

**DIAGNOSTICO TECNICO E HIDRAULICO DEL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
DEL MUNICIPIO
EL AGUILA, VALLE DEL CAUCA**

Una tesis presentada como requisito para optar por el título de
Ingeniero Civil

**JHONIER GRAJALES GÓMEZ
UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
SEDE PEREIRA
MAYO 2020**

**DIAGNOSTICO TECNICO E HIDRAULICO DEL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
DEL MUNICIPIO
EL AGUILA, VALLE DEL CAUCA**

Tesista:
JHONIER GRAJALES GÓMEZ

Tutor académico:
Ingeniero Fernando Pineda Arboleda

Coordinador UDCI Sede Pereira:
Ingeniero Octavio Andrés Aguirre Jaramillo

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
SEDE PEREIRA
MAYO 2020

**AVAL DEL TUTOR CIENTÍFICO PARA PRESENTAR
INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO**

Yo, **FERNANDO PINEDA ARBOLEDA** identificado con cédula de ciudadanía **6.455.468**, en calidad de Tutor científico del trabajo de grado titulado **Diagnostico Técnico e Hidráulico del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del municipio El Águila, Valle** desarrollado por el estudiante **Jhonier Grajales Gómez** bajo gravedad de juramento hago constar que:

- He leído y analizado el informe final de Trabajo de Grado que presento anexo a la presente certificación.
- El documento entregado ha dado cumplimiento a todos los requisitos exigidos por la UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO para la presentación de informes finales de trabajo de grado para optar al título de Ingenieros Civiles.
- Se ha dado cumplimiento al alcance y los objetivos trazados en el acta de aprobación de Anteproyecto que reposa en los archivos de la UDCI Sede Pereira.
- Con mi firma abajo consignada, he avalado el documento final y sus anexos para ser revisado metodológicamente por parte de la UDCI Sede Pereira y de los jurados asignados para tal fin por el Comité de Trabajo de Grado.

Dado en Pereira, a los veinte (20) días del mes de ABRIL de 2020.



FIRMA

ING. FERNANDO PINEDA ARBOLEDA

c.c. 6.455.648

Director Científico Trabajo de grado

Universidad Antonio Nariño – Sede Pereira



CERTIFICACIÓN DEL ALUMNO PARA PRESENTAR INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO

Yo, **JHONIER GRAJALES GÓMEZ** identificado con cédula de ciudadanía **1112789229** en calidad de estudiante del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Antonio Nariño y bajo gravedad de juramento, con la entrega del informe final de investigación cuyo título es **DIAGNOSTICO TÉCNICO E HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO EL ÁGUILA, VALLE DEL CAUCA**

CERTIFICO QUE:

- He cumplido con todos los objetivos propuestos en el anteproyecto de grado que reposa en el archivo de la UDCI Sede Pereira.
- He dado cumplimiento a todos los requisitos exigidos por la UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO para la presentación de informes finales de trabajo de grado.
- El presente documento ha sido avalado en su totalidad por el Tutor científico **FERNANDO PINEDA ARBOLEDA**, el cual elabora el acta de presentación respectiva para ser revisada desde el enfoque metodológico por la **UDCI Sede Pereira** y evaluada por los jurados asignados al Trabajo de Grado en el programa de Ingeniería Civil.
- Que el informe presentado es de creación y origen propio, respetando las normas correspondientes a la referenciación bibliográfica, que se realizó con honestidad académica y ajustados a las leyes pertinentes de propiedad intelectual.

Dado en Pereira, a los VEINTICUATRO (24) días del mes de abril de 2020.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'JG', is written above a horizontal line.

NOMBRE DEL ESTUDIANTE

c.c.1112789229

Estudiante Universidad Antonio Nariño

Tabla de contenido

<i>INTRODUCCION</i>	1
<i>ABSTRACT</i>	2
<i>Capítulo 1 ESTADO DEL ARTE</i>	3
<i>Capítulo 2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA</i>	13
<i>Capítulo 3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</i>	15
<i>Capítulo 4 MARCO TEÓRICO</i>	16
MARCO CONCEPTUAL	20
MARCO GEOGRAFICO	25
LOCALIZACION.....	25
ACCESIBILIDAD	26
CLIMATOLOGIA Y PRECIPITACION	27
GEOLOGIA.....	28
RECURSO HIDRICO	29
SOCIECONOMIA.....	29
HABITANTES	30
MARCO LEGAL.....	31
<i>Capítulo 5 OBJETIVO GENERAL</i>	32
<i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	32
<i>Capítulo 6 JUSTIFICACIÓN</i>	33
<i>Capítulo 7 METODOLOGÍA</i>	34
<i>Capítulo 8 RESULTADOS OBTENIDOS</i>	38
ESTUDIO DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE	38
PROYECCION DE LA POBLACION	38
DEMANDA DE AGUA DE LA POBLACION PROYECTADA.....	42
CAUDALES DE DISEÑO	46
ESTUDIO HIDROLOGICO.....	48
CAUDALES DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO	48
AFOROS REALIZADOS.....	48
DIAGNOSTICO DE LAS ESTRUCTURAS.....	49
BOCATOMA LA FLORIDA	49
BOCATOMA VOLCONDA	52
DESARENADOR GENERAL	55
DESARENADOR LA FLORIDA	58
TANQUES DE ALMACENAMIENTO	61
ELEMENTOS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCION	69
<i>Capítulo 9 ANALISIS DE RESULTADOS</i>	84
CRITERIOS Y PARAMETROS DE DISEÑO	84
<i>Capítulo 10 CONCLUSIONES Y LOGROS</i>	90
<i>Referencias Bibliográficas</i>	92
<i>11 ANEXOS</i>	94
ANEXO 1: FORMULAS UTILIZADAS EN EL DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.	94

ANEXO 2 PLANOS LEVANTAMIENTO DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DE
ABASTECIMIENTO 96
ANEXO 3 REGISTRO FOTOGRAFICO DE LAS VISITAS DE CAMPO 97

Índice de tablas

Tabla 1 Propuesta de solución a los problemas del acueducto Pestán-Serbia.	3
Tabla 2 <i>Evaluación de la calidad de las aguas para el consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín, Maracaibo.</i>	4
Tabla 3 <i>Mejoramiento del sistema captación – aducción – desarenador – acueducto de Calarcá, Quindío.</i>	5
Tabla 4 <i>Condiciones técnico-ambientales de los acueductos rurales del municipio de Mocoa departamento del Putumayo</i>	7
Tabla 5 <i>Diagnóstico y optimización del sistema de acueducto veredal asociación de usuarios del acueducto regional de Anapoima (ASUARCOPSA) de Anapoima entre la bocatoma y la planta de tratamiento.</i>	8
Tabla 6 <i>Diagnóstico, evaluación de alternativas, análisis y cálculos hidráulicos de las redes matrices del sistema acueducto de Quibdó-Choco</i>	9
Tabla 7 <i>Formulación y aplicación del programa SIG SC - sistema de indicadores de gestión del seguimiento continuo – para una empresa operadora del sistema de agua potable – modelación para la entidad ACUACOMBIA -</i>	10
Tabla 8 <i>Diagnostico técnico del acueducto comunitario de la vereda Cantamonos municipio de Pereira Risaralda.</i>	11
Tabla 9 <i>Estudio y diseño técnico-ambiental para el acueducto del corregimiento de Guarato Chocó.</i>	12
Tabla 10 artículos correspondientes a los componentes hidráulicos	31
Tabla 11 Procedimientos metodológicos para objetivos específicos.....	34
Tabla 12 operacionalización de las variables parte 1.....	35
Tabla 13 operacionalización de las variables parte 2.....	36
Tabla 14Cronograma de actividades.....	37
Tabla 15censos de la cabecera municipal de El Águila.....	38
Tabla 16 tasas de crecimiento métodos aritmético, geométrico y exponencial	39
Tabla 17 diferencias de proyección al año 2018.....	40
Tabla 18proyección de la población método aritmético, geométrico y exponencial.....	41
Tabla 19 Demanda de agua por proyecciones de población.....	42
Tabla 20 dotación neta	43
Tabla 21 Porcentajes de uso.....	44
Tabla 22 <i>Demanda de agua por proyección de suscriptores</i>	44
Tabla 23 caudales de diseño para los diferentes componentes de un sistema de abastecimiento	46
Tabla 24 proyección de la demanda al año 2045	47
Tabla 31 Caudales de las fuentes de abastecimiento	48
Tabla 32aforo de las fuentes de abastecimiento	48
Tabla 25 bocatoma la florida descripción física	50
Tabla 34diagnostico hidráulico bocatoma La Florida	51
Tabla 26bocatoma Volconda descripción física	52
Tabla 33diagnostico hidráulica bocatoma Volconda.....	54
Tabla 27desarenador general Volconda descripción física.....	55
Tabla 36diagnostico hidráulico del desarenador general.....	56
Tabla 28desareandor la florida descripción física	58

Tabla 35 diagnostico hidráulico del desarenador La Florida.....	59
Tabla 37 porcentaje de consumo hora a hora.....	61
Tabla 29 tanque de la cabecera municipal, descripción física.....	62
Tabla 38 datos generales del tanque de la cabecera municipal.....	63
Tabla 39 dimensiones del tanque de almacenamiento de la cabecera.....	64
Tabla 40 volumen del tanque y compensación, cabecera.....	64
Tabla 41 comparación de volúmenes para el tanque de la cabecera municipal.....	65
Tabla 30 tanque Barrio Asprodica, descripción física.....	66
Tabla 42 datos generales del tanque del Barrio Asprodica.....	67
Tabla 43 dimensiones del tanque de almacenamiento del Barrio Asprodica.....	67
Tabla 44 volumen del tanque y compensación, B. Asprodica.....	68
Tabla 45 comparación de volúmenes para el tanque del Barrio Asprodica.....	68
Tabla 52 información en los nodos aducción la florida.....	71
Tabla 53 información en líneas aducción la florida.....	72
Tabla 54 información de nudos en aducción Volconda.....	72
Tabla 55 información de línea aducción Volconda.....	72
Tabla 50 información de nodos en la conducción.....	74
Tabla 51 información de líneas en la conducción.....	75
Tabla 46 información de nodos en la distribución QMH.....	78
Tabla 47 información de las tuberías en red de distribución QMH.....	79
Tabla 48 información de nudos en la red de distribución QMD+H.....	82
Tabla 49 información de líneas en la red de distribución QMD+H.....	83
Tabla 56 criterios y parámetros de diseño.....	84
Tabla 57 chequeo de parámetros parte 1.....	85
Tabla 58 chequeo de parámetros parte 2.....	86
Tabla 59 recomendaciones a parámetros incumplidos parte1.....	87
Tabla 60 recomendaciones a parámetros incumplidos parte 2.....	88
Tabla 61 otras recomendaciones.....	89
Tabla 62 formulas bocatomas.....	94
Tabla 63 formulas desarenadores.....	95
Tabla 64 formulas tanque.....	96

Índice de ecuaciones

Ecuación 1tasas de crecimiento de los métodos aritmético, geométrico y exponencial.....	38
Ecuación 2 proyección método aritmético.....	39
Ecuación 3 proyección método geométrico.....	39
Ecuación 4 proyección método exponencial.....	39
Ecuación 5dotación bruta.....	43
Ecuación 6 caudal medio diario.....	44
Ecuación 7caudal máximo diario.....	46
Ecuación 8caudal máximo horario.....	46

Índice de imágenes

Imagen 1 localización de El Águila, Valle del Cauca. Fuente: elaboración propia. Compilación tomada de Wikipedia enciclopedia libre recuperada de https://es.wikipedia.org/wiki/El_Águila	26
Imagen 2 vías de acceso de El águila. Fuente: imagen tomada de Google Maps recuperada de https://www.google.com/maps/@4.8637198,-75.8733692,11.09z	27
Imagen 3 reporte histórico de precipitación. Fuente: Cenicafe, reporte histórico multianual, Santa Marta, El Águila, Valle del Cauca recuperado de https://agroclima.cenicafe.org/login?p_p_id=58&p_p_lifecycle=0&_58_redirect=%2Fweb%2Fguest%2Fregistros-historicos	28
Imagen 4 Bocatoma La Florida, fuente: tesista	49
Imagen 5 Bocatoma Volconda, fuente: tesista.....	52
Imagen 6 Desarenador general, fuente: tesista	55
Imagen 7 Desarenador La Florida, fuente: tesista	58
Imagen 8 Tanque Cabecera Municipal	62
Imagen 9 Tanque Barrio Asprodica.....	65
Imagen 10 localización de aducciones. Fuente: elaboración propia.....	70
Imagen 11 esquema grafico aducción la florida- desarenador general. Fuente: elaboración propia	71
Imagen 12 esquema grafico aducción Volconda. Fuente: elaboración propia	72
Imagen 13 esquema grafico simulación de conducción. Fuente elaboración propia.....	74
Imagen 14 paleta de colores presión y velocidad, red de distribución	76
Imagen 15 esquema grafico de distribución Barrio Asprodica QMH. Fuente: elaboración propia	76
Imagen 16 esquema grafico de distribución cabecera 1 QMH.Fuente: elaboración propia	77
Imagen 17 esquema grafico de distribución cabecera 2 QMH. Fuente: elaboración propia	77
Imagen 18 esquema grafico distribución barrio Asprodica QMD+H. Fuente: elaboración propia	80
Imagen 19 esquema grafico de distribución cabecera 1 QMD+H. Fuente: elaboración propia... 81	81
Imagen 20 esquema grafico de distribución cabecera 2 QMD+H. Fuente: elaboración propia... 81	81

INTRODUCCION

El presente trabajo parte del diagnóstico técnico e hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable que abastece la cabecera del municipio de El Águila, en donde se busca esclarecer el sistema adaptado por la empresa de servicios públicos (E.S.P.), para el cumplimiento de la normativa vigente en cuanto a captación del agua y los mecanismos instaurados para el aprovechamiento del recurso hídrico.

El fundamento del estudio parte de la iniciativa de analizar el estado actual de las bocatomas, desarenadores, medios de transporte del agua cruda y red de distribución de la Empresa de Servicios Públicos del municipio de El Águila, en donde se busca establecer a partir del diagnóstico técnico e hidráulico del sistema de abastecimiento de agua, si las obras de suministro cumplen con las condiciones y lineamientos hidráulicos necesarios para efectuar un correcto funcionamiento. Situación que conlleva a que se realice un concienzudo estudio de la normatividad y resoluciones vigentes aplicables al caso concreto.

El foco correlacional de actuación investigativa de la E.S.P, parte de un problema actual que son las múltiples suspensiones en el transporte del recurso hídrico, al igual que mejorar los parámetros de captación de agua, los cuales están direccionados a que se cumplan las directrices de funcionamiento y aprovechamiento de los recursos, en busca de optimizar el funcionamiento de la entidad.

