permitirá la programación de las tareas para la operación y el mantenimiento, así como las principales tareas que debe realizar el operador para manejar y mantener el sistema de agua potable.

La guía va dirigida para los operadores del sistema de abastecimiento, con el fin de lograr capacidades y conocimientos necesarios relacionados al cuidado, operación y mantenimiento preventivo de los sistemas para la realización de reparaciones de forma oportuna y anticipada cuando los sistemas lo requieran.

Toda la población deberá ser parte activa del proyecto, esto incluye a líderes de la comunidad, ya que de esta manera se asegura el correcto funcionamiento del sistema de distribución, preservando la calidad del agua y la salud de la población.

2. INTRODUCCIÓN

La elaboración de la guía de operación y mantenimiento de sistema de agua potable, es el resultado final de la toma de datos de toda la red de distribución de la Junta Administradora de Agua Potable de San Antonio de Chillo Jijón – Amaguaña. Se realizó varias visitas a la junta con el fin de recabar información de fallas presentes en el sistema de agua potable, toma de fotografías, evaluación del sistema y verificación de información en guías nacionales e internacionales.

En esta guía se detallará con claridad todas aquellas actividades que se deben realizar para que el operario pueda mantener el sistema de abastecimiento de agua, con la finalidad de mantener la vida útil de los sistemas, prevenir daños futuros y garantizar la sostenibilidad de los mismos. El sistema debe cumplir con las normativas establecidas en el país, las cuales son: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA) Libro VI, Anexo 1, Tabla 2. (Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieren desinfección); la Norma INEN 1108:2020 para agua potable; y, NORMA CO 10.7 – 602 para diseños de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural.

3. OBJETIVOS

3.1. General

Encaminar tanto a la Junta Administradora de Agua Potable como a los operadores encargados a un correcta operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

3.2. Específicos

- Orientar a los operadores al progreso de habilidades y conocimientos para dar solución a los problemas que se presentan en el sistema de abastecimiento de agua potable.
- Proporcionar a los operadores del sistema, procedimientos básicos que sirvan como ayuda para solucionar daños y realizar mantenimientos preventivos dentro del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Informar los beneficios de poseer agua potable y la importancia de su cuidado.

4. METODOLOGÍA

El correcto mantenimiento a todas las infraestructuras hidráulicas presentes a lo largo de la red de abastecimiento y distribución permitirán alargar la vida útil del sistema de captación, sistema de bombeo, y tanques, así como asegurar la calidad del agua. Un mal manejo del agua tanto en la falta de operación y mantenimiento de las diferentes estructuras pueden alterar el índice de calidad del agua por consiguiente puede provocar varias enfermedades que se presentan a continuación en la **Tabla 1**.

Tabla 31 Principales enfermedades transmitidas por el agua

Nombre	Síntomas Principales	Portador
Cólera	Fiebre, diarrea, malestar, anorexia, pulso lento.	Animales domésticos, humanos
Salmonelosis	Fiebre, diarrea, malestar, anorexia, pulso lento.	Animales domésticos, personas enfermas.
Fiebre Tifoidea	Dolores abdominales, fiebre, diarrea, náuseas, vómito.	Humano
Criptosporidiosis	Fiebre, diarrea.	Humano
Shigelosis	Fiebre, diarrea.	Animales domésticos, humanos.
Disenterías	Diarrea, fiebre, vómito, cólico.	Humano
Giardiasis	Asintomática con diarrea	Humano
Hepatitis	Fiebre, náuseas, anorexia, malestar.	Transmitido por mosquitos
Dengue	Fiebre alta y continuo dolor.	Transmitido por saliva y picadura de mosquito.

Nombre	Síntomas Principales	Portador
Malaria	Anemia.	Picadura de mosquito
Esquistosomiasis	Infección.	Se produce en caracoles de agua, se encuentra en canales de irrigación y campos agrícolas
Onchocerciasis	Picazones severos o dermatitis	Desarrollo de moscas negras, picaduras.

5. Responsables

El principal responsable del buen mantenimiento del sistema de abastecimiento es la Junta Administradora de Agua Potable de San Antonio de Chillo Jijón, la cual es la encargada de designar el personal responsable de la operación y mantenimiento de las instalaciones de dicho sistema.

El operador debe cumplir con requisitos como vivir dentro de la comunidad, ser usuario, saber leer y escribir, tener más de 18 años y conocer acerca de las actividades de interés comunal.

6. Tipos de mantenimiento

El mantenimiento son acciones que se realizan para prevenir o corregir daños en las obras del sistema de abastecimiento de agua potable para que este siga funcionando correctamente se presentan dos tipos de mantenimiento:

- **Preventivo:** este tipo de mantenimiento se realiza antes de que las obras del sistema de agua potable sufran algún daño y así evitar problemas a futuro.
- **Correctivo:** este tipo de mantenimiento se realiza cuando ya ha ocurrido algún tipo de daño en las obras del sistema de agua potable a causa de accidentes o desgastes de la instalación y es necesario una reparación inmediata. Además, permitirá garantizar la vida útil del sistema y disminuir los gastos de reparaciones.

6.1 Mantenimiento en la fuente de captación

El mantenimiento y conservación de las galerías de filtración es un aspecto de suma importancia ya que permitirá garantizar el funcionamiento adecuado de la captación.

Antes de dar mantenimiento a las galerías, es necesario suspender el suministro de agua a la población y aprovechar el tiempo de sequía.

Tabla 32. Mantenimiento a las galerías de filtración.

Frecuencia	Actividad
Inmediatamente	Instalar una compuerta inoxidable en la entrada de las galerías para evitar el ingreso de animales, que evitará la contaminación fecal y la reducción de nutrientes como fosfatos.
Continuamente	Identificar acumulación de hojas o cualquier otro residuo presente en la entrada y camino hacia las galerías de filtración
	Identificar cambios visibles en la calidad del agua como color, turbiedad y olor.
	Realizar la revisión de la estructura para encontrar fugas, daños o deterioro de la infraestructura como tuberías y paredes de galerías.
Cada 3 meses	Limpiar el interior de las galerías, de escombros y cualquier otro agente ajeno.
	Verificar que la tubería que capta el agua de las galerías se encuentre limpia y libre de fugas.
Cada 6 meses	Observar si existe presencia de derrumbes de tierra u otros cambios en el suelo. De ser el caso limpiar de inmediato.
Cada dos años	Se debe realizar una inspección técnica para evaluar el estado de las galerías y del forro. Debido a la existencia de manganeso esta provoca la acumulación de bacterias fijadoras en las tuberías, estas sustancias pueden ser removidas con la adición de la solución de ácido clorhídrico al 5 o 10 %, seguido de pistoneo o inyección de aire comprimido. Se distribuye el ácido a lo largo de los tramos de la galería por medio de una tubería plástica perforada de ½ pulgada de diámetro, seguidamente se inyecta aire y se mezcla el ácido con el agua acumulada en la tubería. El aire se inyecta con un compresor y el tiempo de contacto del ácido con las tuberías debe ser de 8 horas. Una vez cumplido este periodo se debe eliminar el agua mediante bombeo de agua hasta regular el pH.
Observaciones	Comprobar si existe presencia de insectos y animales de gran tamaño que contaminen la fuente de captación.
	Dejar registro escrito de todas las actividades de mantenimiento de la fuente de captación.
	Informar a la JAAP sobre actividades realizadas y sobre cualquier novedad o daño que no se haya podido reparar.

6.2 Mantenimiento en tanqueros de captación

Para realizar de el mantenimientos de los tanques de captación se debe abrir la válvula de salida y realizar la limpieza externa.

Limpieza externa

- Limpiar piedras, hojas y malezas de las zonas aledañas a la captación
- Limpiar la salida de la tubería de desagüe

Una vez realizada la limpieza externa se realiza la limpieza interna

- Cerrar la válvula de salida
- Remover la tierra que se encuentra en el fondo
- Limpiar con escobilla la suciedad del piso, paredes y accesorios
- Bladear y dejar que el agua salga eliminando toda la suciedad

Desinfección

Con la limpieza interna solo se limpia la suciedad por lo que se debe desinfectar los tanques para matar microbios. Esto se debe efectuar una vez que se realizó las reparaciones de las instalaciones descritas en la **Tabla 3**.

Para desinfectar se necesita lo siguiente:

- Hipoclorito de calcio al 5 – 15 %
- Un balde
- Una cuchara sopera
- Un trapo
- Guantes de jefe para operador
- Escobilla

Pasos a seguir:

- Primero se debe echar 6 cucharadas soperas con hipoclorito de calcio al 5 - 15 % en un balde con 10 litros de agua y mezclar bien hasta disolver.
- Con la mezcla y un trapo se frota accesorios, paredes internas y piso.
- Después se debe dejar que se llene nuevamente los tanques de captación y colocar 13 cucharadas soperas de cloro al 30 – 35 % en un balde con 10 litros de agua. Cuando esta mezcla se disuelva completamente se coloca en el tanque lleno y debe esperar aproximadamente 2 horas.
- Pasado este tiempo abrir la válvula para eliminar los residuos.
- Cerrar válvula y esperar a que se llene los tanques.
- Poner en marcha nuevamente la captación.