ABSTRACT

The present work starts from the technical and hydraulic diagnosis of the drinking water supply system that supplies the head of the municipality of El Águila, where it seeks to clarify the system adapted by the ESP, for compliance with current regulations regarding the collection of water and the mechanisms in place for the use of water resources.

The foundation of the study stems from the initiative to analyze the current state of the intakes, sand traps, means of transportation of raw water and distribution network of the Public Services Company of the municipality of El Águila, where it seeks to establish from the diagnosis technical and hydraulic of the water supply system, if the supply works comply with the hydraulic conditions and guidelines necessary to carry out a correct operation. Situation that leads to a thorough study of the regulations and current resolutions applicable to the specific case.

The correlational focus of investigative action of the ESP, part of a current problem that is the multiple suspensions in the transport of water resources, as well as improving the parameters of water withdrawal, which are aimed at compliance with the operating guidelines and use of resources, seeking to optimize the operation of the entity.

Capítulo 1

ESTADO DEL ARTE

En el presente capítulo se procede a realizar el análisis de las investigaciones nacionales e internacionales sobre el tema de estudio, mediante la descripción por tablas de las investigaciones analizadas comenzando por las internacionales a las nacionales.

Investigaciones internacionales:

Tabla 1 Propuesta de solución a los problemas del acueducto Pestán-Serbia.

	Resumen
Objetivo	Identificar los principales factores que provocan ineficiencias en el servicio de acueducto.
Descripción	Teniendo en cuenta que el acueducto de Pestán funciona por medio de un sistema de bombeo, en esta investigación se hace un análisis de la situación actual del acueducto pastan y se exponen las ventajas que se tendrían al obtener el modelo matemático del sistema, a fin de establecer políticas de operación que eleven la calidad del servicio a un costo de operación razonable.
VARIABLES Y METODOLOGÍA	Modelación matemática de redes de abastecimiento de agua junto a la aplicación de los medios tecnológicos actuales, constituye una herramienta efectiva para el diagnóstico de estos sistemas.

Fuente: elaboración propia. Tomado de (Espinosa, 2003).

Las pérdidas en general que presenta el acueducto Pestán están influenciadas por diferentes aspectos, tales como, el desconocimiento del estado técnico de válvulas y su grado de apertura, la existencia de tuberías de menor diámetro en la entrada y salida del tanque lo que eleva la carga dinámica para la bomba y reduce las presiones que pudiera entregar al depósito, la no existencia de tratamientos físicos y químicos lo que conduce a entregar agua con una calidad por debajo de las normas (Espinosa, 2003). Las conclusiones anteriores pueden ser útiles, debido a que las patologías presentadas en parte son similares con las que se espera ver en el diagnóstico propuesto.

Tabla 2 *Evaluación de la calidad de las aguas para el consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín, Maracaibo.*

Resumen	
Objetivo	Evaluar la potabilidad del agua para el consumo humano.
Descripción	Diez muestras de agua de distintas fuentes hídricas de abastecimiento fueron analizadas en sus características físicas, químicas y microbiológicas.
VARIABLES Y METODOLOGÍA	Las variables analizadas fueron químicas físicas y microbiológicas entre las cuales resalta el color, turbiedad, PH, dureza, cloruros, sulfatos, fosfatos, nitratos entre otros. Para el cálculo de las variables se utilizaron métodos analíticos y dispositivos de medición como potenciómetro, electrométrico, organoléptico, etc.

Fuente: elaboración propia tomado de (Bracho Fernandez & Fernandez Rodriguez, 2017).

Las principales fuentes de contaminación en este sector son las actividades agropecuarias, por lo que la comunidad afectada necesita un tratamiento de potabilización completo sea

agua superficial o subterránea para que sea apta para el consumo humano y una de las fuentes de abastecimiento (cañada Iragorry) está altamente contaminada por poblaciones aguas arriba por lo que no se considera como una posible fuente de abastecimiento (Bracho Fernandez & Fernandez Rodriguez, 2017). La metodología que se utilizó para la investigación es necesaria para obtener y comparar resultados con lo que la normatividad exige por lo tanto este proyecto se toma como referencia para el diagnóstico del acueducto de El Águila, Valle.

Tabla 3 *Mejoramiento del sistema captación – aducción – desarenador – acueducto de Calarcá, Quindío.*

Resumen	
Objetivo	Analizar la situación hidráulica e hidrológica
Descripción	La zona de captación del sistema de acueducto del Municipio de Calarcá en el Departamento del Quindío, localizada en la parte alta del Río Santo Domingo, constantemente quedaba inhabilitada por el alto flujo de material presente en este río de montaña con régimen torrencial.
Variables y metodología	Llevar a cabo el estudio, demandó en primera instancia, una amplia consecución de información referente a cartografía, registros de caudal, precipitación en la zona y caudales concedidos; de igual manera, se efectuó un levantamiento de información para establecer las condiciones de funcionamiento y operación, de ahí en adelante se procedió con estudios hidrológicos e hidráulicos del sistema.

Fuente: elaboración propia. Tomado de (Monsalve Durango, García Reinoso , & Lozano Sandoval , 2010)

En las conclusiones del autor hace referencia a que la bibliografía referente al diseño y optimización de sistemas de abastecimiento de agua en Colombia es reducida, sus contenidos, aunque recogen los parámetros necesarios de la hidráulica y los lineamientos de las diversas normas para realizar diseños, cálculos y proyecciones se han convertido en muchos casos en una receta. El río Santo Domingo, una fuente de alta montaña con condiciones tan particulares respecto al comportamiento hidrológico e hidráulico en la zona, y donde el sistema de abastecimiento existente ha sufrido problemas saliendo de funcionamiento y dejando al municipio sin agua, no se permitió la aplicación expresa de los parámetros típicos citados en la bibliografía; se hizo necesario afrontar el estudio desde dos fases: Fase 1. Analizar en detalle la situación en la zona de captación, con el fin de obtener una radiografía del comportamiento del río y las unidades dispuestas en la zona. Fase 2. Realizar el diseño y cálculo de cada una de las unidades de acuerdo con parámetros hidráulicos y condicionados al comportamiento natural de la fuente, cuya finalidad fue la mínima interferencia del sistema natural (Monsalve Durango, García Reinoso , & Lozano Sandoval , 2010).

Debido a la similitud en región, topografía y ubicación; esta investigación puede servir como orientación a la hora de analizar los componentes del acueducto de El águila, Valle

Tabla 4 *Condiciones técnico-ambientales de los acueductos rurales del municipio de Mocoa departamento del Putumayo*

Resumen	
Objetivo	Analizar las condiciones técnico-ambientales de los acueductos rurales que abastecen la población de las 52 veredas reconocidas en el PBOT del municipio de Mocoa departamento del Putumayo.
Descripción	El recurso hídrico es uno de los componentes principales para el desarrollo de la vida, por eso es de vital importancia promover el uso eficiente de este recurso, en este sentido, por lo anterior se dice que a medida que la población crece, con ella aumenta la necesidad de abastecimiento de agua y cada vez es mayor la dificultad de control por parte de las instituciones gubernamentales en el tema de aprovechamiento de los recursos naturales. En el caso específico del aprovechamiento del recurso en los acueductos, es de especial cuidado el tema de operación, mantenimiento, funcionamiento y control.
VARIABLES Y METODOLOGÍA	La presente propuesta se enmarcó en el diseño de investigación mixto con enfoque descriptivo analítico, se recogieron datos cualitativos de la población en estudio y fue necesario utilizar la estadística para establecer las características generales de la población, las problemáticas ambientales de los acueductos visitados, y la verificación en campo de la infraestructura de los diferentes sistemas de abastecimiento.

Fuente: elaboración propia. Tomado de (Muñoz, 2016)

Este estudio deja ver que la institución Aguas Mocoa no cuenta con información actualizada sobre el suministro de agua. La empresa Aguas Mocoa y la alcaldía municipal, evidencian las diferentes problemáticas que tiene el sector rural en el

municipio, en cuanto al suministro de agua para consumo humano porque las captaciones que se están haciendo son en su mayoría ilegales (no poseen concesión de aguas). Los cinco acueductos en estudio, cuentan con tratamiento físico de clarificación, pero no hay un tratamiento químico que les permita consumir agua potable (Muñoz, 2016). Las estructuras hidráulicas no están en su mejor condición. Las presentes conclusiones obtenidas pueden ser un punto para comparar el estado y la capacidad de administración de acueductos de dos regiones del país

Tabla 5 Diagnóstico y optimización del sistema de acueducto veredal asociación de usuarios del acueducto regional de Anapoima (ASUARCOPSA) de Anapoima entre la bocatoma y la planta de tratamiento.

Resumen	
Objetivo	Realizar una propuesta de optimización del sistema de acueducto veredal ASUARCOPSA para garantizar suministro de agua tanto en calidad, cantidad y continuidad del servicio.
Descripción	Con el proyecto se realizó la entrega del estudio hidrológico, diagnóstico actual del acueducto ASUARCOPSA, bocatoma, desarenador y tubería de aducción elementos de la planta de tratamiento de agua potable, detectar las posibles fallas en la infraestructura mediante inspecciones visuales y pruebas técnicas. Cumplir los objetivos propuestos para la optimización del acueducto contribuyendo al buen funcionamiento, cumplir la normatividad vigente y satisfacer las necesidades de los habitantes tanto en calidad, cantidad y disponibilidad del servicio.
VARIABLES Y METODOLOGÍA	La metodología se dividió en 6 fases: investigación y primera visita, recolección de información, estudio y análisis hidrológico, segunda visita y análisis de estructuras hidráulicas, propuesta de mejoramiento y documentación final y entrega.

Fuente: elaboración propia. Tomado de (Huerfano Maciano & Segura Garzón, 2019)

La investigación al ser una propuesta de optimización no cuenta con conclusiones textuales, pero al leerla se puede apreciar que la mayoría de las partes de las estructuras hidráulicas no contaban con las dimensiones que dieran un funcionamiento ideal (Huerfano Maciano & Segura Garzón, 2019). La forma en que se levantaron las estructuras y las interpretaciones tomadas citando el RAS puede ser de gran utilidad en el diagnóstico realizado.

Tabla 6 *Diagnóstico, evaluación de alternativas, análisis y cálculos hidráulicos de las redes matrices del sistema acueducto de Quibdó-Choco*

Resumen	
Objetivo	Elaborar alternativas para los diseños hidráulicos definitivos de optimización o ampliación de la línea de estudio objeto del trabajo de grado. Revisar y hacer una evaluación hidráulica de la línea de impulsión La Playita - tanque elevado zona minera del proyecto de optimización del acueducto y alcantarillado del municipio de Quibdó, teniendo en cuenta las condiciones topológicas de la línea y las necesidades de suministro.
Descripción	Teniendo en cuenta el alcance del trabajo desarrollado, en este documento se presentan las consideraciones y análisis adicionales realizados sobre la línea de impulsión La Playita - Tanque elevado Zona Minera, con el fin de proponer otras alternativas de funcionamiento y operación de esta línea de conducción.
Variables y metodología	Para la elaboración del presente documento se tuvieron en cuenta las variables: población, localización, accesibilidad, climatología, geología, hidrología.

Fuente: elaboración propia. Tomado de (Arenas, 2013)

La investigación es tan completa en el área de acueductos que se puede utilizar como referencia para el diagnóstico del acueducto de El Águila, Valle también puede ser referencia para un estudio más profundo en los próximos años.

Tabla 7 Formulación y aplicación del programa SIG SC - sistema de indicadores de gestión del seguimiento continuo – para una empresa operadora del sistema de agua potable – modelación para la entidad ACUACOMBIA -

Resumen	
Objetivo	Formular un sistema de indicadores de gestión y seguimiento continuo (SIG.SC) para una empresa operadora de sistemas de agua potable
Descripción	Para medir el mejoramiento y evaluar el desempeño se hace necesario la implementación de indicadores de seguimientos que permitan evidenciar el desarrollo, la eficiencia y la gestión implementada dentro de la empresa ACUACOMBIA
VARIABLES Y METODOLOGÍA	Dentro de las variables y metodología se encuentran las diferentes maneras de evaluar cuantitativa y cualitativamente los diferentes tipos de gestión por métodos estadísticos y matemáticos

Fuente: elaboración propia. Tomada de (Vasquez, 2010)

El mayor beneficio que se puede obtener de la gestión sistematizada es una mejor calidad del servicio prestado, directamente involucrado el recurso humano, equipos, materiales e insumos se ven en un continuo mejoramiento. Es importante tener en cuenta procesos de innovación como este para la investigación, porque no siempre el problema de estudio está basado en la infraestructura de las plantas.

Tabla 8 *Diagnostico técnico del acueducto comunitario de la vereda Cantamonos municipio de Pereira Risaralda.*

Resumen	
Objetivo	Realizar el diagnostico hidráulico a la infraestructura de captación, tratamiento y distribución del sistema del acueducto comunitario de la vereda Cantamonos.
Descripción	Se busca brindar al acueducto comunitario de la vereda Cantamonos del municipio de Pereira los resultados de análisis y chequeos hidráulicos de todos los componentes del acueducto, para que siendo adecuados mejore la calidad de vida de los suscriptores logrando que tengan agua potable en sus viviendas.
VARIABLES Y METODOLOGÍA	Para el presente proyecto se manejan diferentes metodologías para el cálculo de variables que involucran la captación del agua, la conducción y el tratamiento. los cálculos de población, los datos de la cuenca hidrográfica y las estructuras hidráulicas son algunos de los datos recopilados para dar la solución al problema propuesto.

Fuente: elaboración propia. Tomado de (Montoya Restrepo & Londoño Velasquez, 2017).

El presente proyecto concluye que las partes del acueducto cumplen con su funcionamiento, esta metodología es semejante a la que se planea utilizar en el diagnóstico del acueducto de El Águila Valle por lo cual sirve como referencia para su desarrollo.