Nota: Una cuchara sopera es igual a 10 gramos de hipoclorito al 30%.

Tabla 33. Mantenimiento a tanques de captación.

Frecuencia	Actividad
Inmediatamente	<ul style="list-style-type: none"> Colocar una cubierta impermeable en cada tanque de captación que evite el ingreso de polvo, insectos y de cualquier otro agente externo que pueda contaminar el agua cruda. Y colocar mortero impermeable en las paredes de los tanqueros.
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> Girar las válvulas para que estas no se endurezcan. Girar 1/4 de vuelta hacia la izquierda y derecha.
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> Limpiar piedras y malezas presentes en la zona cercana a los tanques. Limpiar la tubería de desagüe.
Semestral	<ul style="list-style-type: none"> Limpiar y desinfectar instalaciones. Si hay presencia de fugas o gritas, reparar la parte dañada utilizada igual cantidad de cemento y arena. Proteger con pintura anticorrosiva la válvula de control.
Anual	<ul style="list-style-type: none"> Pintar elementos metálicos con pintura anticorrosiva (tapas, válvulas de control, etc.). Pintar paredes exteriores y techo de la captación

6.3 Mantenimiento tanque de almacenamiento

Limpeza interna

- Cerrar la llave de paso para suspender la alimentación de agua al tanque de almacenamiento.
- Una vez suspendido el suministro de agua, se coloca desinfectante en el tanque para limpiar.
 - Opción 1: disolver 2.8 gramos de cloro activo al 70 % en 20 litros de agua.
 - Opción 2: Hipoclorito de sodio al 15 %.
 - Opción 3: Sales de amonio cuaternario al 2.5 % en 10 litros de agua.

Nota: Por ningún motivo utilizar detergentes en polvo.

- Con un trapo limpio impregnar la solución desinfectante en las paredes del tanque, dejar actuar por una hora, concluido este tiempo enjuagar con abundante agua.
- Se vacía el agua mediante bombas extractoras o por válvula de desagüe.
- Antes de iniciar el llenado del tanque, se verifica el correcto funcionamiento del flotador y las válvulas de cierre. Finalmente se procede a llenarlo.

Tabla 34 Mantenimiento de Tanque de Almacenamiento

Frecuencia	Actividad
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> • Maniobrar las válvulas de entrada y salida para mantenerlas operativas y no se atasquen.
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar piedras y malezas presentes en la zona cercana al tanque de almacenamiento. • Limpiar el exterior de la tubería, así como válvulas y accesorios.
Semestral	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar y desinfectar el reservorio. • Verificar estado de tuberías. • Proteger con pintura anticorrosiva las válvulas de control.
Anual	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener con pintura anticorrosiva todos los elementos metálicos.

6.4 Mantenimiento de bombas

Para garantizar el suministro de agua potable, es necesario el óptimo estado de los equipos de bombeo, de tal manera el mantenimiento periódico y procedimientos correctos de operación son actividades de suma importancia.

Las fallas en las bombas pueden presentarse por tres factores principales descritos a continuación:

4. **Contaminación:** La bomba puede contaminarse con agentes externos al fluido, o cuando se manipulan los accesorios de la bomba con las manos sucias.
5. **Lubricación incorrecta:** Las bombas necesitan de aceite o grasas para lubricar cojinetes y otros accesorios que sufran fricción.
6. **Desalineación:** La desalineación de la bomba causa vibraciones y desgaste en los cojinetes. Cada bomba debe ser alineada según las indicaciones del fabricante.

Tabla 35. Mantenimiento para bombas.

Frecuencia	Actividad
Diaria	Realizar limpieza de bombas para evitar acumulación de tierra
	Encender y apagar el equipo de bombeo según programación establecida
	Cebas equipos de bombeo, colocando agua para que no arranque en vacío
Observaciones	Comprobar si hay acceso a la captación de personas ajenas, ganado u otros animales
	Realizar un registro escrito de todas las actividades de mantenimiento realizados
	Informar al administrador de la Junta Administradora de Agua sobre las actividades realizadas y sobre cualquier novedad o daño que no se ha podido solucionar

6.5 Mantenimiento en línea de conducción.

Tabla 36 Mantenimiento de Líneas de Conducción

Frecuencia	Actividad
Diaria	<ul style="list-style-type: none"> Revisar las tuberías para detectar fugas y daños y reparar de inmediato. Limpiar el área cercana a la línea de conducción como hojas, ramas, maleza. Con el fin de facilitar inspección. Verificar que las válvulas estén funcionando correctamente y reparar de inmediato
Cada mes	<ul style="list-style-type: none"> Drenar las tuberías para eliminar sedimentos e incrustaciones que se hayan acumulado. Cubrir y proteger con tierra los tramos en que la tubería se encuentre expuesta.
Cada año	<ul style="list-style-type: none"> En caso de daño o fuga en la línea se debe detener el proceso de conducción. Se deberá cortar la parte dañada de la tubería, colocar una unión de acuerdo al diámetro de la tubería en la parte extraída. Finalmente se debe iniciar el proceso y verificando que no existan fugas en la unión instalada
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> Registrar todas las actividades de mantenimiento realizadas en las tuberías de aducción y conducción.

6.6 Mantenimiento en medidores

Tabla 37 Mantenimiento en Medidores

Frecuencia	Actividad
Cada vez que se realice la lectura	<ul style="list-style-type: none"> Revise que no existan fugas, si las hay reparar o programar reparación. Verifique que el medidor registre el consumo. Revise que no haya deterioro del medidor. Si se presenta una anomalía debido al deterioro del medidor, programe su retiro para llevarlo a reparación e instale un medidor provisional. Si se debe a fugas al interior de la vivienda, recomiende al usuario/a que las corrija.
Cada dos años	<ul style="list-style-type: none"> Hacer mantenimiento preventivo al medidor. De ser necesario calíbrelo.
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> Dejar un registro escrito de todas las actividades de mantenimiento en red de distribución Informar a la JAAP sobre las actividades realizadas y sobre cualquier novedad o daño.

7. RECOMENDACIONES

- Aislar con cintas de seguridad las zonas de intervención, colocar avisos de seguridad.

- Instalar un cerco perimétrico para evitar que personas y animales puedan dañar las estructuras y reparar cuando sea necesario.
- Contar con lugar adecuado y aislado para el acopio de equipos, elementos e insumos requeridos para el mantenimiento.
- Proteger tuberías del tanque de almacenamiento con una malla para evitar la entrada de animales pequeños.
- Para los tanques de captación debe tener una adecuada protección para evitar contaminación del agua. Instalar una tapa sanitaria provista de un seguro para evitar que personas ajenas la retiren.

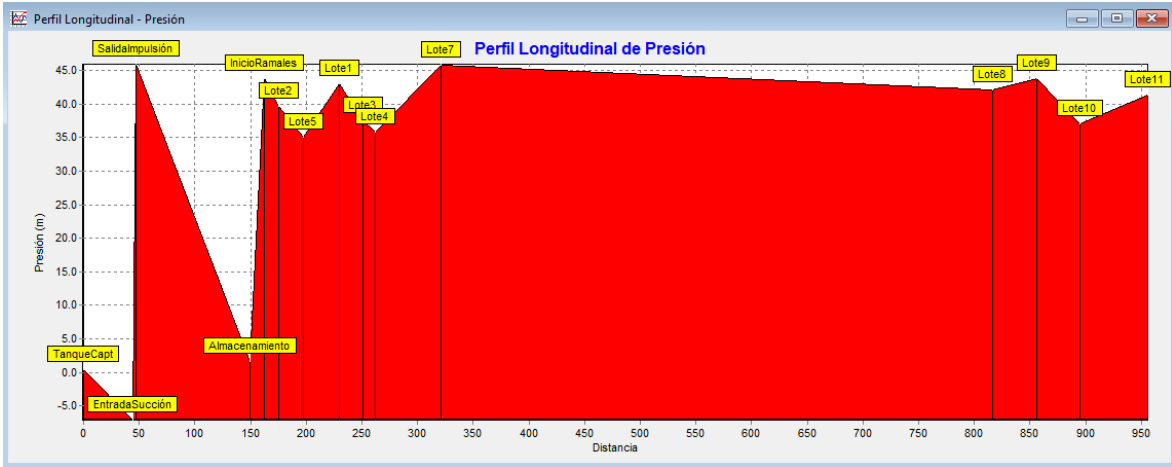
ANEXO 6
ENLACE DE SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS

La socialización de resultados a los miembros de la Junta Administradora de Agua Potable San Antonio de Chillo Jijón se realizó exitosamente el día, 22 de febrero de 2022, por medio de una reunión programada a través de la plataforma de videoconferencias ZOOM Meetings, en el cual se hizo la entrega de la Guía de Operación y Mantenimiento presente durante el desarrollo del componente: EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA EXISTENTE DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PERTENECIENTE A LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE DE SAN ANTONIO DE CHILLO JIJÓN-AMAGUAÑA.