Tabla 9 *Estudio y diseño técnico-ambiental para el acueducto del corregimiento de Guarato Chocó.*

Resumen	
Objetivo	Realizar el estudio y diseño técnico – ambiental del acueducto del corregimiento de Guarato, choco, para el suministro de agua potable a la población, con énfasis en la conservación del entorno, minimizando las acciones que afectan en forma considerable el medio ambiente
Descripción	La comunidad de Guarato, ubicada en el departamento de Choco, está formada por 58 familias, en la actualidad tienen una capacidad y conducción con manguera de polietileno reciclada que llega a un tanque que intenta suplir las necesidades de la comunidad. la idea principal es mejorar la situación precaria de esta comunidad con un acueducto que abastezca y que su construcción sea amigable con el medio ambiente.
VARIABLES Y METODOLOGÍA	Se toma todas las variables hidráulicas necesarias ya que es un estudio y un diseño listo para ejecutar

Fuente: elaboración propia. Tomado de (Arango, 2012)

El presente proyecto consta de un diseño donde la norma es aplicada de la mejor manera por lo cual es una buena guía para hacer el diagnóstico oportuno y la verificación de los datos es más fácil de obtener

Capítulo 2

DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El municipio de El águila (Valle del Cauca) ubicado en la región pacífica de Colombia, cuenta con un sistema de acueducto administrado por la empresa de servicios públicos ACUAVALLE. El agua que llega a este acueducto está suministrada por dos bocatomas ubicadas en las quebradas de La Florida y Volconda. Al estar la cabecera municipal ubicada en la cota 1800, se ve en la búsqueda de fuentes de abastecimiento que estén ubicadas en una cota mayor. Por lo anterior y su método de transporte gravitacional sus fuentes de abastecimiento se encuentran en zonas montañosas de difícil acceso, donde el transporte del agua cruda tiene un trayecto tortuoso siendo sometida a seguir la agreste topografía hasta llegar a la planta de tratamiento.

Según datos suministrados por la empresa de servicios públicos, en los últimos años los principales problemas que impiden el abastecimiento oportuno, se deben al mal funcionamiento de las estructuras hidráulicas y a deslizamientos de tierra que dañan principalmente el sistema de transporte del agua, en promedio el ingreso de agua a la planta se ve interrumpido 1.12 días al mes en los últimos 5 años por diversos factores (deslizamientos de tierra, obstrucción en aducciones y altos contenidos turbiedad principalmente) (dicho valor no tiene en cuenta las suspensiones por labores de mantenimiento) (E.S.P. ACUAVALLE S.A., 2019). Siendo una cifra alta de suspensiones por factores externos a los cotidianos mantenimientos, la presente investigación se propone realizar el diagnóstico hidráulico de los componentes del

acueducto de El Águila, Valle del Cauca. Los componentes que serán diagnosticados serán: bocatomas, aducciones, desarenadores, conducciones, tanques de almacenamiento y redes distribución.

Capítulo 3

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Pese a los años y a la continua repetición de los incidentes que provocan la suspensión del servicio de acueducto, la hidráulica de las estructuras debe chequearse, con el fin de aclarar o descartar si es uno de los motivos por el cual no se están cumpliendo algunos de los requisitos para suministrar agua con eficiencia a la comunidad, (E.S.P.

ACUAVALLE S.A., 2019). Sabiendo que el agua potable es indispensable para mantener una vida saludable y procesos industriales ¿Cuáles son las deficiencias hidráulicas que influyen en el deterioro y mal funcionamiento de las estructuras del sistema de abastecimiento de agua potable de El Águila?

Capítulo 4

MARCO TEÓRICO

El tema de diagnóstico técnico e hidráulico de abastecimiento de agua potable a comunidades es objeto de estudio importante porque lleva inmersa dentro de sí factores determinantes para la vida saludable además de suplir las necesidades básicas de los seres humanos y ser imposible su reemplazo en algunos procesos industriales. Diferentes autores han estudiado este tema, a continuación, se presentarán diferentes teorías de libros consultados, teniendo en cuenta como principal enfoque el comportamiento hidráulico apropiado:

Según (Cualla, 2003), cualquier sistema de abastecimiento de agua a una comunidad, por rudimentario que sea, consta de los siguientes elementos:

1. Fuente de abastecimiento
2. Obras de captación
3. Obras de conducción
4. Tratamiento de agua
5. Almacenamiento
6. Distribución

Fuente de abastecimiento:

Con respecto a los anteriores elementos se procederá a definir cada uno de ellos teniendo en cuenta varios autores

La fuente de abastecimiento según (Cualla, 2003) puede ser superficial, como en los casos de ríos, lagos, embalses o incluso aguas lluvias, o de aguas subterráneas

superficiales o profundas. La elección del tipo de abastecimiento depende de factores tales como localización, calidad y cantidad

Las fuentes de abastecimiento según (Ruiz, 2001) deberán proporcionar en conjunto el Gasto Máximo diario; Sin embargo, en todo proyecto se deberán establecer las necesidades inmediatas de la localidad siendo necesario que, cuando menos que la fuente proporcione el gasto máximo diario para esa etapa, sin peligro de reducción por sequía o cualquier otra causa.

Según (ministerio de salud y proteccion social, 2017)el caudal correspondiente al 95% de tiempo de excedencia en la curva de caudales; Q95; debe ser superior al caudal máximo diario (QMD) más el caudal ecológico.

Obras de captación:

Según (Ruiz, 2001) hay 3 tipos de captaciones: meteóricas, superficiales y de aguas subterráneas.

Refiriéndose únicamente a lo que (Ruiz, 2001) llama captaciones superficiales, (Cualla, 2003) especifica, el termino genérico utilizado para las obras de captación, derivación o toma en ríos es "*bocatoma*". Las obras de captación deben localizarse en zonas donde el suelo sea estable y resistente a la erosión, procurando que la captación se haga en un sector recto del cauce del río

Aducción:

Según la resolución 0330 de 2017 del ministerio de vivienda, ciudad y territorio; la aducción se define como "todo aquel componente a través del cual se transporta agua cruda"

Aunque (Cualla, 2003) y (Ruiz, 2001) no tienen en cuenta directamente el desarenado como un proceso individual para un sistema de acueducto, (Forero, 2015) lo define como: la separación, por acción de la gravedad de partículas cuyo peso específico es mayor que el del agua. También se conoce como partículas discretas, que son las que no cambian de tamaño, forma o masa en la sedimentación.

Conducción:

(Corcho Romero & Duque Serna, 1993) define la conducción como el componente de un sistema de abastecimiento de agua a través del cual se transporta ésta desde el desarenador hasta la planta de tratamiento, tanque de almacenamiento o directamente a la red de distribución.

Así como lo explica (Tebbut, 1997), el agua es el recurso natural más importante del mundo ya que sin ella no podría existir la vida y la industria no funcionaría. A diferencia de muchas otras materias primas, el agua no tiene sustituto en muchas aplicaciones. El agua tiene un papel vital en el desarrollo de las comunidades, ya que es indispensable que su abastecimiento sea seguro para que una comunidad se establezca permanentemente.

En Colombia el agua se considera como un derecho fundamental y la (Corte constitucional de Colombia, 2011) la define como “el derecho de todos de disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal o doméstico”.

Tratamiento de agua:

Los objetivos del tratamiento para mejorar la calidad del agua de abastecimiento según (Organización Panamericana de la Salud, 2015) son de los tipos higiénico, estético y económico:

Higiénico: remover bacterias y elementos venenosos o nocivos, así como resolver la mineralización excesiva y las concentraciones elevadas de compuestos orgánicos, protozoarios y otros microorganismos.

Estético: corregir el color, la turbidez, el olor y el sabor.

Económico: reducir la corrosividad, la dureza.

Almacenamiento:

(Cualla, 2003) debido a que el consumo de agua de la población no es constante, sino que, por lo contrario, varía según la hora del día, y dado que el suministro es un caudal teóricamente constante, es necesario la construcción de un tanque regulador que amortigüe las demandas horarias. La función básica del tanque es almacenar agua en los periodos en los cuales la demanda es menor que el suministro, de tal manera que en los periodos en los que la demanda sea mayor que el suministro se complete el déficit con el agua almacenada inicialmente.

Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.

Mantener almacenada cierta cantidad de agua para atender situaciones de emergencia como incendios, o interrupciones por daños en bocatoma, aducción, desarenador o conducción.

Distribución:

(Corcho Romero & Duque Serna, 1993) define la red de distribución como un conjunto de conductos cerrados a través de los cuales se transporta el agua bajo presión a los diferentes puntos de consumo

MARCO CONCEPTUAL

El marco conceptual se enmarcará en el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico de 2017. (ministerio de salud y proteccion social, 2017).

Accesorios: Elementos componentes de un sistema de tuberías, diferentes de las tuberías en sí, tales como uniones, codos, tees, etc.

Acometida de acueducto: Derivación de la red de distribución que se conecta al registro de corte en el inmueble.

Aducción: Componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión.

Alcalinidad: Capacidad del agua para neutralizar los ácidos.

Almacenamiento: Acción destinada a almacenar un determinado volumen de agua para cubrir los picos horarios y la demanda contra incendios.

Bocatoma: Estructura hidráulica que capta el agua desde una fuente superficial y la conduce al sistema de acueducto.

Borde libre: Espacio comprendido entre el nivel máximo esperado del agua fijado por el sistema de rebose y la altura total de la estructura de almacenamiento.

Capacidad de almacenamiento: Volumen de agua retenido en un tanque o embalse.

Capacidad de producción (en potabilización): Caudal que puede tratar una planta de potabilización.

Capacidad hidráulica: Caudal que puede manejar un componente o una estructura hidráulica conservando sus condiciones normales de operación.

Captación: Conjunto de estructuras necesarias para tomar el agua de una fuente de abastecimiento.

Captación de rejilla: Consiste en una estructura, ya sea en canal o tubos perforados, localizada perpendicularmente a la dirección de la corriente y provista con una rejilla metálica. Este tipo de captación es aconsejable en ríos de zonas montañosas, cuando se cuenta con una buena cimentación, o terreno rocoso y en el caso de variaciones sustanciales del caudal en pequeños cursos de agua.

Carga superficial: Caudal o masa de un parámetro por unidad de área y por unidad de tiempo, que se emplea para dimensionar un proceso de tratamiento (m^3/m^2 día), kg DBO/ (hab día).

Caudal: Cantidad de fluido que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo.

Caudal de diseño: Caudal estimado al final del periodo de diseño con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.

Caudal de incendio: Es el caudal de una red de distribución destinado a combatir las emergencias por causa de los incendios. No corresponde a un caudal adicional al Caudal Máximo Horario de diseño de la red, sin embargo, se debe asegurar durante todo el periodo de diseño de las redes de distribución.

Caudal máximo diario (QMD): Consumo máximo durante veinticuatro horas, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

Caudal máximo horario (QMH): Consumo máximo durante una hora, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

Caudal medio diario: Consumo medio durante veinticuatro horas, obtenido como el promedio de los consumos diarios en un período de un año.

Cloración: Aplicación de cloro al agua, generalmente para desinfectar o para oxidar compuestos indeseables.

Coagulación: Aglutinación de las partículas coloidales suspendidas presentes en el agua, por efecto de cambio de carga eléctrica suscitado por la adición de coagulantes.

Color: Característica del agua debida a la presencia de partículas coloidales y material suspendido.

Conducción: Componente a través del cual se transporta agua potable, ya sea a flujo libre o a presión.

Consumo: cantidad de agua utilizada por un usuario en un período determinado.

Cuenca hidrográfica: Superficie geográfica que drena hacia un punto determinado.

Desarenador: Componente destinado a la remoción de las arenas y sólidos que están en suspensión en el agua, mediante un proceso de sedimentación.

Desinfección: Proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua.

Desinfectante residual: Concentración de desinfectante existente en cualquier punto del sistema de abastecimiento de agua, después de un tiempo de contacto determinado.

Dosificador (en potabilización): Es un dispositivo mecánico o hidráulico diseñado para introducir una sustancia química al agua.

Dotación bruta: Es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante considerando para su cálculo el porcentaje de pérdidas técnicas que ocurran en el sistema de acueducto.

Dotación neta: Es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas técnicas que ocurran en el sistema de acueducto.

Ensayo o test de jarras: Ensayo de laboratorio que simula las condiciones en que se realizan los procesos de oxidación química, coagulación, floculación y sedimentación en la planta.

Estructuras de disipación de energía: Estructuras construidas para minimizar el riesgo de erosión en los sitios de descarga y en algunos puntos localizados de los sistemas de alcantarillado y drenaje urbano, cuyo principio de operación es generar una pérdida de energía en un espacio controlado.

Floculación: Aglutinación de partículas inducida por una agitación lenta de la suspensión coagulada.

Golpe de ariete: Fenómeno hidráulico de tipo dinámico oscilatorio, causado por la interrupción violenta del flujo en una tubería, bien sea por el cierre rápido de una válvula o por el apagado del sistema de bombeo, que da lugar a la transformación de la energía cinética en energía elástica, tanto en el flujo como en la tubería, produciendo sobre elevación de la presión, subpresiones y cambios en el sentido de la velocidad del flujo

Gradiente de velocidad medio: Raíz cuadrada de la potencia total disipada en la unidad de volumen de una estructura hidráulica dividida por la viscosidad absoluta del agua.

Macro medición: Sistema de medición de grandes caudales, destinado a totalizar la cantidad de agua que está siendo transportada por diferentes sectores del sistema.

Material coloidal: Sustancia que se dispersa lentamente en un líquido.

Mezcla lenta: Agitación suave del agua con los coagulantes, con el fin de favorecer la formación de los flóculos.

Mezcla rápida: Agitación violenta para producir dispersión instantánea de un producto químico en la masa de agua.

Pérdidas: Diferencia entre el volumen de agua que entra a un sistema de acueducto y aquel que sale o es facturado, dependiendo del sistema.

Pérdidas menores: Pérdida de energía causada por accesorios o válvulas en una conducción de agua.

Pérdidas técnicas: Es la suma de las pérdidas técnicas en la red de distribución más las pérdidas en la conducción, más las pérdidas en los tanques de almacenamiento y compensación.

Período de diseño: Tiempo para el cual se diseña un sistema o los componentes de éste, en el cual su(s) capacidad(es) permite(n) atender la demanda proyectada para este tiempo.

Planta de tratamiento de agua potable (PTAP): Conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que permitan cumplir con las normas de calidad del agua potable.

Presión de trabajo: Es la presión nominal a la cual la tubería debería trabajar normalmente durante su vida útil.

Presión dinámica: Presión que se presenta en un conducto con el paso de agua a través de él.

Presión hidrostática: Presión ejercida sobre un cuerpo debida al peso del agua.

Presión nominal: Presión interna máxima a la cual puede estar sometida una tubería, considerando un factor de seguridad, y que es dada por el fabricante según las normas técnicas correspondientes.

Red de conducción: Serie de tuberías que transportan el agua desde las plantas de tratamiento hacia los tanques de almacenamiento y/o compensación, o entre tanques, sin conexión de suscriptores.

Red de distribución: Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento

MARCO GEOGRAFICO

LOCALIZACION

El municipio de El Aguila se encuentra en la region pacifica de colombia a 1800 msnm, en el norte del departamento del Valle del Cauca, su territorio limita hacia el norte con

los departamentos de Risaralda y Choco en cuanto a sus otros vecinos son los municipios de Ansermanuevo, Argelia y El Cairo mas orientados en direccion al sur, igualmente pertenecientes a su mismo departamento. (municipio El Aguila, Valle del cauca, 2020)



Imagen 1 localización de El Águila, Valle del Cauca. Fuente: elaboración propia. Compilación tomada de Wikipedia enciclopedia libre recuperada de https://es.wikipedia.org/wiki/El_Águila

ACCESIBILIDAD

El municipio tiene acceso por vía terrestre, Se comunica por carretera con los municipios de Ansermanuevo, La Celia, Balboa y En las vías internas hay comunicación con todas sus veredas. Sus vías terciarias son destapadas pero en buen estado, se utiliza el jeep, camperos, taxis y motocicletas. (Secretaria de Desarrollo Económico y Social, 2020).

La carretera que comunica con el municipio de Ansermanuevo es una vía secundaria y una vía terciaria que se comunica con el municipio de la Celia, Risaralda, se pueden considerar como las vías principales de acceso



Imagen 2 vías de acceso de El águila. Fuente: imagen tomada de Google Maps recuperada de <https://www.google.com/maps/@4.8637198,-75.8733692,11.09z>

CLIMATOLOGIA Y PRECIPITACION

En El Águila, los veranos son cortos y bochornosos; los inviernos son cortos y húmedos y está cómodo, mojado y nublado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ y rara vez baja a menos de $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ o sube a más de $27\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Weather Spark, 2020). El clima promedio de El Águila es de $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ según (municipio El Águila, Valle del cauca, 2020). La precipitación promedio es de

2148mm al año. (Climate-Data.org , 2020). Humedad relativa promedio de 84%.

(municipio el aguila , 2017).

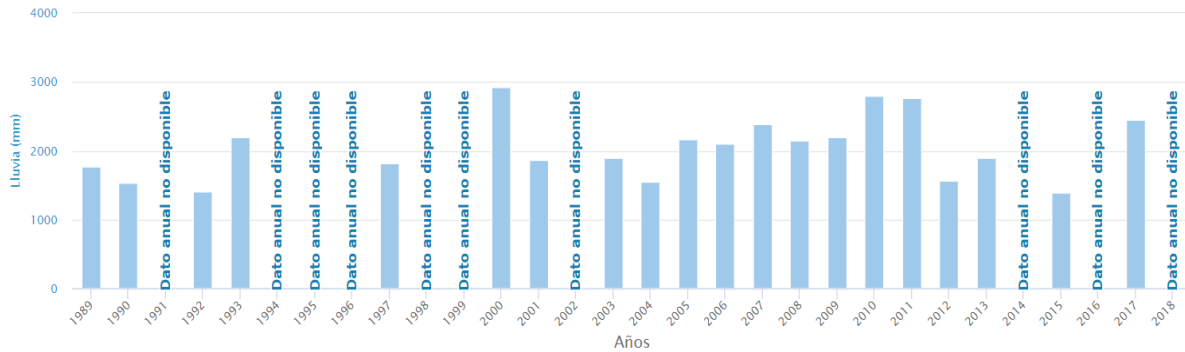


Imagen 3 reporte histórico de precipitación. Fuente: Cenicafe, reporte histórico multianual, Santa Marta, El Águila, Valle del Cauca recuperado de https://agroclima.cenicafe.org/login?p_p_id=58&p_p_lifecycle=0&_58_redirect=%2Fweb%2Fguest%2Fregistros-historicos

GEOLOGIA

La geología del municipio El Águila se encuentra constituido por formaciones rocosas de edad Mesozoica, dentro del periodo Cretáceo y corresponden a rocas ígneas y metamórficas. El área se caracteriza por presentar colinas alargadas que siguen el tren general de la cordillera Occidental, con derivaciones que se dirigen en la zona hacia el Este, las laderas tienen pendientes fuertes que generalmente oscilan entre 30 grados y 60 grados, los valles son profundos y en forma de “V” y los cauces en la zona de falla son rectilíneos, a través de toda el área posee gradientes altos capaces de transportar grandes volúmenes de sedimentos en pequeños lugares de depósito.

El principal rasgo estructural que se encuentra es la falla Argelia la cual cruza el municipio en sentido Sur-Norte, Además se encuentra cerca la falla de Romeral que tiene

una dirección Norte – Sur, se ubica en la cordillera Central en el flanco accidental, es la falla causante del mayor porcentaje de actividad sísmica potencialmente dañina para el eje cafetero, como ejemplo se tiene el sismo del año 1.999 que destruyó la ciudad de Armenia Quindío. (municipio el aguila , 2017)

RECURSO HIDRICO

El municipio de El Águila Cuenta con recursos hídricos de gran importancia en especial del río Cañaveral y el río Catarina; aguas subterráneas en las veredas de Cajones y Esparta y siete micro cuencas ubicadas en: Santa Helena, Cañaveral (Villanueva), San José, Catarina, Cajones, Quebrada Grande y La Guayacana. (municipio el aguila , 2017).

SOCIECONOMIA

SALUD

El municipio cuenta con todos los servicios públicos, un hospital de atención nivel I y 4 puestos de salud ubicados en los centros de concentración veredales principales.

(municipio el aguila , 2017). En hombres la tasa de mortalidad obedece a causas externas en el departamento (principalmente por homicidios y con mayor frecuencia en el grupo de edad de 15 a 44 años), explican en los hombres la perdida aproximada de 9674 años de vida potencialmente perdidos (AVPP) por cada 100000 habitantes/año, lo cual representa 3,6 veces más de lo perdido por enfermedades del sistema circulatorio y 5,1 veces más de lo que se pierde por las neoplasias. En mujeres las causas externas explican la perdida aproximada de 1197 AVPP por cada 100000 habitantes/año, 8,1 veces menor que la

presentada en los hombres. no se registró ningún caso de dengue grave, malaria, sarampión, Ébola o Parotiditis teniendo en cuenta que en varios lugares del valle del cauca si hubo presencia de dichas enfermedades, el municipio hasta el 2012 no disponía de planes de salud mental (Ministerio de salud y proteccion social, 2016)

EDUCACION

El municipio cuenta con 3 colegios nivel bachiller y 42 escuelas rurales nivel primario. (municipio el aguila , 2017). En el boletín estadístico de educación los municipios que estuvieron por encima del promedio departamental, solo cuatro alcanzaron promedios por encima del nacional: El águila, El Dovio, Ginebra y Roldanillo (secretaria de educacion departamental, 2017)

ECONOMIA

Los principales ingresos de El Águila giran principalmente entorno al sector primario de la economía agricultura, ganadería, minería y explotación forestal destacándose los cultivos de café, maíz, caña y plátano. (municipio El Aguila, Valle del cauca, 2020)

HABITANTES

El águila valle registro en el año 2018 una población total de 8909 habitantes mediante el censo del DANE, sin embargo, únicamente en la cabecera municipal que es donde se presentó el diagnóstico se registraron 2407 habitantes. (DANE, 2018)

MARCO LEGAL

Se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico (RAS) y se derogan las resoluciones 1096 del 2000, 0424 del 2001, 0668 del 2003, 1459 del 2005, 1447 del 2005 y 2320 del 2009. Este decreto es una orientación de diseño, ejecución, operación y mantenimiento de los sistemas de acueducto y alcantarillado. (ministerio de salud y proteccion social, 2017)

La corroboración de los componentes del sistema de abastecimiento se enmarca en los parámetros existen entes en el actual reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico RAS del 2017, título 2 de sistemas de acueducto, secciones 1, 2, 3 y 4.

Tabla 10 artículos correspondientes a los componentes hidráulicos

COMPONENTE	resolución 0330 del 2017	CRITERIOS Y PARAMETROS
Bocatoma	artículo 47	El caudal de diseño para la captación será hasta dos veces el QMD
	artículo 53	Los sistemas de captación deben ubicarse en tramos rectos Debe tener medios de protección y cercado Debe tener dispositivos de rejillas, cribados y pantallas Debe tener elementos de control de excesos y retornos a la fuente
Desarenador	artículo 55	Debe estar ubicado lo mas cerca posible de la bocatoma
		Debe tener dispositivo de rebose lateral
		Debe tener cerramiento para evitar el ingreso de personas y animales
		La velocidad horizontal debe ser inferior a 0,25m/s
Tanque de almacenamiento	artículo 79	El tiempo de retención hidráulico mínimo 20 minutos
		Debe tener almacenamiento de lodos y fondo con pendiente superior al 10%
		Debe tener un sistemas de bypass o paso directo
		Debe estar construido sobre un terreno con sistema de drenaje
		Debe tener un sistema de renovación de aire
		Debe tener un borde libre mínimo de 30cm y rebose
		Debe tener una pendiente de fondo que facilite la evacuación de lodos y limpieza
Sistemas de transporte de agua	artículo 81	Debe tener esquinas achaflanadas
		Debe tener un medio de ingreso de operarios o manhole
		Debe tener un sistema de bypass con el fin de no interrumpir el servicio a la población en labores de mantenimiento limpieza
Red de distribución	artículo 56	El volumen debe ser de 1/3 de lo consumido en el día de máxima demanda
		Debe tener un incremento de volumen según el nivel de riesgo
		La velocidad mínima permitida será 0,5m/s
		la velocidad máxima no debe sobrepasar la recomendada por el fabricante
		La presión mínima permitida será 10mca
Red de distribución	artículo 56	presión máxima no debe sobrepasar la recomendada por el fabricante
		La velocidad mínima permitida 0,5m/s
		la velocidad máxima no debe sobrepasar la recomendada por el fabricante
		La presión mínima permitida será 10mca
Red de distribución	artículo 61	La presión mínima permitida será 10mca
	artículo 62	La presión máxima permitida será 50mca
Red de distribución	artículo 63	El diámetro mínimo de tuberías 75mm
	artículo 71	La separación máxima entre hidrantes será 300m

Fuente: elaboración propia

Capítulo 5

OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar el estado actual de los componentes hidráulicos del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio del municipio El Águila, Valle del Cauca.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar las condiciones de funcionamiento que afectan cada uno de los componentes hidráulicos de los sistemas de captación, conducción, desarenado almacenamiento de agua potable y red de distribución.
2. Identificar parámetros hidráulicos que no estén cumpliendo con la norma vigente, resolución 0330 de 2017 RAS
3. Recomendar posibles soluciones a los parámetros que estén incumpliendo la presente norma

Capítulo 6

JUSTIFICACIÓN

La importancia del presente proyecto parte de la iniciativa de analizar el estado y comportamiento de los sistemas que componen el abastecimiento de agua potable del municipio El Águila (Valle del Cauca). Es decir, evaluar el estado de los sistemas de captación desarenado, almacenamiento y redes de distribución y conducción en este momento manejadas por la empresa de servicios públicos Acuavalle.

En lo referente a la pertinencia, el proyecto de diagnóstico que se plantea proviene del problema actual de pérdidas que se están generando del recurso hídrico en la entidad.

Para verificar pertinentemente que el sistema de abastecimiento este cumpliendo con los actuales lineamientos se necesita realizar estudio de las resoluciones y normatividad vigente aplicables al presente caso, y así mismo, se busca encontrar falencias en las obras de abastecimiento que se puedan subsanar de manera oportuna.

Este proyecto no se centra únicamente en el estudio del diagnóstico hidráulico, sino que además genera una visión del deber ser del buen funcionamiento que debería tener el sistema presente en la localidad El Águila, puesto que la Resolución 0330 de 2017 establece un reglamento técnico para el sector agua potable y saneamiento básico, en pro de generar parámetros idóneos para que las entidades que proveen agua potable con los estándares adecuados para el consumo humano.

“La salubridad y la calidad del agua son fundamentales para el desarrollo y el bienestar humanos. Proporcionar acceso a agua salubre es uno de los instrumentos más eficaces para promover la salud y reducir la pobreza.” (Organización Mundial de la Salud, 2019)

Capítulo 7

METODOLOGÍA

El diagnóstico está basado en un método de investigación descriptiva, por lo cual se evaluarán rasgos ya existentes en el sistema de abastecimiento de agua potable del municipio El Águila. El método descriptivo consiste en hacer una serie de selecciones, cuestiones, conceptos o variables y se mide cada una de ellas independientemente de las otras, con el fin, precisamente, de describir estos comportamientos. Estos estudios buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos u objetos. (Cazau, 2006)

Tabla 11 Procedimientos metodológicos para objetivos específicos

Procedimientos para cumplir los objetivos específicos	
Objetivos específicos	Procedimiento metodológico
Evaluación de componentes hidráulicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudiar la demanda de agua (censos proyecciones) 2. Identificar caudales de diseño 3. Chequeo visual de componentes de abastecimiento 4. Estudiar la hidrología general (mediciones de nivel, caudales y aforos) 5. Chequeo hidráulico del funcionamiento actual de los componentes
Identificar parámetros que no estén cumpliendo la norma	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis de cálculos hidráulicos 2. Verificar que los parámetros estén dentro de lo que estipula la actual norma
Identificar posibles soluciones para que los parámetros cumplan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar componente en mal funcionamiento 2. Proponer opción válida para solucionar el problema.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12 operacionalización de las variables parte 1

OBJETIVO ESPECÍFICO	VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	OPERACIONALIZACIÓN	CATEGORIZACIÓN O DIMENSIONES	DEFINICIÓN	INDICADOR	NIVEL DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	INDICE	VALOR
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	I
1	BOCATOMA	CUANTITATIVA-CONTINUAS	REJILLA	Caudal captado	Capacidad de la rejilla para captar el caudal que pasa a través de la estructura	Depende del caudal concesionado por la carder	NOMINAL	Metros cúbicos/segundo -Litros/segundo -Metros/segundo	Ancho Largo Número de espacios	Metros Cantidad
			CANAL DE ADUCCIÓN	Caudal transportado	Capacidad del canal para transportar el caudal captado				Ancho Largo Alto Pendiente	Metros mm/mm
			VERTEDERO DE EXCESOS	Caudal de excesos	Capacidad del vertedero para evacuar el caudal de excesos que será regresado al cauce con el fin de garantizar el caudal ecológico				Altura del vetedero Altura de la lámina de agua Ancho del vertedero	Metros
		CUALITATIVA-DICOTÓMICAS	MUROS LATERALES	EXISTE	Encauzan el agua hacia la rejilla y protegen los taludes.	Cumple / no cumple	PROPOSICIÓN	SI/NO	EXISTE O NO EXISTE	Componentes mínimos de funcionamiento de un sistema de captación estipulados en el RAS 2017, Artículo 53
			CÁMARA DE DERIVACIÓN	EXISTE	Cámara de recolección y encauzamiento del caudal de diseño al sistema de conducción					
		1	DESARENADOR	CUANTITATIVA-CONTINUAS	CAPACIDAD DE SEDIMENTACION	velocida de asentamiento	Capacidad total de la estructura para retener el caudal lo suficientemente con el fin de que las partículas discretas se sedimenten por su propio peso y queden retenidas	Depende la temperatura del agua peso especifico de las arenas que seran removidas	NOMINAL	metros/segundo
CUALITATIVA-DICOTÓMICAS	CAMARA DE AQUIETAMIENTO			EXISTE	camara donde llega el caudal captado, su funcion es disminuir la turbulencia del fluido	Existencia	PROPOSICIÓN	SI/NO	EXISTE O NO EXISTE	
	TABIQUE DISIPADOR DE ENERGIA			EXISTE	evita la presencia de corrientes superficiales del desarenador	Existencia	PROPOSICIÓN	SI/NO	EXISTE O NO EXISTE	
	CANAL DE EVACUACION DE LODOS			EXISTE	elemento cuya funcion es permitir el mantenimiento y limpieza del desarenador	Existencia	PROPOSICIÓN	SI/NO	EXISTE O NO EXISTE	
	VERTEDERO DE CONTROL			EXISTE	vierte los excesos de agua que logran pasar por la camara de derivacion nuevamente al afluente	Existencia	PROPOSICIÓN	SI/NO	EXISTE O NO EXISTE	