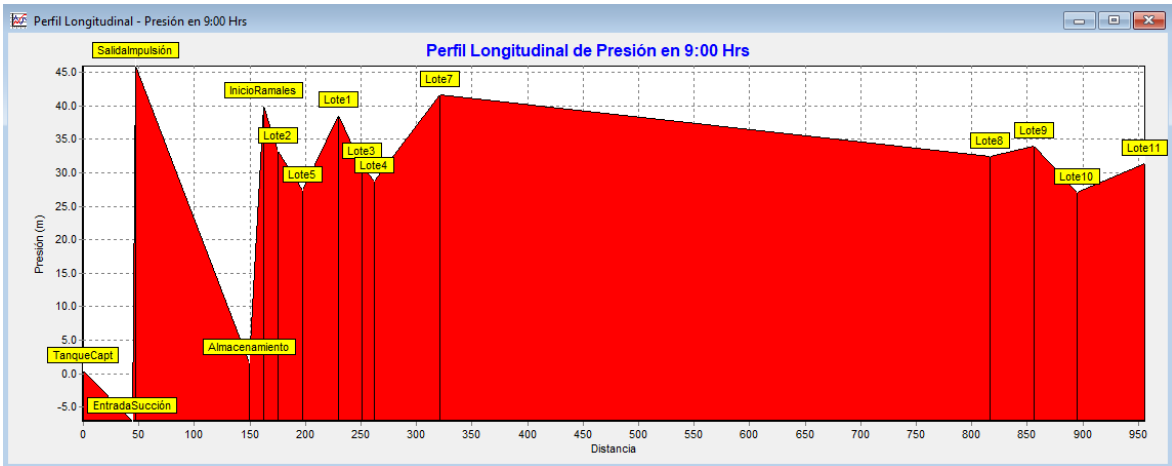
Adjunto se encuentra el enlace de constancia de la reunión realizada.

https://epnecuador-my.sharepoint.com/:v/g/personal/joel_cruz_epn_edu_ec/EQAreO2CXxdBi8p9zEK_A9eIBTT661TPTgY9nSQzVEXw6cw?e=cBPwOb

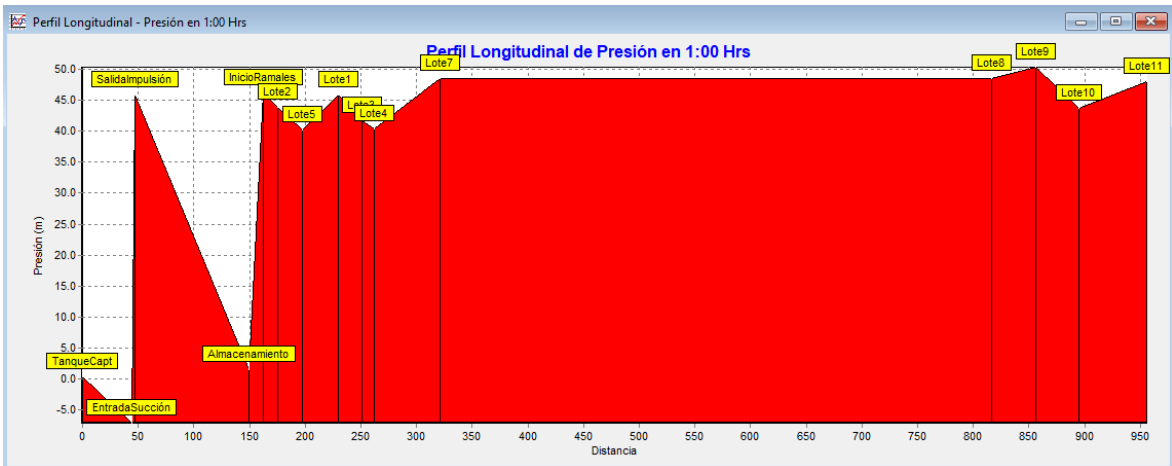
ANEXO 7
SOFTWARE EPANET



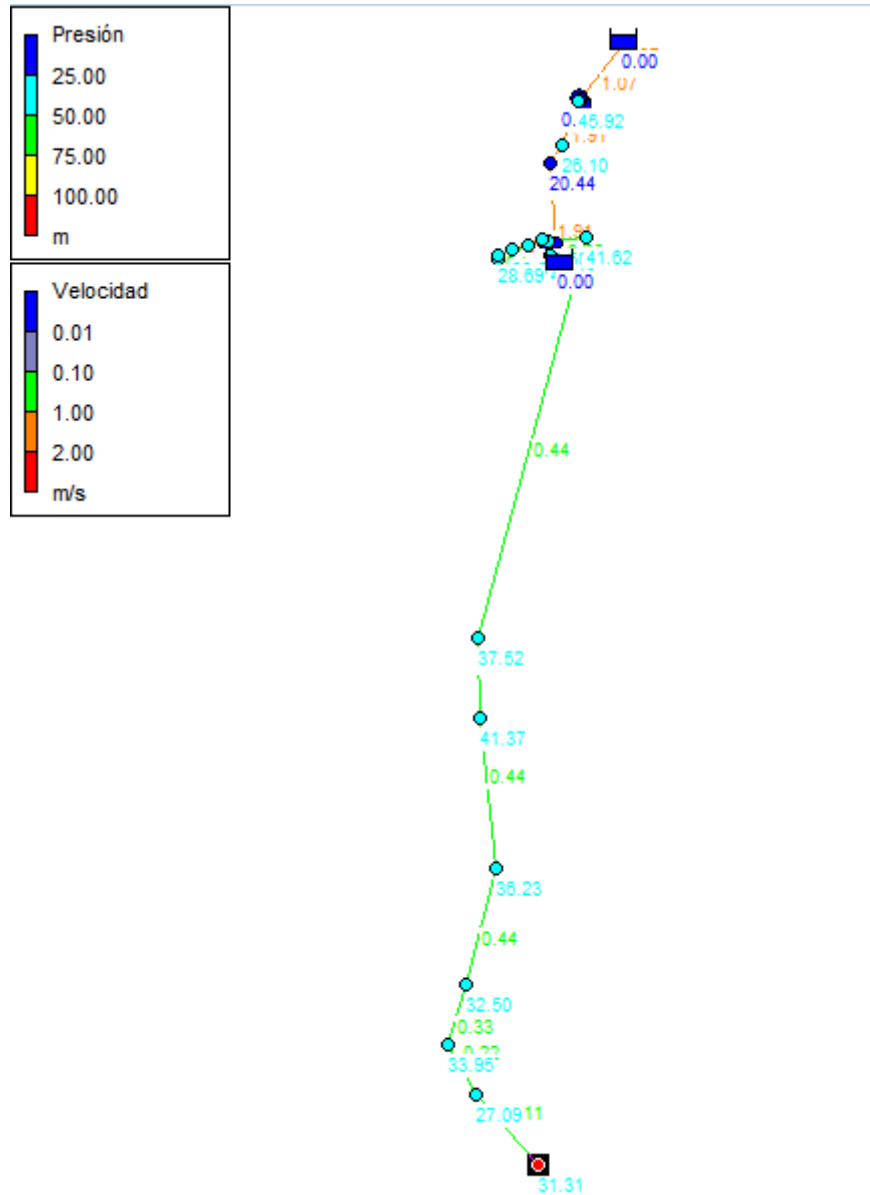
ANEXO 7 Figura 1 Perfil de Presión Régimen Permanente



ANEXO 7 Figura 2 Perfil de Presión Régimen No Permanente en Mayor Consumo



ANEXO 7 Figura 3 Perfil de Presión Régimen No Permanente en Menor Consumo



ANEXO 7 Figura 4 Mapa de la Red Simulación Dinámica EpaNET

ANEXO 8
DATOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

#Punto, Norte, Este, Cota, Descripción
1,9961094.3510,778382.2260,2625.2400,
2,9961093.9330,778383.0560,2623.8800,
3,9961094.6840,778384.9240,2623.8900,
4,9961091.2060,778387.5270,2623.3900,
5,9961090.7240,778386.1740,2623.8700,
6,9961087.8010,778391.8300,2622.8300,
7,9961084.2860,778392.3800,2622.6600,
8,9961084.7430,778385.8450,2622.7000,
9,9961085.7270,778381.8780,2623.2700,
10,9961083.4540,778382.5870,2622.7400,
11,9961081.9240,778385.2750,2623.4600,
14,9961079.5500,778383.5100,2625.3300,
15,9961076.4430,778383.7700,2625.9100,
16,9961071.2790,778379.6430,2626.4200,
17,9961069.0730,778378.3720,2626.6900,
18,9961063.1300,778371.0420,2626.7800,
19,9961060.5350,778367.6990,2626.7700,
20,9961054.8320,778365.4950,2626.7600,
21,9961048.8420,778364.6340,2626.7300,
22,9961047.1080,778364.4380,2630.2100,
23,9961046.2080,778363.9890,2630.1100,
24,9961041.2020,778357.9940,2630.2100,
25,9961037.2150,778357.4710,2630.3100,
26,9961033.4760,778364.4340,2632.1900,
27,9961032.5660,778367.0570,2634.4100,
28,9961027.9960,778361.3050,2636.0300,
29,9961026.7540,778359.5590,2637.8100,
30,9961024.5180,778362.3590,2640.4600,
31,9961021.7170,778362.9560,2639.9000,
32,9961017.8940,778373.2610,2637.8200,
33,9961015.7300,778385.5090,2636.5600,
34,9961014.9770,778391.9410,2635.5600,
35,9961016.0450,778387.5170,2635.6400,
36,9961016.8070,778380.9910,2636.6000,
37,9961018.3020,778374.0180,2638.2600,
38,9961018.6370,778369.9750,2638.8200,
39,9961018.4620,778363.8980,2639.3400,
40,9961019.2720,778353.4610,2640.3900,
41,9961019.0980,778345.6190,2641.3500,
42,9961018.8220,778335.8630,2642.7600,
43,9961018.3700,778327.3670,2643.8300,
44,9961016.7960,778316.8080,2644.6700,
45,9961015.1400,778305.0160,2645.7000,

46,9961014.4820,778302.8320,2645.6700,
47,9961012.9360,778291.3200,2646.1600,
48,9961010.8800,778280.6680,2646.6900,
49,9961006.7380,778269.0530,2647.2600,
50,9961002.2330,778261.2840,2647.2200,
51,9960998.0150,778258.9400,2649.2400,
52,9960991.0240,778252.6740,2650.4000,
53,9960989.2650,778244.0570,2651.7800,
54,9960990.1100,778237.4000,2652.3200,
55,9960989.1450,778238.7910,2652.3300,
56,9960987.6320,778243.9440,2652.0700,
57,9960987.1670,778250.9920,2650.9800,
58,9960987.8890,778254.5220,2650.4000,
59,9960996.3530,778264.8020,2648.8500,
60,9961004.3540,778274.2800,2647.5600,
61,9961008.5330,778285.7460,2646.6800,
62,9961011.0610,778299.2830,2646.2700,
63,9961014.3850,778316.1350,2644.8800,
64,9961015.9030,778326.5360,2643.4900,
65,9961014.8980,778339.6240,2641.9000,
66,9961006.5230,778346.2220,2641.5600,
67,9961004.7980,778347.1460,2641.5700,
68,9961002.8780,778348.3500,2641.5800,
69,9960996.8770,778352.6610,2641.9800,
70,9960984.4760,778359.2490,2641.9100,
71,9960975.0910,778362.3080,2641.8100,
72,9960967.7920,778363.2490,2641.8800,
73,9960963.8250,778358.6640,2642.3300,
74,9960959.8770,778348.8420,2642.9900,
75,9960957.8110,778340.9620,2644.6500,
76,9960954.0570,778332.2230,2645.3500,
77,9960949.7020,778321.4020,2647.2900,
78,9960945.1140,778313.3160,2648.8500,
79,9960944.5760,778311.1310,2649.6100,
80,9960947.0340,778311.1880,2649.5300,
81,9960948.2930,778317.2000,2648.3200,
82,9960953.1120,778331.8310,2646.2400,
83,9960956.3170,778344.5650,2644.5100,
84,9960955.5270,778349.3170,2643.7800,
85,9960954.7390,778349.7090,2643.7900,
86,9960957.3820,778350.8580,2643.6600,
87,9960960.9220,778359.7000,2642.7000,
88,9960961.2370,778359.6350,2642.5500,
89,9960963.8050,778363.4910,2642.2000,

90,9960964.5360,778366.8520,2642.2500,
91,9960958.9990,778369.4930,2642.1200,
92,9960947.9740,778366.4370,2641.8100,
93,9960942.7440,778366.5750,2641.7200,
94,9960934.1390,778365.0980,2641.9400,
95,9960932.9520,778363.9400,2641.9000,
96,9960925.2740,778361.8280,2641.7900,
97,9960915.5090,778361.1160,2641.4000,
98,9960913.0800,778361.4610,2642.0400,
99,9960912.2640,778359.2390,2641.8000,
100,9960911.8500,778349.4360,2643.1100,
101,9960911.2400,778339.5120,2645.5200,
102,9960909.4800,778332.7060,2646.1600,
103,9960908.1830,778326.4970,2648.5900,
104,9960907.8230,778321.8950,2649.1100,
105,9960908.5590,778309.0680,2651.3500,
106,9960909.9160,778298.0980,2653.5100,
107,9960910.0180,778296.2690,2652.5700,
108,9960908.8960,778298.7140,2653.5900,
109,9960906.1850,778309.8600,2651.3800,
110,9960906.8430,778310.8970,2651.2700,
111,9960907.2880,778310.5520,2651.1400,
112,9960906.1010,778311.5590,2651.0900,
113,9960906.7190,778322.0810,2649.5500,
114,9960908.7830,778339.0630,2646.7400,
115,9960909.8180,778352.7400,2643.6400,
116,9960909.4450,778360.0030,2642.2900,
117,9960903.9360,778363.0920,2642.0200,
118,9960891.3330,778362.5380,2641.7800,
119,9960879.2600,778359.2950,2642.0700,
120,9960866.6300,778357.4810,2642.1200,
121,9960861.3170,778356.3590,2642.2600,
122,9960857.6640,778354.2010,2642.3100,
123,9960852.4710,778352.7340,2642.6400,
124,9960843.8470,778350.9210,2642.5800,
125,9960832.0610,778349.3120,2642.3200,
126,9960817.6880,778345.2380,2642.1900,
127,9960816.1860,778344.8450,2642.5100,
128,9960808.8790,778343.5360,2642.2400,
129,9960799.6250,778342.3480,2641.8100,
130,9960789.9160,778340.8140,2642.0200,
131,9960787.3750,778340.7300,2641.7800,
132,9960787.4120,778339.8610,2641.6300,
133,9960786.8740,778339.6190,2641.5400,

134,9960780.5130,778339.8220,2641.3200,
135,9960767.6140,778338.4090,2642.1000,
136,9960758.6840,778337.0620,2641.9100,
137,9960753.5190,778336.0530,2641.7300,
138,9960750.8390,778334.8940,2640.3700,
139,9960742.6050,778332.2500,2640.6300,
140,9960741.5940,778331.8300,2640.5000,
141,9960734.8910,778328.0750,2640.8900,
142,9960727.5100,778323.6200,2641.1600,
143,9960720.1300,778318.8750,2642.0200,
144,9960713.2600,778312.4690,2641.5500,
145,9960700.6780,778305.1180,2641.5200,
155,9960694.9770,778298.9550,2640.5700,
156,9960691.4340,778298.1890,2640.3500,
158,9960693.8270,778298.6940,2640.8300,
159,9960697.2670,778297.9290,2640.6900,
160,9960700.0770,778299.0780,2640.8400,
161,9960701.5240,778297.0530,2640.8800,
162,9960700.0040,778295.8010,2640.7300,
168,9960973.9230,778360.0120,2642.7200,
202,9960433.6390,778310.0780,2645.6600,
203,9960445.7050,778307.2900,2645.1200,
205,9960453.0030,778306.8440,2638.4000,
209,9960447.2640,778304.6010,2634.9400,
242,9960445.6680,778307.8220,2637.2500,
243,9960437.0910,778303.5160,2637.2900,
244,9960430.6650,778300.7510,2636.7300,
245,9960426.0290,778297.6970,2636.4700,
246,9960422.6090,778291.6460,2636.3900,
247,9960421.0980,778289.1720,2636.7700,
248,9960420.1530,778288.3500,2636.8200,
249,9960421.9980,778286.8750,2637.1800,
250,9960421.7850,778287.0430,2636.8100,
251,9960419.2350,778288.2840,2636.7100,
255,9960415.0890,778288.2920,2636.7800,
256,9960409.3850,778291.6330,2636.4200,
257,9960404.3310,778294.4230,2636.0600,
258,9960395.0650,778299.6020,2634.7000,
259,9960390.0750,778304.5200,2634.3100,
260,9960385.2140,778309.0100,2634.1200,
261,9960378.9990,778317.2330,2633.0500,
262,9960375.6310,778322.4970,2632.6800,
263,9960368.9420,778330.8970,2632.4500,
264,9960360.0110,778335.2080,2632.2400,