Fuente: elaboración propia

Tabla 13 operacionalización de las variables parte 2

OBJETIVO ESPECÍFICO	VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	OPERACIONALIZACIÓN	CATEGORIZACIÓN O DIMENSIONES	DEFINICIÓN	INDICADOR	NIVEL DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	INDICE	VALOR
A	B	C	D	E	F	G	H	J	I	
1	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	CUANTITATIVA-CONTINUAS	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO	Volumen de almacenamiento	Capacidad total de la estructura para almacenar agua en periodos en cuales la demanda es menor que el suministro de tal manera que en los periodos en los que la demanda sea mayor que el suministro se complete el déficit con el agua almacenada inicialmente	Depende del caudal máximo diario	NOMINAL	m3 m	Ancho Largo Altura	Volumen útil del tanque de almacenamiento RAS 2017, Artículo 81
		CUALITATIVA-DICOTÓMICAS	COMPONENTES BÁSICOS	EXISTE	Elementos como válvulas de control a la entrada y salida Aireadores Control de Nivel Rebose Lavado	Existencia	PROPOSICIÓN	SI/NO	EXISTE O NO EXISTE	Componentes mínimos de funcionamiento de un sistema de captación estipulados en el RAS 2017, Artículo 79
1	PRESIÓN	CUANTITATIVA-CONTINUAS	<p>Presión de trabajo: Es la presión nominal a la cual la tubería debería trabajar normalmente durante su vida útil.</p> <p>Presión nominal. Presión interna máxima a la cual puede estar sometida una tubería, considerando un factor de seguridad, y que es dada por el fabricante según los parámetros establecidos por el RAS 2017.</p>	Presión	Presión ejercida sobre un cuerpo debida al peso del agua.	(10m.c.a A 50 m.c.a)	NOMINAL	m.c.a PSI PASCALES ATMOSFERAS	Presión Máxima Presión Mínima	10 m.c.a 50 m.c.a
1	CAUDAL	CUANTITATIVA-CONTINUAS	<p>Caudal de diseño. Caudal estimado al final del periodo de diseño con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.</p> <p>Caudal máximo diario (QMD). Consumo máximo durante veinticuatro horas, observado en un periodo de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.</p> <p>Caudal máximo horario (QMH). Consumo máximo durante una hora, observado en un periodo de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.</p> <p>Caudal medio diario. Consumo medio durante veinticuatro horas, obtenido como el promedio de los consumos diarios en un periodo de un año.</p>	VELOCIDAD DIÁMETRO	Caudal. Cantidad de fluido que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo.	Depende del número de usuarios	NOMINAL	Metros cúbicos/segundo -Litros/segundo -Metros/segundo	Velocidad Máxima Velocidad Mínima Diámetro mínimo	0.5 m/s 2.5 m/s 1"
2	CUMPLIMIENTO DE LA NORMA	CUALITATIVA-DICOTÓMICAS	RESOLUCION 0330 de 2017 TITULO B:alcanzar; fijar los criterios básicos, los requisitos mínimos y los valores específicos y límites que deben tenerse en cuenta en los diferentes procesos involucrados en la conceptualización, el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los sistemas de acueducto que se desarrollen en la República de Colombia, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionalidad, calidad técnica, eficiencia de operación, sostenibilidad y redundancia, dentro de un nivel de complejidad del sistema determinado.	cumplimiento de la norma	la resolucion reglamenta los requisitos tecnicos que se deben cumplir en las etapas de diseño, construccion, puesta en marcha, operacion, mantenimiento y rehabilitacion de las infraestructuras relacionadas con los servicios publicos de acueducto alcantarillado y aseo	depende el estado actual de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable	PROPOSICIÓN	SI/NO	CUMPLE O NO CUMPLE	RESOLUCION 0330 de 2017 TITULO B

Fuente: elaboración propia

Tabla 14 Cronograma de actividades

Cronograma de actividades																																				
	agosto				septiembre				octubre				noviembre				diciembre				enero				febrero				marzo							
ACTIVIDAD	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Elección y definición tema problema	■	■	■	■																																
Estructuración objetivos					■	■	■	■																												
Recolección información									■	■	■	■	■	■	■	■																				
Desarrollo de instrumentos																	■	■	■	■	■	■	■	■												
Análisis de instrumentos de recolección																					■	■	■	■	■	■	■	■								
Desarrollo de anteproyecto																									■	■	■	■	■	■	■	■				
Validación información recolectada																																	■	■	■	■
Análisis y conclusiones																																				
Desarrollo final del texto																																				

Nota. Fuente: Elaboración propia

Capítulo 8

RESULTADOS OBTENIDOS

En el presente capítulo se evaluaron las condiciones de funcionamiento que afectan cada uno de los componentes hidráulicos dando solución al primer objetivo específico del presente documento.

ESTUDIO DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE

PROYECCION DE LA POBLACION

Según el RAS Resolución 0330 de 2017 para todos los sistemas de acueducto se adoptará un periodo de diseño de 25 años (ministerio de salud y proteccion social, 2017)

Tabla 15 censos de la cabecera municipal de El Águila

Año	1973	1985	1993	2005	2018
Población	2925	2585	2313	2411	2407

Datos obtenidos del DANE. Elaboración propia

Para la proyección de la población se utilizó el método aritmético. La tasa de crecimiento de la población fue hallada mediante 3 combinaciones de ciclos censales y depurando la más alta y la más baja para evitar ir a los extremos. La ecuación para hallar la tasa de crecimiento para el método aritmético es:

Ecuación 1 tasas de crecimiento de los métodos aritmético, geométrico y exponencial

$$\frac{(Ac - Al)}{(Pc - Pl)} \quad \left(\frac{Pc}{Pl}\right)^{\frac{1}{Ac - Al}} - 1 \quad \ln Pc - \frac{\ln Pl}{Ac - Al}$$

Siendo:

Ac el año más cercano

Al año más lejano

Pc la población más cercana

Pl la población más lejana

Tabla 16 tasas de crecimiento métodos aritmético, geométrico y exponencial

PERIODO		TASA DE CRECIMIENTO		
INICIAL	FINAL	ARITMETICO	GEOMETRICO	EXPONENCIAL
1973	1985	-30,91	-0,0112	-0,0112
1985	1993	-30,22	-0,0123	-0,0124
1993	2005	8,166666667	0,0035	0,0036
2005	2018	-0,30769231	-0,0001	-0,0003
1993	2018	3,76	0,0016	0,0015

Fuente elaboración propia

Ecuación 2 proyección método aritmético

$$P_f = P_{uc} + \left(\frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{uci}} \right) \times (T_f - T_{uc})$$

Ecuación 3 proyección método geométrico

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

Ecuación 4 proyección método exponencial

$$P_f = P_{uc}^{k * (T_{uc} - T_{ci})}$$

Donde:

Pf: Población final proyectada

Puc: Conteo último de la Población

Pci: Conteo último Censo de la Población

Tuc: Año actual

Tci: Año del último Censo

r: tasa de crecimiento geométrico

k: tasa de crecimiento exponencial

Tabla 17 diferencias de proyección al año 2018.

Arit	P. 2018 Arit	Diferen	r	P. 2018 Geo	Diferen	k	P. 2018 Exp	Diferen
-30,91	2010	-397	-0,0112	2084	-323	-0,0112	2791	384
-30,22	2019	-388	-0,0123	2054	-353	0,0124	2832	425
8,17	2518	111	0,0035	2522	115	0,0035	2306	-101
-0,31	2407	-3	-0,0001	2407	0	-0,0003	2421	-1
3,76	2460	53	0,0016	2459	57	0,0015	2365	-42

Fuente: elaboración propia. Nota: En la anterior tabla se muestra la variación de la proyección de población al año 2018 por los métodos aritmético, geométrico y exponencial con las respectivas tasas de crecimiento obtenidas en la tabla 15, estas proyecciones son comparadas con el último censo del DANE.

Se mostrará la proyección de la población por los métodos aritmético, geométrico y exponencial con las tasas de crecimiento de 3.76, 0.0016 y 0.000015 respectivamente.

Tabla 18 proyección de la población método aritmético, geométrico y exponencial.

Año	Aritmético	Geométrico	Exponencial
2018	2407	2407	2407
2019	2411	2411	2408
2020	2415	2415	2409
2021	2419	2419	2410
2022	2423	2423	2411
2023	2427	2427	2412
2024	2431	2431	2413
2025	2435	2435	2414
2026	2439	2439	2415
2027	2443	2443	2416
2028	2447	2447	2417
2029	2451	2451	2418
2030	2455	2455	2419
2031	2459	2459	2420
2032	2463	2463	2421
2033	2467	2467	2422
2034	2471	2471	2423
2035	2475	2475	2424
2036	2479	2479	2425
2037	2483	2483	2426
2038	2487	2487	2427
2039	2491	2491	2428
2040	2495	2495	2429
2041	2499	2499	2430
2042	2503	2503	2431
2043	2507	2507	2432
2044	2511	2511	2433
2045	2515	2516	2434

Fuente elaboración propia. *Nota: como dato adicional, en los anexos se podrá evidenciar la proyección de población desde el año 2020 hasta el 2045 por los métodos geométrico y exponencial.*

La tasa de crecimiento con la que se basó la proyección a el año actual año 2020 y al periodo de diseño de 25 años (año 2045) es la de 3.76 del método aritmético.

La diferencia entre las proyecciones de la población del año 2020 y 2045 por el método aritmético es de 100 habitantes.

DEMANDA DE AGUA DE LA POBLACION PROYECTADA

Se calculo la demanda de agua de dos maneras:

Con los datos del censo del DANE y la dotación neta del RAS 2017, y con el consumo anual y el número de suscriptores, estos últimos datos los proporciono la empresa prestadora de servicios públicos ACUAVALLE.

De los resultados obtenidos se eligió el más óptimo para la ejecución del diagnóstico.

Tabla 19 Demanda de agua por proyecciones de población

Año	Suscriptores	Consumos anuales m3	Consumo m3/sus*mes
2017	752	107156,992	11.674
2018	756	107726,976	11.876
2019	759	108154,464	12.063

Fuente: elaboración propia

DOTACION NETA

La dotación neta residencial se define en base a la altura sobre el nivel del mar en la cual está ubicada la población. Según la resolución 0330 de 2017 RAS (ministerio de salud y proteccion social, 2017)

Tabla 20 dotación neta

Altura promedio sobre el nivel del mar	Dotación neta MAXIMA (l/hab*día)
de la población atendida	
> 2000 m.s.n.m	120
1000-2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

Fuente: resolución 0330 de 2017 (ministerio de salud y proteccion social, 2017). Nota:

La altura del municipio de El Águila esta entre los 1700 y 2000 metros sobre el nivel del mar por lo tanto la dotación neta con la que se trabajó la demanda de agua fue de 130 l/(hab*día).

DOTACION BRUTA

La dotación bruta para el diseño de cada uno de los componentes que conforman el sistema de acueducto se debe calcular conforme a la siguiente ecuación:

Ecuación 5 dotación bruta

$$D_{bruta} = \frac{d_{neta}}{(1 - \%p)}$$

Donde,

Dbruta: Dotación bruta

Dneta: Dotación neta

%p: porcentaje de pérdidas técnicas máximas para diseño

Según lo establecido en el Art. 44 de la resolución 0330 de 2017, el porcentaje de pérdidas técnicas máxima en la ecuación anterior engloba el total de pérdidas esperadas

en todos los componentes del sistema (como conducciones aducciones y redes), así como las necesidades de la planta de agua potable, y no deberán superar el 25%.(ministerio de salud y proteccion social, 2017)

$$D_{bruta} = \frac{130 \frac{l}{hab * dia}}{(1 - 0.25)} = 173.33 \frac{l}{hab * dia}$$

Finalmente, para hallar la demanda de agua se aplicó la siguiente ecuación:

Ecuación 6 caudal medio diario

$$Qmd = D_{bruta} * Poblacion / 86400$$

$$Qmd = 173.33 \frac{l}{hab * dia} * \frac{2515}{86400} = 5.05 l/s$$

Tabla 21 Porcentajes de uso

Porcentaje de suscriptores		
Residencial	Comercial	Institucional
95.92%	3.03%	1.05%

Fuente: elaboración propia. Nota: no existen suscriptores industriales dentro de la cabecera municipal, datos proporcionados por E.S.P Acuavalle

Tabla 22 Demanda de agua por proyección de suscriptores

Año	Suscriptores	Consumos anuales m3	Consumo m3/sus*mes
2017	752	107156,992	11.674
2018	756	107726,976	11.876
2019	759	108154,464	12.063

Fuente: elaboración propia. Nota: datos proporcionados por E.S.P Acuavalle

Según la E.S.P ACUAVALLE El índice de ocupación en los años 2017, 2018 y 2019 ha sido de 3.2 habitantes por vivienda aproximadamente, por lo tanto, para el año 2020 se adoptó el mismo valor. Las perdidas en el año 2019 fueron del 19.97% con una población flotante del 8%, en los anexos se podrá encontrar la tabla de proyección de la demanda desde el año 2020 hasta el año 2045.

Por el método aritmético de proyección de la misma manera que se hizo con los censos del DANE se proyectó el número de suscriptores y el consumo al año 2020 arrojando un resultado de 767 suscriptores y un caudal anual de 109284.43 m³/año

$$D_{neta} = 109284.43 \frac{m^3}{año} * \frac{1}{767susc} * \frac{1000l}{1m^3} * \frac{1año}{365dia} * \frac{1}{\frac{3.2hab}{viv}}$$

$$= 121.99l/(hab * dia)$$

El diagnóstico de las estructuras hidráulicas se trabajó basado en esta dotación neta que es la real del municipio dado el caso que fuese mayor que la de 130 l/(hab*día) el municipio estaría gastando más agua de la propuesta por la norma.

$$D_{bruta} = \frac{121.99 \frac{l}{hab * dia}}{(1 - 0.25)} = 162.65 \frac{l}{hab * dia}$$

$$Q_{md} = 162.65 \frac{l}{hab * dia} * \frac{767susc * 3.2}{86400} = 4.62 l/s$$

CAUDALES DE DISEÑO

Según el artículo 47 de la resolución 0330 los caudales de diseños para los componentes de un sistema de acueducto son:

Tabla 23 caudales de diseño para los diferentes componentes de un sistema de abastecimiento

Componente	Caudal de diseño
captación de fuente superficial	hasta 2 veces QMD
Desarenador	QMD
Aducción	QMD
Conducción	QMD
Tanque	QMD
Red de distribución	QMH

Fuente (ministerio de salud y proteccion social, 2017)

Donde: QMD es caudal máximo diario y QMH es caudal máximo horario.

Para poblaciones de estudio menores a 12500 habitantes los factores de mayoración K1 y K2 no deberán exceder los valores de 1.3 y 1.6 respectivamente. (ministerio de salud y proteccion social, 2017)

Ecuación 7caudal máximo diario

$$QMD = Qmd * 1.3 \quad QMD = 4.62l/s * 1.3 = 6.01l/s$$

Ecuación 8caudal máximo horario

$$QMH = QMD * 1.6 \quad QMH = 6.01l/s * 1.6 = 9.62l/s$$

Tabla 24 proyección de la demanda al año 2045

AÑOS	POBLACION	COBERTURA (%)	POBLACION SERVIDA	POBLACION FLOTANTE	DOTACION NETA ESTACIONAL	PERDIDAS (%)	DOTACION NETA FLOTANTE (L/hab-dia)	CONSUMOS NETOS (L/s)					PERDIDAS (L/s)	CONSUMO MEDIO	CONSUMO MAXIMO	CONSUMO MAXIMO	
								domestico	flotante	comercial	industrial	institucional					TOTAL
2020	2415	100%	2415	193,2	125	0,2	62,5	3,49	0,14	0,11	0	0,04	3,79	0,95	4,74	6,01	9,62
2021	2419	100%	2419	193,52	125	0,2	62,5	3,50	0,14	0,11	0	0,04	3,79	0,95	4,74	6,02	9,64
2022	2423	100%	2423	193,84	125	0,2	62,5	3,51	0,14	0,12	0	0,04	3,80	0,95	4,75	6,03	9,65
2023	2427	100%	2427	194,16	125	0,2	62,5	3,51	0,14	0,12	0	0,04	3,81	0,95	4,76	6,04	9,67
2024	2431	100%	2431	194,48	125	0,2	62,5	3,52	0,14	0,12	0	0,04	3,81	0,95	4,77	6,05	9,69
2025	2435	100%	2435	194,8	125	0,2	62,5	3,52	0,14	0,12	0	0,04	3,82	0,95	4,77	6,06	9,70
2026	2439	100%	2439	195,12	125	0,2	62,5	3,53	0,14	0,12	0	0,04	3,83	0,96	4,78	6,07	9,72
2027	2443	100%	2443	195,44	125	0,2	62,5	3,53	0,14	0,12	0	0,04	3,83	0,96	4,79	6,08	9,73
2028	2447	100%	2447	195,76	125	0,2	62,5	3,54	0,14	0,12	0	0,04	3,84	0,96	4,80	6,09	9,75
2029	2451	100%	2451	196,08	125	0,2	62,5	3,55	0,14	0,12	0	0,04	3,84	0,96	4,81	6,10	9,77
2030	2455	100%	2455	196,4	125	0,2	62,5	3,55	0,14	0,12	0	0,04	3,85	0,96	4,81	6,11	9,78
2031	2459	100%	2459	196,72	125	0,2	62,5	3,56	0,14	0,12	0	0,04	3,86	0,96	4,82	6,12	9,80
2032	2463	100%	2463	197,04	125	0,2	62,5	3,56	0,14	0,12	0	0,04	3,86	0,97	4,83	6,13	9,81
2033	2467	100%	2467	197,36	125	0,2	62,5	3,57	0,14	0,12	0	0,04	3,87	0,97	4,84	6,14	9,83
2034	2471	100%	2471	197,68	125	0,2	62,5	3,57	0,14	0,12	0	0,04	3,88	0,97	4,85	6,15	9,85
2035	2475	100%	2475	198	125	0,2	62,5	3,58	0,14	0,12	0	0,04	3,88	0,97	4,85	6,16	9,86
2036	2479	100%	2479	198,32	125	0,2	62,5	3,59	0,14	0,12	0	0,04	3,89	0,97	4,86	6,17	9,88
2037	2483	100%	2483	198,64	125	0,2	62,5	3,59	0,14	0,12	0	0,04	3,89	0,97	4,87	6,18	9,89
2038	2487	100%	2487	198,96	125	0,2	62,5	3,60	0,14	0,12	0	0,04	3,90	0,98	4,88	6,19	9,91
2039	2491	100%	2491	199,28	125	0,2	62,5	3,60	0,14	0,12	0	0,04	3,91	0,98	4,88	6,20	9,92
2040	2495	100%	2495	199,6	125	0,2	62,5	3,61	0,14	0,12	0	0,04	3,91	0,98	4,89	6,21	9,94
2041	2499	100%	2499	199,92	125	0,2	62,5	3,62	0,14	0,12	0	0,04	3,92	0,98	4,90	6,22	9,96
2042	2503	100%	2503	200,24	125	0,2	62,5	3,62	0,14	0,12	0	0,04	3,93	0,98	4,91	6,23	9,97
2043	2507	100%	2507	200,56	125	0,2	62,5	3,63	0,15	0,12	0	0,04	3,93	0,98	4,92	6,24	9,99
2044	2511	100%	2511	200,88	125	0,2	62,5	3,63	0,15	0,12	0	0,04	3,94	0,98	4,92	6,25	10,00
2045	2515	100%	2515	201,2	125	0,2	62,5	3,64	0,15	0,12	0	0,04	3,95	0,99	4,93	6,26	10,02

Fuente: elaboración propia. Nota: la población utilizada es la proyectada por el método aritmético

ESTUDIO HIDROLOGICO

CAUDALES DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO

Tabla 25 Caudales de las fuentes de abastecimiento

QUEBRADA	CAUDAL (l/s)		
	mínimo	medio	máximo
Volconda	3,81	15,25	89,59
La Florida	4,76	16,65	99,48

Fuente elaboración propia. Nota: basada en datos proporcionados por la (corporacion autonoma regional del valle del cauca (CVC), 2012)

AFOROS REALIZADOS

Se realizo un aforo por parte de la empresa ACUAVALLE a las fuentes de abastecimiento en el año 2018, dando como resultado del aforo 16.5 l/s la quebrada Volconda y 17.8 l/s la quebrada La Florida.

Por parte del autor del presente diagnostico se realizó un aforo de corroboración a ambas quebradas, mediante un recipiente de medición de volumen y cronometro. arrojando como resultado los datos expresados en la siguiente tabla:

Tabla 26aforo de las fuentes de abastecimiento

	volumen del recipiente	20litros	
		tiempo de llenado (s)	caudal (l/s)
Volconda	caudal captado	2,1	9,5
	caudal NO captado	4,5	4,5
	total		14,0
La Florida	caudal al desarenador	3,5	5,7
	caudal en vertedero	3,6	5,6
	caudal NO captado	4,7	4,3
	total		15,5

Fuente elaboración propia.

DIAGNOSTICO DE LAS ESTRUCTURAS

El diagnostico hidráulico está orientado a aquellos datos que requiere la estructura y/o especifica la norma para el buen funcionamiento. Está basado en lo que expresa Ricardo Alfredo López Cualla en su libro elementos de diseño para acueductos y alcantarillados (Cualla, 2003) así como también el vigente reglamento básico para el sector de agua potable y saneamiento básico resolución 0330 de 2017 RAS (ministerio de salud y proteccion social, 2017) para cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento evaluados.

BOCATOMA LA FLORIDA



Imagen 4 Bocatoma La Florida, fuente: tesista

Tabla 27 bocatoma la florida descripción física

Ubicación	La Florida	Elemento	Bocatoma de fondo
Componente hidráulico	Existencia	Estado	Observación
Muros laterales	NO	N/A	La ausencia de muros en avenidas torrenciales permite que el agua circule por los lados de la rejilla sin ingresar al sistema de abastecimiento y erosionando sus alrededores
Rejilla de acceso de agua	SI	DEFECTUOSO	La rejilla posee dos cuerpos uno de ellos no posee travesaño alguno y el otro ya los tiene doblados del peso de las rocas provenientes de la cascada, esto puede permitir el acceso de rocas de un tamaño considerable que puede llegar a provocar daños en la caja de recolección
Canal de aducción	SI	BUENO	Cuenta con pendiente y dimensiones que permite el fácil acceso del agua a la caja de recolección
caja de distribución	SI	BUENO	La caja de derivación es de fácil acceso para mantenimiento y lavado
Compuerta	SI	DEFECTUOSO	Es una compuerta sin cierre mecánico, los fontaneros abren halando una guaya cuando necesitan hacer mantenimiento.
Solado de entrada	NO	N/A	Permite la erosión aguas arriba de rejilla
Azud	NO	N/A	La ausencia del azud hace que el movimiento del agua sea poco natural aguas debajo de la rejilla
dado dissipador de energía	NO	N/A	Permite la erosión aguas debajo de la bocatoma
vertedero de excesos	NO	N/A	No controla el caudal adecuado para el desarenador
tubería de excesos	SI	DEFECTUOSO	rebose en caja de recolección
Aducción	SI	BUENO	Es una tubería de material homogéneo que llega directamente al desarenador

Fuente elaboración propia. Nota: La evidencia de dichas descripciones se encuentra en los anexos “fotos de las visitas de campo”

Tabla 28 diagnóstico hidráulico bocatoma La Florida

Datos de campo	Existente	Chequeo hidráulico
Longitud muros laterales	N/A	3m
Altura muros laterales	N/A	0,50 m
Numero de contracciones	N/A	2 unid.
Ancho de la canaleta de captación	0.5m	0,5 m
Longitud del canal de aducción	3.7 m	3.06m
Altura geométrica parte superior	0,40m	0,173 m
Altura geométrica parte inferior	0,56 m	0,296 m
Pendiente canal de aducción (Geometría)	4%	4%
Ancho del río en el sitio de captación	5 m	5 m
Ancho de la rejilla	0,50 m	0.5 m
Largo de la rejilla	1,6 m	0.5 m
Barras de la Rejilla (1")	0,0254 m	0.0254m
Separación entre barras	0,009 m	0.03
Numero de barras	22 unid.	9 unid.
Velocidad de paso entre los barrotes asumida (0,1 – 0,2 m/s)	0,10 m/s	0.1
Área cámara de derivación (1,00 m * 1,50 m)	1,15 m ²	1,2 m ²
Altura geométrica del vertedero	N/A	0.1
Caudal de excesos	N/A	0l/s
Tubería de salida aducción	3"	3"
Capacidad de captación por la rejilla	46.8l/s	11.9l/s

Fuente elaboración propia. Nota: los datos existentes en la tabla se pueden confirmar en los levantamientos de las estructuras ubicadas en los anexos.

BOCATOMA VOLCONDA



Imagen 5 Bocatoma Volconda, fuente: tesista

Tabla 29 bocatoma Volconda descripción física

Ubicación	Volconda	Elemento	Bocatoma de fondo
Componente hidráulico	Existencia	Estado	Observación
Muros laterales	NO	N/A	La ausencia de muros en avenidas torrenciales permite que el agua circule por los lados de la rejilla sin ingresar al sistema de abastecimiento y erosionando sus alrededores
Rejilla de acceso de agua	Si	DEFECTUOSO	A la rejilla le hace faltan 3 travesaños que permiten el acceso de algunas rocas de tamaño considerable
Canal de aducción	SI	BUENO	Cuenta con pendiente y dimensiones que permite el fácil acceso del agua a la caja de recolección

Componente hidráulico	Existencia	Estado	Observación
caja de recolección	SI	BUENO	La caja de derivación es de fácil acceso para mantenimiento y lavado
Compuerta	SI	BUENO	La válvula de lavado es de cierre lento completamente funcional
Solado de entrada	NO	N/A	Permite la erosión aguas arriba de rejilla
Azud	NO	N/A	La ausencia del azud hace que el movimiento del agua sea poco natural aguas debajo de la rejilla
dado disipador de energía	NO	N/A	Permite la erosión aguas debajo de la bocatoma
vertedero de excesos	NO	N/A	No controla el caudal adecuado para el desarenador
tubería de excesos	SI	DEFECTUOSO	Rebose en caja de recolección
Aducción	SI	BUENO	Es una tubería de material homogéneo que llega directamente al desarenador (general)

Fuente elaboración propia. Nota: La evidencia de dichas descripciones se encuentra en los anexos “fotos de las visitas de campo”

Tabla 30 diagnóstico hidráulica bocatoma Volconda

Datos de campo	Existente	Chequeo hidráulico
Longitud muros laterales	N/A	3m
Altura muros laterales	N/A	0,50 m
Numero de contracciones	N/A	2 unid.
Ancho de la canaleta de captación	0.5m	0,52 m
Longitud del canal de aducción	2,50 m	2,46 m
Altura geométrica parte superior	0,40m	0,186 m
Altura geométrica parte inferior	0,55 m	0,284 m
Pendiente canal de aducción (Geometría)	6%	4%
Ancho del río en el sitio de captación	3.8 m	3.8m
Ancho de la rejilla	0,50 m	0.55 m
Largo de la rejilla	1,6 m	0.4 m
Barras de la Rejilla (1")	0,0254 m	0.0254m
Separación entre barras	0,009 m	0.03
Numero de barras	42 unid.	8 unid.
Velocidad de paso entre los barrotes asumida (0,1 – 0,2 m/s)	0,10 m/s	0,10 m/s
Área cámara de derivación (1,00 m * 1,50 m)	1,36 m ²	1,2 m ²
Altura geométrica del vertedero	N/A	0.1
Caudal de excesos	N/A	3.0 l/s
Tubería de salida aducción	4"	4"
Capacidad de captación por la rejilla	24.3 l/s	15.0 l/s

Fuente elaboración propia. Nota: los datos existentes en la tabla se pueden confirmar en los levantamientos de las estructuras ubicadas en los anexos.