265,9960343.5850,778344.3620,2631.3200,
266,9960333.1030,778355.3750,2630.8000,
267,9960321.2030,778366.0330,2629.5100,
268,9960318.1790,778368.9730,2628.6200,
269,9960314.0040,778373.8080,2627.6300,
270,9960313.5770,778375.1800,2628.4300,
271,9960318.8280,778369.9720,2628.2700,
272,9960328.9760,778359.4170,2630.3000,
273,9960332.1590,778350.8290,2631.1800,
274,9960329.2860,778342.3420,2632.4100,
275,9960327.7660,778338.4480,2632.8700,
276,9960326.0270,778325.4520,2634.2400,
277,9960328.5790,778316.1270,2635.0100,
278,9960331.5870,778306.2600,2635.8800,
279,9960336.0870,778296.3180,2636.4200,
280,9960340.2340,778287.7680,2636.4400,
281,9960343.3310,778290.5600,2636.4300,
282,9960336.8740,778298.8770,2636.2100,
283,9960330.7420,778308.7330,2634.9800,
284,9960326.1120,778319.1040,2634.0600,
285,9960326.4050,778331.8850,2633.1200,
286,9960328.1090,778341.0620,2631.8200,
287,9960334.2370,778347.4960,2630.9300,
288,9960339.6990,778345.6310,2631.3700,
289,9960342.4450,778342.8770,2631.1400,
290,9960352.2580,778337.3910,2631.4200,
291,9960357.6740,778334.3770,2632.9500,
292,9960365.5110,778331.6710,2633.1300,
293,9960368.9240,778329.4500,2633.4100,
294,9960377.8030,778315.5050,2634.0100,
295,9960380.4650,778312.4160,2634.5300,
296,9960390.6130,778303.5870,2635.1900,
297,9960398.2560,778297.6610,2635.7400,
298,9960404.4600,778294.4700,2636.2600,
299,9960410.8230,778289.9440,2636.6300,
300,9960419.8560,778286.0720,2638.3400,
301,9960431.5980,778279.2600,2639.0900,
302,9960438.3960,778278.5240,2638.8900,
303,9960440.4920,778277.6750,2640.0100,
304,9960445.9830,778273.7000,2640.6100,
305,9960458.2900,778268.1390,2641.2900,
306,9960470.0980,778260.0200,2643.1800,
307,9960477.1210,778248.2120,2643.6600,
308,9960477.1140,778239.6330,2642.9200,

309,9960476.7900,778235.6370,2644.4900,
310,9960475.4090,778235.3100,2644.6500,
311,9960475.0830,778238.4750,2644.0100,
312,9960470.9250,778253.8030,2643.3600,
313,9960467.6310,778258.3950,2642.9200,
314,9960457.6510,778266.7010,2641.4200,
315,9960452.7810,778271.6290,2640.6100,
316,9960448.9680,778279.4700,2640.9700,
317,9960452.1380,778281.5810,2641.3300,
318,9960459.6300,778287.1750,2641.8200,
319,9960470.0240,778290.7350,2641.0200,
320,9960477.3870,778292.6880,2640.5700,
321,9960489.8500,778295.2590,2640.8200,
322,9960500.3000,778297.4740,2640.4300,
323,9960509.5640,778298.3910,2639.5800,
327,9960516.6200,778300.8950,2640.0000,
328,9960525.2170,778301.6540,2639.2000,
329,9960537.0210,778303.0670,2638.8400,
330,9960547.1100,778305.3010,2638.3200,
331,9960558.4510,778305.9670,2637.5200,
332,9960567.9480,778304.3920,2637.3900,
333,9960574.1980,778304.8040,2636.9500,
334,9960581.1260,778303.5830,2637.5600,
335,9960589.3790,778302.1470,2636.8200,
336,9960601.0180,778299.9940,2636.1700,
337,9960610.3840,778298.9600,2636.0600,
338,9960618.5820,778298.2340,2636.0500,
339,9960626.7060,778298.2460,2636.0700,
340,9960635.6090,778297.2490,2635.7200,
343,9960642.1660,778292.8630,2635.9900,
344,9960641.3040,778293.2740,2636.0300,
350,9960639.4660,778296.8580,2635.1300,
351,9960640.6340,778300.6680,2634.5800,
352,9960644.9180,778299.7910,2635.7700,
353,9960648.0160,778298.1400,2635.3900,
354,9960648.2020,778298.5410,2635.5800,
355,9960646.5320,778300.1840,2635.7900,
356,9960641.7940,778299.1180,2634.4200,
357,9960640.5230,778297.6240,2635.4100,
358,9960640.3660,778297.5870,2635.6300,
359,9960641.1170,778296.8770,2635.9300,
364,9960642.1460,778296.9430,2635.9800,
365,9960641.2840,778298.0070,2635.8900,
366,9960633.0950,778298.2100,2636.2000,

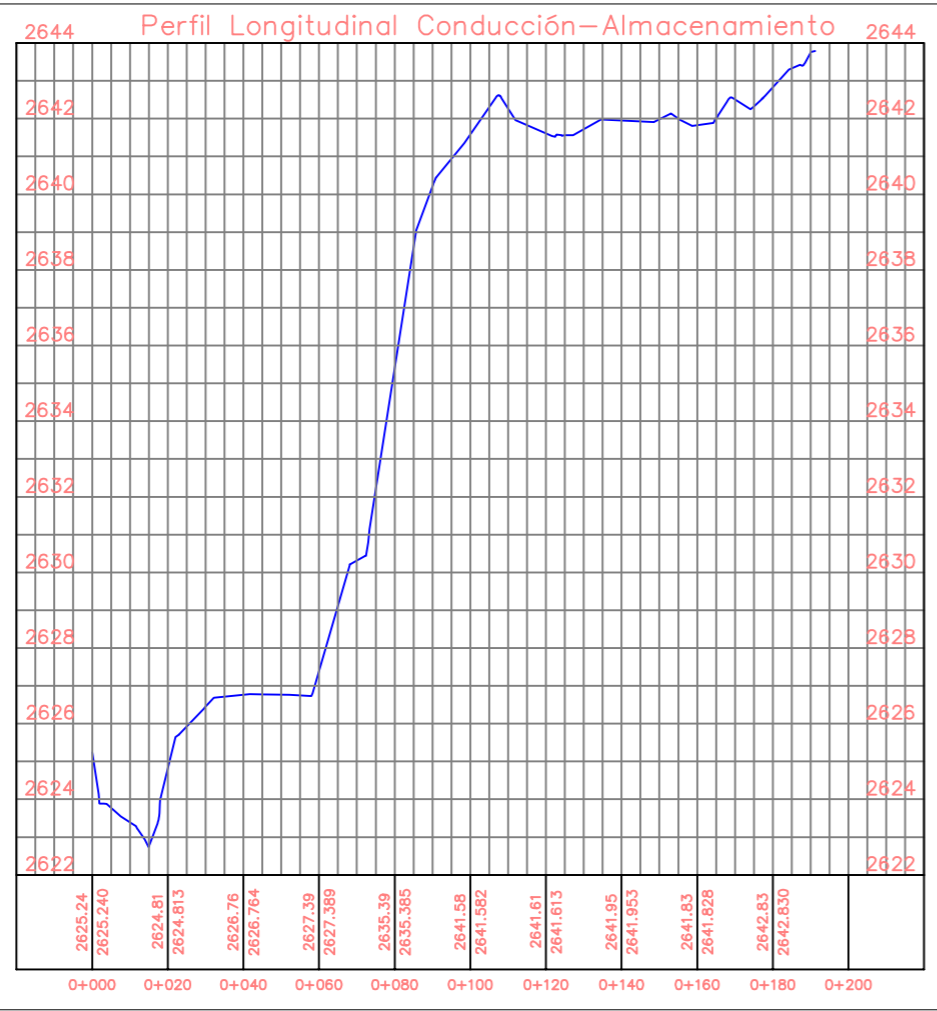
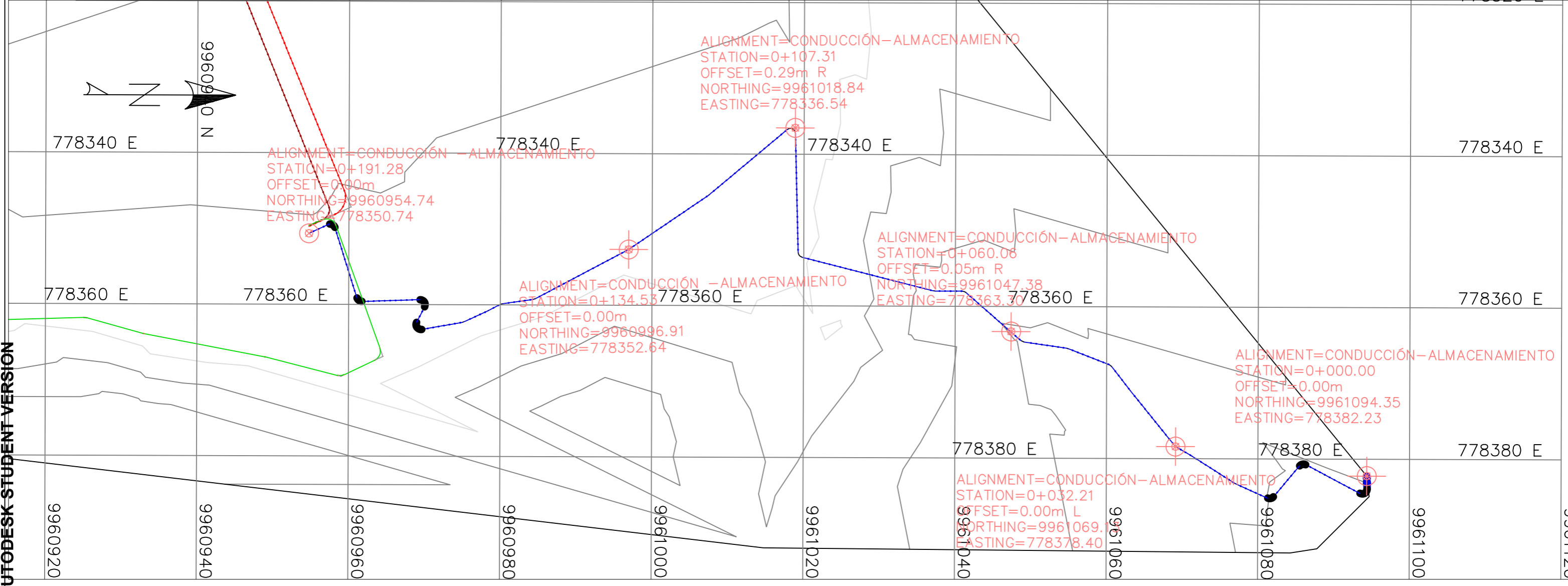
367,9960626.9750,778299.0860,2636.6700,
368,9960619.6480,778299.6440,2636.3000,
369,9960610.4580,778300.0530,2636.8400,
370,9960601.9730,778300.7970,2636.7600,
371,9960594.8230,778301.8320,2637.0800,
372,9960587.4600,778302.6320,2637.4900,
373,9960581.4220,778304.1150,2637.7900,
374,9960577.1190,778304.8140,2637.7500,
375,9960570.7200,778306.0540,2637.6600,
376,9960563.1250,778307.5360,2638.7100,
377,9960556.5410,778308.0290,2638.5300,
378,9960546.7570,778310.2950,2638.9200,
379,9960538.4000,778313.0280,2639.4300,
380,9960532.6510,778314.0630,2639.5300,
381,9960525.3340,778314.0980,2639.9000,
382,9960515.8750,778313.7690,2640.4000,
383,9960508.1600,778312.0770,2640.9900,
384,9960501.1500,778309.6010,2641.6900,
385,9960494.5020,778307.5920,2642.0000,
386,9960488.0750,778306.2740,2642.1600,
387,9960480.7410,778303.3600,2642.1700,
390,9960470.0780,778298.2690,2643.6500,
391,9960470.2260,778298.3060,2643.6500,
393,9961094.4640,778385.0450,2623.8940,
394,9961085.8360,778380.4770,2623.2820,
395,9961081.7410,778385.3760,2623.8870,
396,9961076.9840,778383.2590,2625.7080,
397,9961014.8040,778391.9300,2635.5790,
398,9960990.3950,778237.4390,2652.4050,
399,9961006.7400,778346.1500,2641.4820,
400,9960968.3450,778363.5150,2641.8990,
401,9960944.5720,778311.7170,2650.0640,
403,9960961.0440,778359.6150,2642.5570,
404,9960948.9820,778366.9630,2641.8140,
405,9960910.1680,778295.8920,2652.6320,
406,9960892.4480,778362.8270,2641.7260,
407,9960753.1650,778336.0580,2641.7390,
408,9960733.2530,778326.8080,2640.5630,
409,9960692.8800,778292.8260,2641.0400,
410,9960421.0480,778289.1880,2636.6780,
411,9960313.3750,778375.5890,2628.4180,
412,9960339.8410,778288.6090,2636.4290,
413,9960365.2760,778331.3860,2633.1340,
414,9960437.4250,778278.5000,2638.8730,

415,9960475.8280,778234.1820,2644.6490,
416,9960511.9880,778299.0140,2639.5360,
418,9960648.0710,778298.1600,2635.4490,
419,9960468.8400,778299.0030,2643.4770,
449,9960352.5052,778375.5890,2628.4180,PTP
450,9960415.4691,778375.5890,2628.4180,PTP
451,9960451.8959,778375.5890,2628.4180,PTP
452,9960513.8478,778375.5890,2628.4180,PTP
453,9960590.7515,778375.5890,2628.4180,PTP
454,9960670.5836,778375.5890,2628.4180,PTP
455,9960712.6918,778375.5890,2628.4180,PTP
456,9960769.9720,778375.5890,2628.4180,PTP
457,9960832.2554,778375.5890,2628.4180,PTP
458,9960872.5636,778375.5890,2628.4180,PTP
459,9960932.0737,778375.5890,2628.4180,PTP
460,9960992.7555,778375.5890,2628.4180,PTP
461,9961050.0354,778375.5890,2628.4180,PTP

ANEXO 9
PLANOS LONGITUDINALES

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

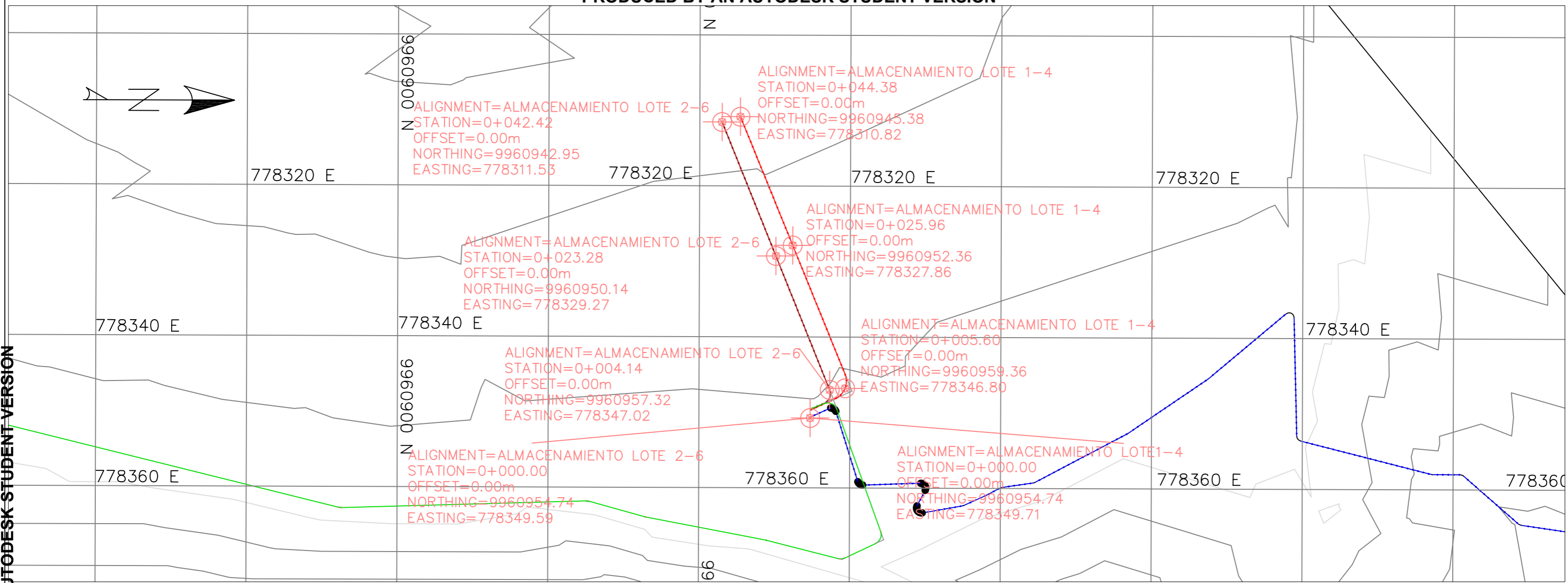
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



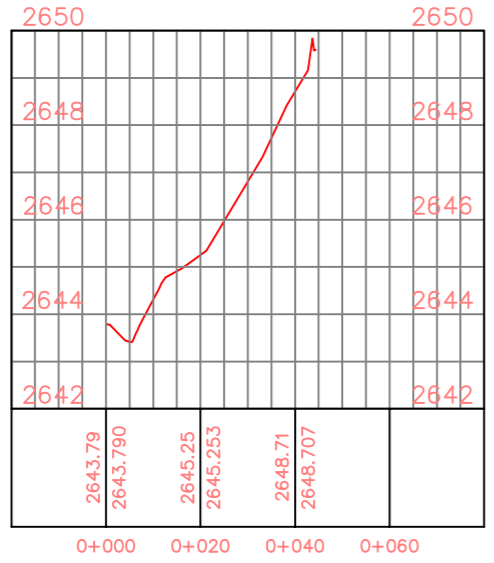
LEYENDA

- Conducción-Almacenamiento —————
- Almacenamiento-Lote 1; 3; 4 —————
- Almacenamiento-Lote 2; 5; 6 —————
- Almacenamiento-Lote 7-11 —————