DESARENADOR GENERAL



Imagen 6 Desarenador general, fuente: tesista

Tabla 31 desarenador general Volconda descripción física

Ubicación	Volconda	Elemento	Desarenador no convencional (general)
Componente hidráulico	Existencia	Estado	Observación
cámara de aquietamiento	NO	N/A	La ausencia de cámara de aquietamiento prolonga la suspensión de las partículas de arena en el agua evitando que se sedimente por su propio peso
vertedero de excesos	SI	DEFECTUOSO	Posee palos de madera para subir el nivel del mismo
tabique de entrada	NO	N/A	La ausencia de tabique de entrada permite que las partículas de arena circulen por la superficie y dado el caso demoren más en sedimentarse

válvula de lavado	SI	BUENO	La válvula de lavado es de cierre lento completamente funcional
tabique de salida	NO	N/A	En vez de funcionar como tabique de salida posee un vertedero donde el agua es dirigida finalmente a la conducción
placa de aislamiento	SI	BUENO	Posee placas de concretos móviles y permanece tapado para evitar contaminación
vertedero de salida	SI	bueno	Después de que el flujo pasa el vertedero es dirigido a la conducción

Fuente elaboración propia. Nota: La evidencia de dichas descripciones se encuentra en los anexos “fotos de las visitas de campo”

Tabla 32 diagnóstico hidráulico del desarenador general

Datos de campo	Funcionamiento actual	Funcionamiento eficiente
Caudal de diseño QMD	11 l/s	6.01
Tamaño de partículas a remover	0.0001	0.0001
Temperatura del agua	15 °C	15 °C
Viscosidad cinemática	1,14,E-02 cm ² /s	1,14,E-02 cm ² /s
Eficiencia del Desarenador 87.5%	2,37 a/t	2,37 a/t
Peso específico de la arena (γ_{ar})	2,65 g/cm ³	2,65 g/cm ³
Relación longitud: ancho:	6.02	6.02
Profundidad útil del Desarenador	1.7	1.7
Caudal de llegada al Desarenador	15.21	12
Ancho de la cámara de llegada al Desarenador	N/A	N/A
peso específico del agua a 15 °C (γ_{ag})	1,00 g/cm ³	1,00 g/cm ³
Gravedad	9,81 m/s ²	9,81 m/s ²
Velocidad de sedimentación (Vs) $V_s = \frac{(g/18)*((\gamma - H_2O)/visc)*d^2}{1}$	7.88 E-03	7.88 E-03
Tiempo teórico de caída de la partícula (t) $t=H/v$	215.73s	215.73s
Tiempo real de caída de la partícula (a) $a = t * (a/t)$	511.28s	511.28s

Datos de campo	Funcionamiento actual	Funcionamiento eficiente
Volumen del tanque (V) $V=a*Q$	16.03m ³	3.07m ³
Área superficial del tanque (As) $As=V/H$	9.68m ²	1.8 m ²
Ancho del tanque (B) $B=(As/3)^{0.5}$	1.33m	0.67m
Largo del tanque (L) $L=4*B$	7.36m	2.69m
Chequeo de la carga hidráulica superficial $CHS=Q/As$	59.28m ³ /m ² -dia	168.98m ³ /m ² -dia
Chequeo del tiempo de retención hidráulico $TRH=V/Q$	1457.27s	1457.27s
chequeo de la velocidad horizontal $V=L/TRH$	0.00135m/s	0.001349m/s
Velocidad horizontal máxima admitida $V=20*V_s$	0.16m/s	0.16m/s
Altura de la lámina en el vertedero de salida $H=(Q/(1.84*B))^{2/3}$	0.01m	0.003m
Velocidad sobre la cresta del vertedero de salida $V_v=Q/B*H$	0.83m/s	1.5m/s
Ancho del canal de salida $X_s=0.36*v^{2/3}+0.6*H^{4/7}$	N/A	0.175m
$BL = \text{Borde libre } A = X_s + BL$	0.15	0.1
Caudal de excesos $Q_{exc}=Q_{captado}-Q_{diseño}$	4.21l/s	5.99l/s
Altura de la lámina sobre el vertedero de excesos $H_e=(Q_{exc}/1.84*L)^{2/3}$	0.041m	0.006
Profundidad Cámara de quietamiento $H/3$	N/A	N/A
REYNOLDS DE LA PARTICULA $V*D/v$	0.606	0.606

Fuente elaboración propia. Nota: los datos existentes en la tabla se pueden confirmar en los levantamientos de las estructuras ubicadas en los anexos.

DESARENADOR LA FLORIDA



Imagen 7 Desarenador La Florida, fuente: tesista

Tabla 33desareandor la florida descripción física

Ubicación	La florida	Elemento	Desarenador convencional
componente hidráulico	Existencia	Estado	Observación
cámara de aquietamiento	NO	N/A	La ausencia de cámara de aquietamiento prolonga la suspensión de las partículas de arena en el agua evitando que se sedimente por su propio peso
vertedero de excesos	SI	DEFECTUOSO	El vertedero está a simple vista en buen estado, pero le hace falta un componente hidráulico que le ayude a cumplir la función de control de caudal

tabique de entrada	SI	N/A	Hace que el agua circule por debajo de el para facilitar la sedimentación de las partículas de arena
válvula de lavado	SI	BUENO	La válvula de lavado es de cierre lento completamente funcional
tabique de salida	SI	BUENO	El tabique de salida funciona como un deflector del curso del agua puesto que deja que la misma transite por encima y por debajo de él.
placa de aislamiento	SI	BUENO	Posee tapa de inspección y permanece cerrado para evitar contaminación
vertedero de salida	NO	N/A	Posee un paso por un tubo en vez de un vertedero, este paso de a una cámara donde el flujo cae y después retoma por otra tubería que conduce al desarenador general

Fuente elaboración propia. Nota: La evidencia de dichas descripciones se encuentra en los anexos “fotos de las visitas de campo”

Tabla 34 diagnostico hidráulico del desarenador La Florida

Datos de campo	Funcionamiento actual	Funcionamiento eficiente
Caudal de diseño QMD	5.7l/s	3.005
Tamaño de partículas a remover	0.0001	0.0001
Temperatura del agua	15 °C	15 °C
Viscosidad cinemática	1,14,E-02 cm ² /s	1,14,E-02 cm ² /s
Eficiencia del Desarenador	87.5%	2,37 a/t
Peso específico de la arena (γ_{ar})	2,65 g/cm ³	2,65 g/cm ³
Relación longitud: ancho:	2.73	3
Profundidad útil del Desarenador	0.7	0.7
Caudal de llegada al Desarenador	11.3l/s	11.3l/s
Ancho de la cámara de llegada al Desarenador	N/A	N/A
peso específico del agua a 15 °C (γ_{ag})	1,00 g/cm ³	1,00 g/cm ³

Datos de campo	Funcionamiento actual	Funcionamiento eficiente
Gravedad	9,81 m/s ²	9,81 m/s ²
Velocidad de sedimentación (Vs) $V_s = (g/18) * ((\gamma - 2^d * (\rho_{siv} / (\rho_{O2H} \gamma$	7.88E-03	7.88E-03
Tiempo teórico de caída de la partícula (t) $t = H/v$	88.83s	88.83s
Tiempo real de caída de la partícula (a) $a = t * (a/t)$	210.53s	210.53s
Volumen del tanque (V) $V = a * Q$	7.79 m ³	0.64 m ³
Área superficial del tanque (As) $As = V/H$	11.13	0.91
Ancho del tanque (B) $B = (As/3)^{0.5}$	2.02m	0.48m
Largo del tanque (L) $L = 4 * B$	5.51m	1.90m
Chequeo de la carga hidráulica superficial $CHS = Q/As$	63.22 m ³ /m ² -dia	410.39 m ³ /m ² -dia
Chequeo del tiempo de retención hidráulico $TRH = V/Q$	1366.67s	1366.67s
chequeo de la velocidad horizontal $V = L/TRH$	0.000555m/s	0.000555m/s
Velocidad horizontal máxima admitida $V = 20 * V_s$	0.16s	0.16s
Altura de la lámina en el vertedero de salida $H = (Q / (1.84 * B))^{2/3}$	N/A	0.013m
Velocidad sobre la cresta del vertedero de salida $V_v = Q/B * H$	N/A	0.2m/s
Ancho del canal de salida $X_s = 0.36 * v^{2/3} + 0.6 * H^{4/7}$	N/A	0.175
BL = Borde libre $A = X_s + BL$	N/A	
Caudal de excesos $Q_{exc} = Q_{captado} - Q_{diseño}$	5.6L/S	0.013l/s
Altura de la lámina sobre el vertedero de excesos $H_e = (Q_{exc} / 1.84 * L)^{2/3}$	0.06m	0.0
Profundidad Cámara de aquietamiento $H/3$	N/A	
REYNOLDS DE LA PARTICULA $V * D/v$	0.606	0.606

Fuente elaboración propia. Nota: datos existentes en la tabla se pueden confirmar en los levantamientos de las estructuras ubicadas en los anexos.

TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Para calcular la eficiencia de los tanques de abastecimiento que posee el municipio de El Águila, se necesitó la siguiente tabla donde se presenta el porcentaje de consumo de agua hora a hora día en que más se ha presentado consumo. Dicha tabla fue suministrada por la empresa prestadora del servicio de agua potable.

Tabla 35 porcentaje de consumo hora a hora

hora	consumo horario (%)	consumo acumulado (%)	suministro horario (%)	suministro acumulado (%)	déficit horario	déficit acumulado	volumen horario
0-1	0,0%	0,0%	4,17%	4,17%	4,17%	4,17%	14,83%
1-2	0,0%	0,0%	4,17%	8,33%	4,17%	8,33%	19,00%
2-3	0,0%	0,0%	4,17%	12,50%	4,17%	12,50%	23,17%
3-4	1,0%	1,0%	4,17%	16,67%	3,17%	15,67%	26,33%
4-5	3,0%	4,0%	4,17%	20,83%	1,17%	16,83%	27,50%
5-6	6,0%	10,0%	4,17%	25,00%	-1,83%	15,00%	25,67%
6-7	12,0%	22,0%	4,17%	29,17%	-7,83%	7,17%	17,83%
7-8	7,0%	29,0%	4,17%	33,33%	-2,83%	4,33%	15,00%
8-9	4,0%	33,0%	4,17%	37,50%	0,17%	4,50%	15,17%
9-10	3,0%	36,0%	4,17%	41,67%	1,17%	5,67%	16,33%
10-11	6,0%	42,0%	4,17%	45,83%	-1,83%	3,83%	14,50%
11-12	8,0%	50,0%	4,17%	50,00%	-3,83%	0,00%	10,67%
12-13	8,0%	58,0%	4,17%	54,17%	-3,83%	-3,83%	6,83%
13-14	6,0%	64,0%	4,17%	58,33%	-1,83%	-5,67%	5,00%
14-15	5,0%	69,0%	4,17%	62,50%	-0,83%	-6,50%	4,17%
15-16	5,0%	74,0%	4,17%	66,67%	-0,83%	-7,33%	3,33%
16-17	4,0%	78,0%	4,17%	70,83%	0,17%	-7,17%	3,50%
17-18	5,0%	83,0%	4,17%	75,00%	-0,83%	-8,00%	2,67%
18-19	6,0%	89,0%	4,17%	79,17%	-1,83%	-9,83%	0,83%
19-20	5,0%	94,0%	4,17%	83,33%	-0,83%	-10,67%	0%
20-21	3,0%	97,0%	4,17%	87,50%	1,17%	-9,50%	1,17%
21-22	2,0%	99,0%	4,17%	91,67%	2,17%	-7,33%	3,33%
22-23	1,0%	100,0%	4,17%	95,83%	3,17%	-4,17%	6,50%
23-24	0,0%	100,0%	4,17%	100,00%	4,17%	0,00%	10,67%

Fuente: (E.S.P. ACUAVALLE S.A., 2019)

TANQUE CABECERA MUNICIPAL

Imagen 8 Tanque Cabecera Municipal

Tabla 36 tanque de la cabecera municipal, descripción física

Ubicación	Cabecera	Elemento	Tanque de almacenamiento
componente hidráulico	existencia	Estado	Observación
tipo de tanque	SI	BUENO	Tanque semienterrado
Rebose	SI	BUENO	el rebose permite evacuar el agua, cuando el nivel del tanque esta al máximo
Lavado	SI	BUENO	la tubería de lavado está conectada a una cámara de alcantarillado dentro del mismo cerramiento del tanque
Manhole	SI	BUENO	permite la entrada de los operarios con facilidad para los mantenimientos rutinarios
escaleras	SI	BUENO	permite el descenso fácil y seguro dentro del tanque

componente hidráulico	existencia	Estado	Observación
cerramientos	SI	BUENO	el cerramiento es en muro a media altura y encima se extiende una malla acerada, posee un solo acceso
elementos de medición	SI	DEFECTUOSO	el nivel del tanque se mide constantemente con una regla, el consumo del tanque lo mide un micromedidor y además posee una telemetría en mal estado
válvulas	SI	DEFECTUOSO	posee válvula de cierre hacia la distribución sin embargo existe una válvula de llegada al tanque que cuando se cierra estalla la tubería además del cerramiento que está en perfecto estado el tanque fue construido con un sistema de filtración que en caso de que el tanque se fracture toda el agua va a llegar a la misma cámara del lavado
elementos de seguridad	SI	BUENO	el bypass es un sistema de desvío de agua para hacer reparaciones o mantenimientos en ciertos tramos y así evitar el corte total del agua
Bypass	NO	N/A	

Fuente elaboración propia. Nota: La evidencia de dichas descripciones se encuentra en los anexos “fotos de las visitas de campo”

Tabla 37 datos generales del tanque de la cabecera municipal

Datos generales	
Caudal	5.42 l/s
Suscriptores	692
Nivel de riesgo (medio)	20%

Nota: fuente elaboración propia, para el cálculo el caudal fue proporcionado con los suscriptores reales debido a que una parte de este va destinado a el tanque del barrio Asprodica.

Tabla 38 dimensiones del tanque de almacenamiento de la cabecera

dimensiones	
Ancho	7.6m
Largo	7.6m
Profundidad efectiva	3.25
Volumen actual	187.72m ³
Volumen necesario 1/3 día	156.09m ³
Volumen necesario de incendio	31.22m ³
Volumen necesario Total	187.31

Fuente: elaboración propia, las dimensiones del presente tanque pueden chequearse en los planos anexos de los tanques y los volúmenes necesarios fueron calculados con lo que se estipula en la actual resolución 0330 2017-RAS.