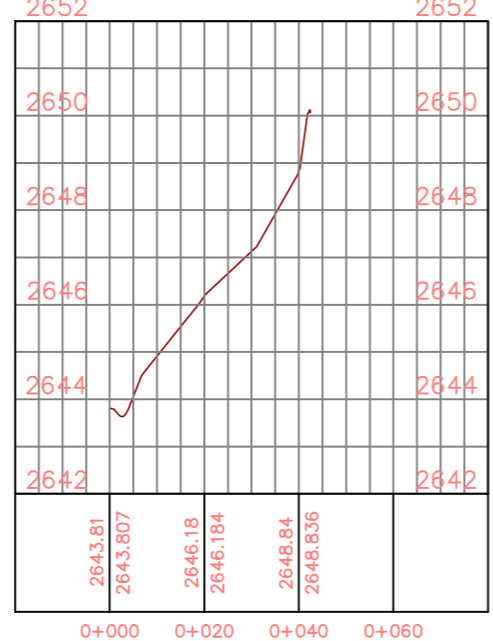
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL QUITO – ECUADOR		OBSERVACIONES:
	PROYECTO: PERFIL LONGITUDINAL	ESCALA: 1:500
	DISEÑADOR: ALEJANDRO CRUZ	UNIDADES: (m)
	REVISADO POR: ING. PATRICIA PANCHI MSc.	1/3



Perfil Almacenamiento-Lote 1-4



Perfil Almacenamiento Lote 2-6



LEYENDA

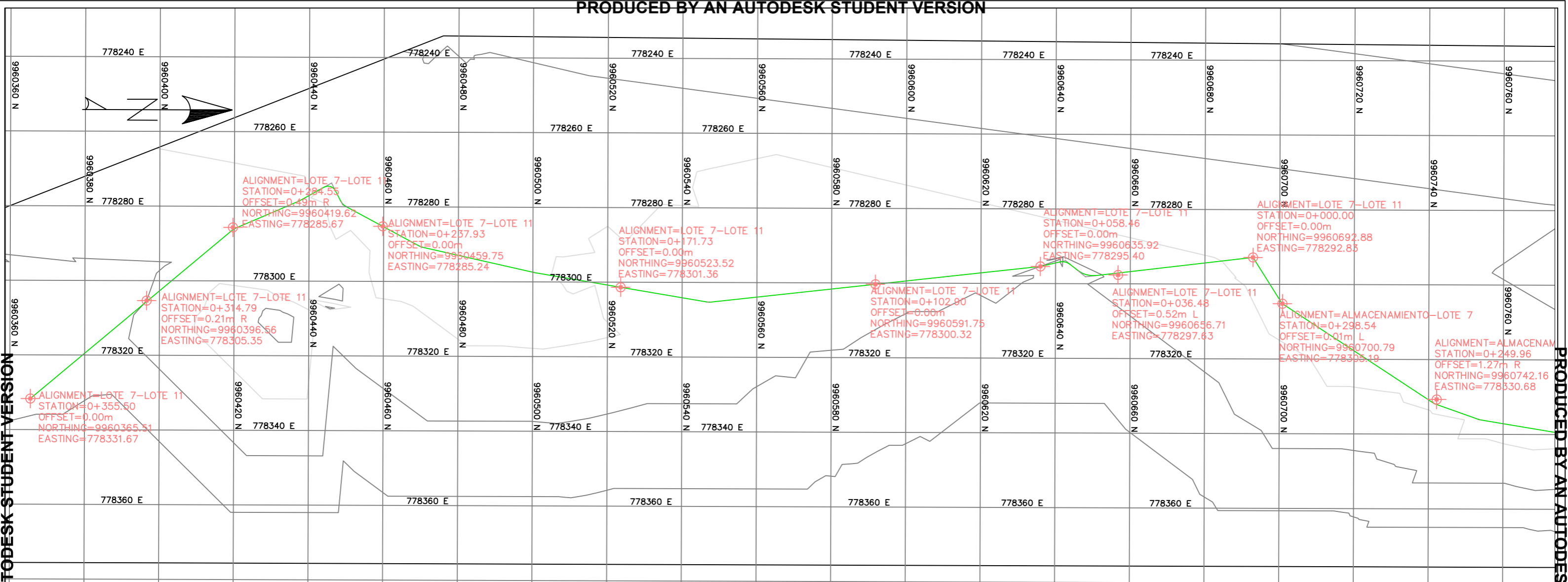
- Conducción-Almacenamiento ▬
- Almacenamiento-Lote 1; 3; 4 ▬
- Almacenamiento-Lote 2; 5; 6 ▬
- Almacenamiento-Lote 7-11 ▬

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
QUITO – ECUADOR

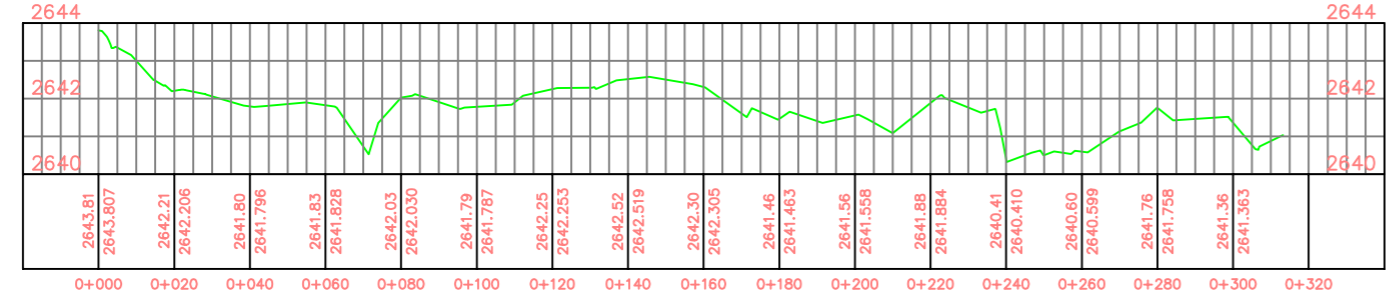
OBSERVACIONES:



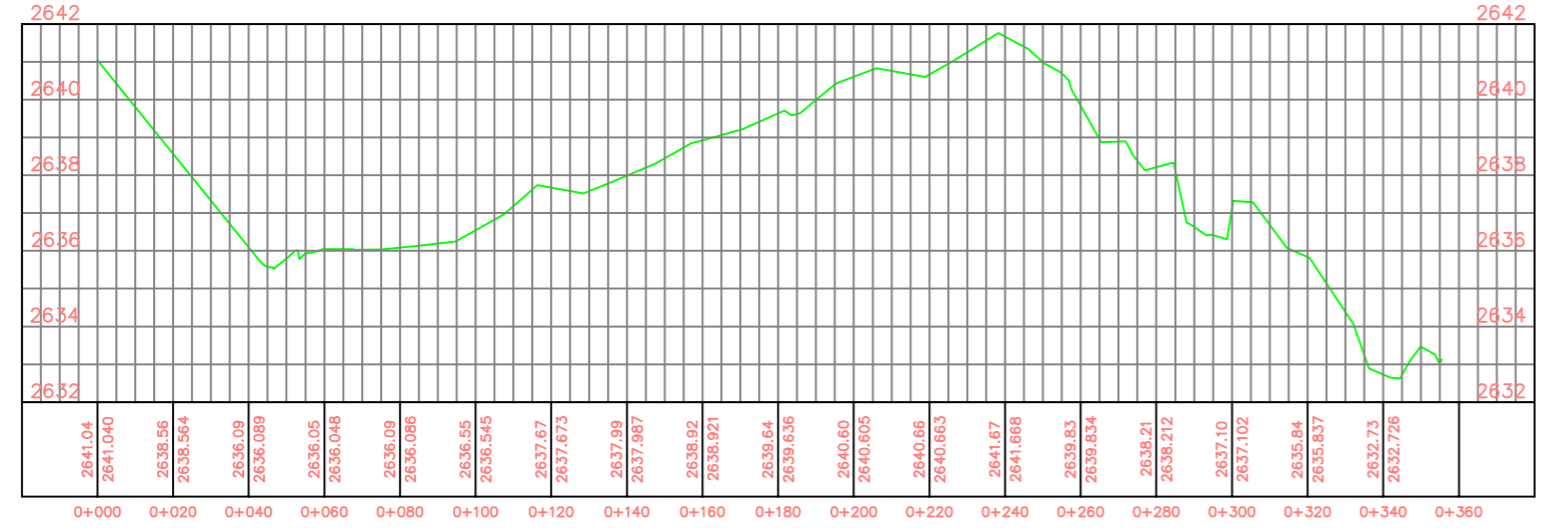
PROYECTO:	PERFIL LONGITUDINAL	ESCALA:	1: 500
DISEÑADOR:	ALEJANDRO CRUZ	UNIDADES:	(m)
REVISADO POR:	ING. PATRICIA PANCHI MSc.		2/3



Perfil Almacenamiento-Lote 7



Perfil Lote7 - Lote 11



LEYENDA

- Conducción-Almacenamiento █
- Almacenamiento-Lote 1; 3; 4 █
- Almacenamiento-Lote 2; 5; 6 █
- Almacenamiento-Lote 7-11 █

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
QUITO - ECUADOR



PROYECTO: PERFIL LONGITUDINAL

DISEÑADOR: ALEJANDRO CRUZ

REVISADO POR: ING. PATRICIA PANCHI MSc.

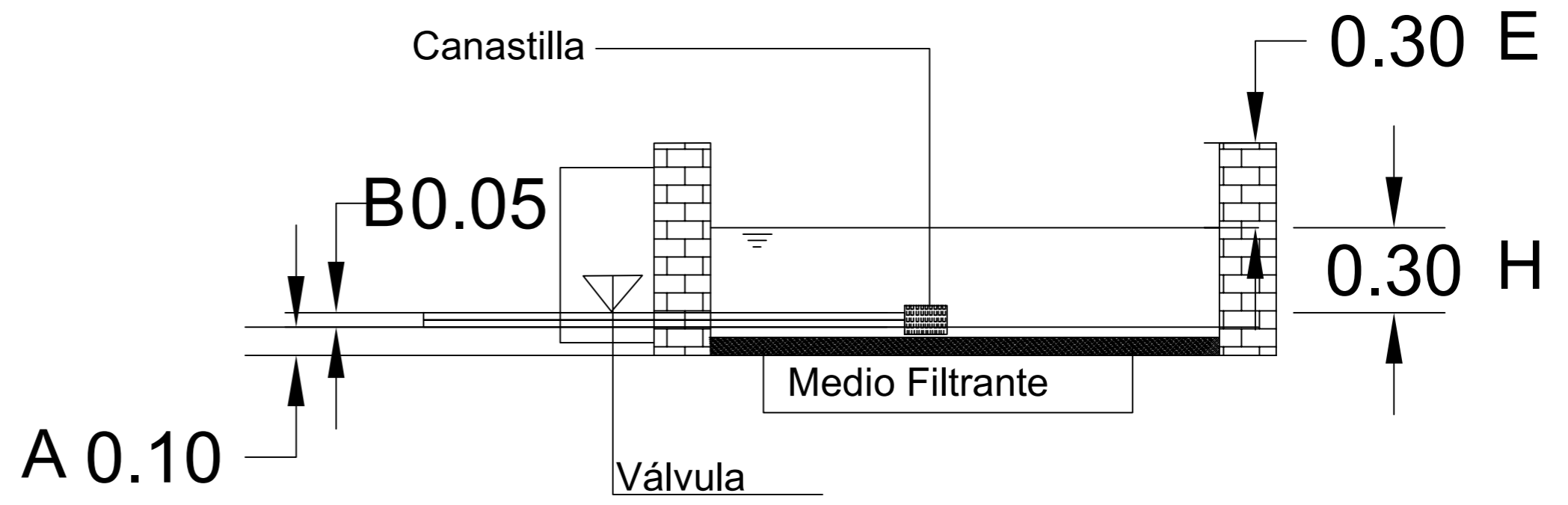
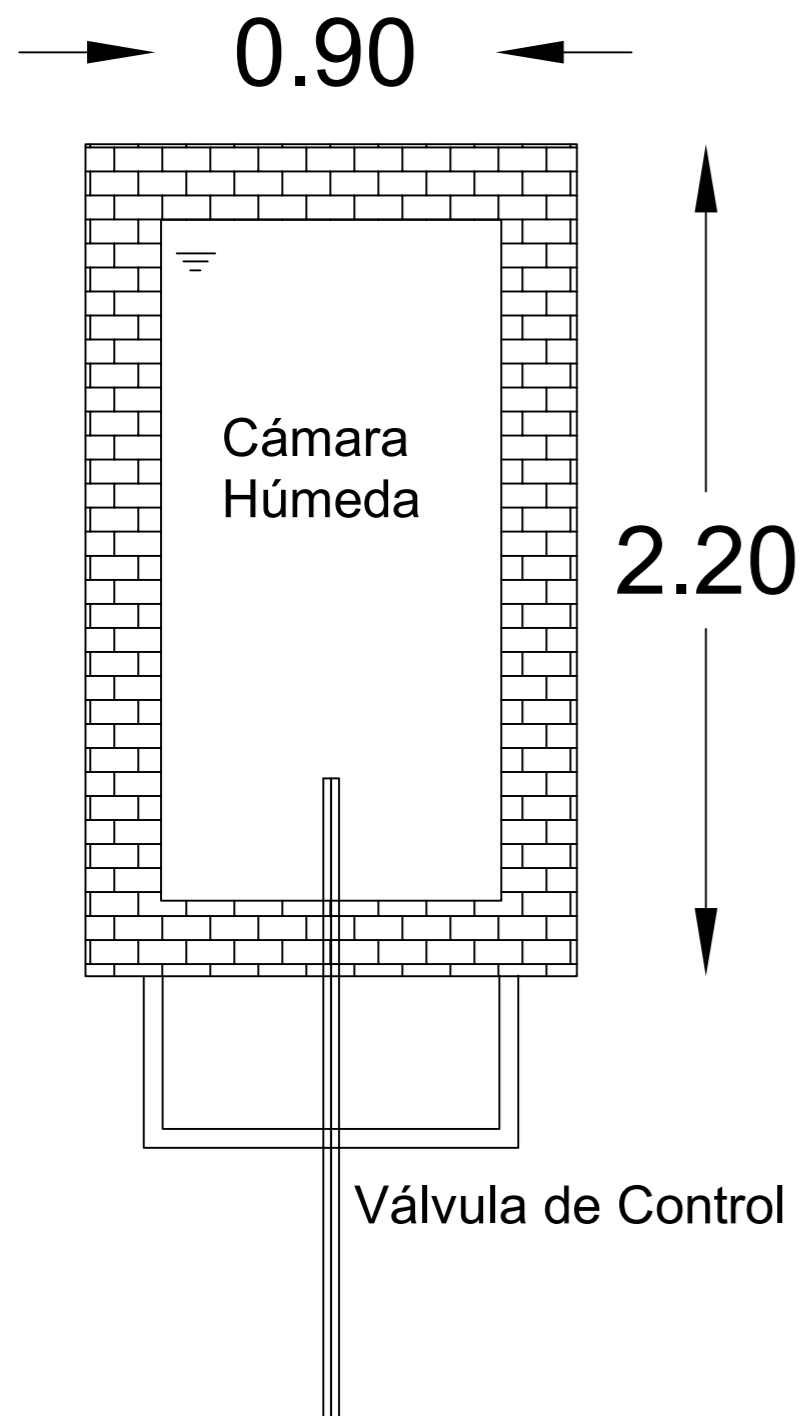
OBSERVACIONES:

ESCALA: 1:500

UNIDADES: (m)

3/3

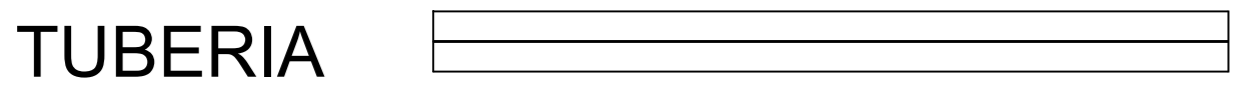
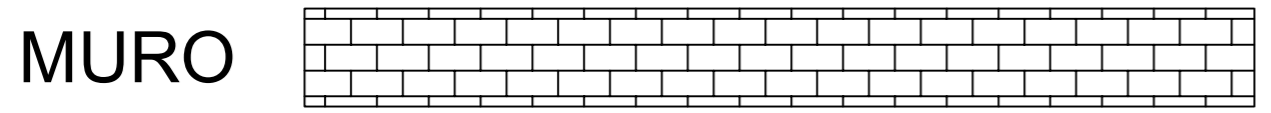
ANEXO 10
PLANOS DE CÁMARA HÚMEDA



NOMENCLATURA

- A ALTURA MÍNIMA DE SEDIMENTACIÓN
- B DIAMETRO DE TUBERÍA DE CAPTACIÓN
- H ALTURA DE AGUA
- E ALTURA DE SEGURIDAD

LEYENDA



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL QUITO - ECUADOR		OBSERVACIONES:
	PROYECTO: CÁMARA HUMEDA	ESCALA: 1:20
	DISEÑADOR: ALEJANDRO CRUZ	UNIDADES:(m)
	REVISADO POR: ING. PATRICIA PANCHI MSc.	1/1