Tabla 39 volumen del tanque y compensación, cabecera

volumen del tanque de almacenamiento y compensación	
caudal de diseño	5,42 l/s
caudal de diseño	468,4608 m ³ /día
suscriptores	692 sus
índice	3,2
población proyectada	2214,4 hab
numero de hidrantes	2 unidad
volumen de incendio	16,30 m ³
volumen horario máximo	27,50%
volumen para la regulación de la demanda domestica	154,59206 m ³
volumen del tanque	170,89 m ³

Fuente: elaboración propia, los datos presentados en la anterior tabla tienen como fin calcular el volumen basada en la tabla 32 de porcentajes de consumo hora a hora

Tabla 40 comparación de volúmenes para el tanque de la cabecera municipal

comparación de volúmenes de agua: tanque Cabecera municipal	volúmenes (m3)
Levantamiento	187.72
Volumen del caudal máximo diario en un tercio de día	187.31
Volumen según la tabla de porcentajes de consumo hora a hora	170.89

Fuente: elaboración propia

TANQUE BARRIO ASPRODICA



Imagen 9 Tanque Barrio Asprodica

Tabla 41 tanque Barrio Asprodica, descripción física

Ubicación	B. Asprodica	Elemento	Tanque de almacenamiento
Componente hidráulico	Existencia	Estado	Observación
tipo de tanque	SI	BUENO	Tanque a la vista
Rebose	SI	BUENO	el rebose permite evacuar el agua, cuando el nivel del tanque esta al máximo
Lavado	SI	BUENO	la tubería de lavado está conectada a una cámara de alcantarillado dentro del mismo cerramiento del tanque
Manhole	SI	BUENO	permite la entrada de los operarios con facilidad para los mantenimientos rutinarios
escaleras	SI	BUENO	permite el descenso fácil y seguro dentro del tanque
cerramientos	SI	BUENO	es el mismo cerramiento de la PTAP está fabricado en malla de acero perimetral y posee una entrada vehicular
elementos de medición	SI	DEFECTUOSO	el nivel del tanque se mide constantemente con una regla, el consumo del tanque lo mide un micromedidor
válvulas	SI	BUENO	posee válvula de cierre hacia la distribución y una válvula de llegada al tanque
elementos de seguridad	NO	N/A	los elementos de seguridad son lo que se anticipan a los posibles riegos, en este caso este tanque no posee ningún elemento que garantice la continuidad del servicio en casos adversos
Bypass	NO	N/A	el bypass es un sistema de desvío de agua para hacer reparaciones o mantenimientos en ciertos tramos y así evitar el corte total del agua

Fuente elaboración propia. Nota: La evidencia de dichas descripciones se encuentra en los anexos “fotos de las visitas de campo”

Tabla 42 datos generales del tanque del Barrio Asprodica

Datos generales	
Caudal	0.58l/s
Suscriptores	75
Nivel de riesgo (medio)	20%

Fuente: elaboración propia, para el cálculo el caudal fue proporcionado con los suscriptores reales debido a que una parte de este va destinado a el tanque del barrio Asprodica.

Tabla 43 dimensiones del tanque de almacenamiento del Barrio Asprodica

Dimensiones	
Ancho	6m
Largo	6m
Profundidad efectiva	1m
Volumen actual	36m ³
Volumen necesario 1/3 día	16.70m ³
Volumen necesario de incendio	3.34
Volumen necesario Total	20.04

Fuente: elaboración propia. Nota: las dimensiones del presente tanque pueden chequearse en los planos anexos de los tanques y los volúmenes necesarios fueron calculados con lo que se estipula en la actual resolución 0330 2017-RAS.

Tabla 44 volumen del tanque y compensación, B. Asprodica

Volumen del tanque de almacenamiento y compensación	
caudal de diseño	0,59 l/s
caudal de diseño	50,976 m ³ /día
Suscriptores	75 sus
Índice	3,2
población proyectada	240 hab
numero de hidrantes	2 unidad
volumen de incendio	5,42 m ³
volumen horario máximo	27,50%
volumen para la regulación de la demanda domestica	16,82208 m ³
volumen del tanque	22,24 m ³

Fuente: elaboración propia. Nota: los datos presentados en la anterior tabla tienen como fin calcular el volumen basada en la tabla 32 de porcentajes de consumo hora a hora

Tabla 45 comparación de volúmenes para el tanque del Barrio Asprodica

comparación de volúmenes de agua: tanque Asprodica	volúmenes (m³)
Levantamiento	36
Volumen del caudal máximo diario en un tercio de día	20.04
Volumen según la tabla de porcentajes de consumo hora a hora	22.24

Fuente: elaboración propia

ELEMENTOS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCION

ADUCCIONES

El sistema de aducción se compone por dos aducciones de diferentes obras de captación las cuales llegan a dos desarenadores diferentes.

La aducción que conduce el agua de la bocatoma Volconda tiene una longitud de aproximada de ciento cincuenta (150) metros, el material de la tubería que transporta el agua es en PVC de 4 pulgadas, la cual no posee ninguna válvula, sin embargo, posee algunos orificios para liberar el aire que se acumula en la tubería.

La aducción que conduce el agua de la bocatoma La Florida al desarenador tiene una longitud aproximada de treinta y cuatro (34) metros en tubería de hierro galvanizado de tres (3) pulgadas, la cual no posee ninguna válvula.

La aducción de la bocatoma La Florida (C-B) fue simulada con la ayuda del software EPANET mientras que la aducción de la bocatoma de Volconda (A-B) se simuló mediante el software EPASWUMM. Las aducciones se simularon con software diferente debido a que la aducción proveniente del desarenador La Florida funciona con presión en la tubería y la aducción procedente de la bocatoma Volconda funciona a flujo libre en la tubería.

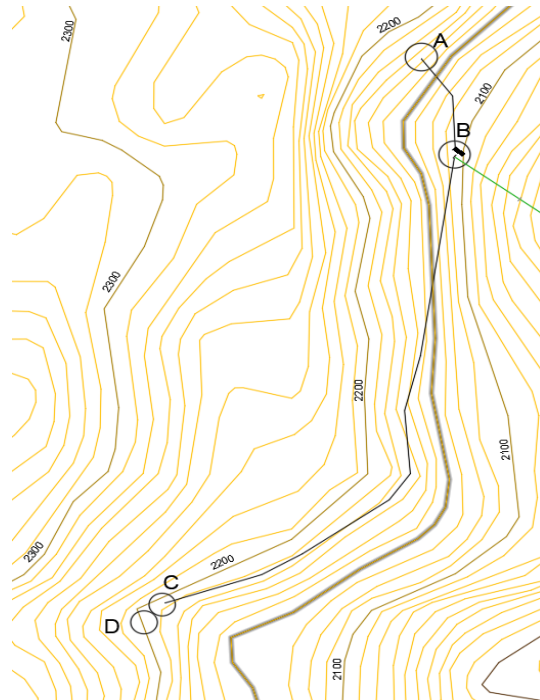


Imagen 10 localización de aducciones. Fuente: elaboración propia

Donde las letras en los puntos corresponden a las siguientes estructuras hidráulicas:

A: bocatoma de la quebrada Volconda.

B: desarenador general.

C: desarenador de la quebrada La Florida.

D: bocatoma de la quebrada la Florida.

La línea verde que se puede visualizar saliendo del punto B, corresponde al inicio de la conducción.

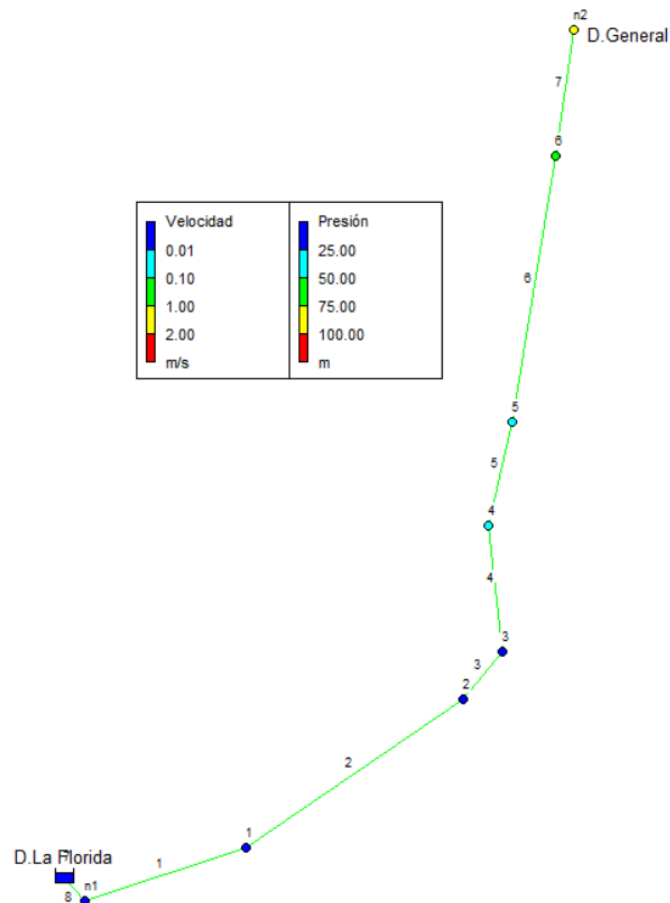


Imagen 11 esquema grafico aducción la florida- desarenador general. Fuente: elaboración propia

Tabla 46 información en los nodos aducción la florida

ID Nudo	Cota (m)	Demanda (l/s)	Presión (mca)
Conexión n1	2195,09	0	0,19
Conexión n2	2107	3	83,25
Conexión 1	2186,42	0	7,72
Conexión 2	2177,21	0	16,03
Conexión 3	2174,02	0	18,8
Conexión 4	2165,38	0	27,01
Conexión 5	2154,57	0	37,46
Conexión 6	2127,84	0	63,27
Embalse 7	2195,5	-3	0

Fuente: elaboración propia

Tabla 47 información en líneas aducción la florida

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugosidad (mm)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	P.Un. (m/km)
Tubería 1	122,43	70	0,011	3	0,78	9,36
Tubería 2	190,55	80,42	0,0015	3	0,59	4,69
Tubería 3	44,7	70	0,011	3	0,78	9,36
Tubería 4	91,89	80,42	0,0015	3	0,59	4,7
Tubería 5	77,05	80,42	0,0015	3	0,59	4,69
Tubería 6	195,36	80,42	0,0015	3	0,59	4,69
Tubería 7	92,12	70	0,011	3	0,78	9,36
Tubería 8	23,25	70	0,011	3	0,78	9,36

Fuente: elaboración propia

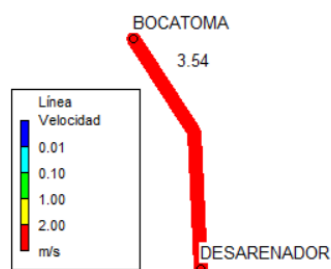


Imagen 12 esquema grafico aducción Volconda. Fuente: elaboración propia

Tabla 48 información de nudos en aducción Volconda

INFORMACION EN NUDOS			
UBICACIÓN	NIVEL EN TUBERIA	NIVEL MAX	MSNM
bocatoma volconda	0,03	0,03	2159,43
desarenador general	0,1	0,1	2105,1

Fuente: elaboración propia

Tabla 49 información de línea aducción Volconda

INFORMACION EN LINEAS						
ADUCCION	CAUDAL (l/s)	LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)	VELOCIDAD (m/s)	RELACIONES HIDRAULICAS tubo lleno	TIRANTE (cm)
TUBERIA DE 4" PVC	6,01	149,55	36%	3,54	0,16	0,27

Fuente: elaboración propia

CONDUCCION

El sistema de recolección y transporte de aguas para la potabilización cuenta con dos aducciones diferentes.

La conducción del desarenador de La Florida con llegada al desarenador general que posee una longitud aproximada de setecientos sesenta (760) metros en un diámetro de tres (3) pulgadas, la tubería inicia en fibrocemento sin embargo existen 2 tramos donde se han producido daños en los cuales se ha cambiado por tubería en PVC de tres (3) pulgadas

La conducción que transporta el agua del desarenador general a la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) está construida inicialmente en hierro galvanizado y con el pasar de los años y efectuando arreglos se ha ido cambiando el material en tramos por materiales de hierro galvanizado, asbesto cemento y PVC, todos los materiales en un diámetro comercial de 4 pulgadas, sin embargo los primeros ciento veinte (120) metros son en material PVC de seis (6) pulgadas, por último se evidenciaron cuatro (4) válvulas de purga de cuatro (4) pulgadas y veintiún (21) válvulas ventosas.

La simulación de la conducción se realizó con la ayuda del software EPANET, para la modelación se tuvo en cuenta las pérdidas localizadas generadas por válvulas ventosas, válvulas de purga y accesorios.

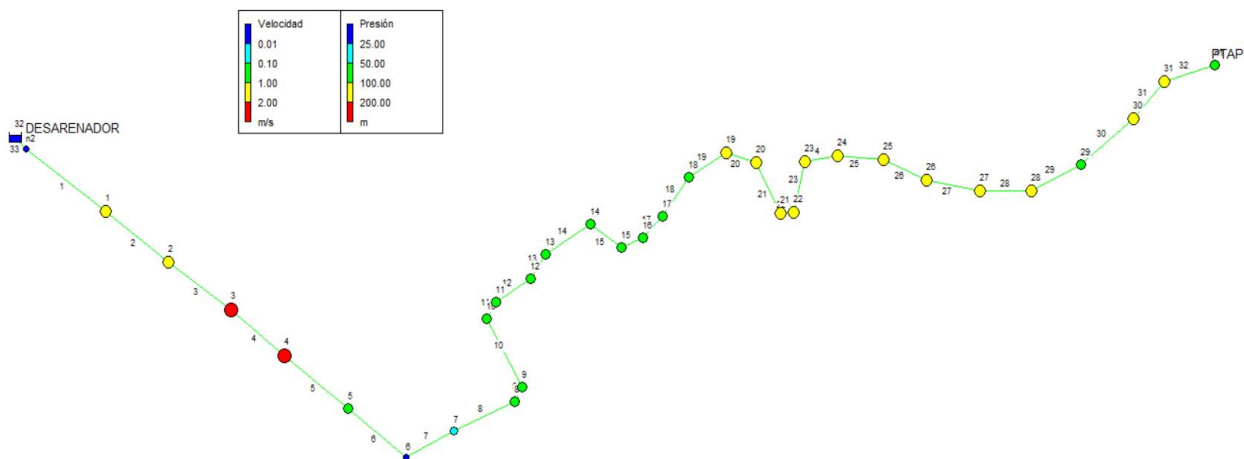


Imagen 13 esquema grafico simulación de conducción. Fuente elaboración propia

Tabla 50 información de nodos en la conducción

ID Nudo	Cota (m)	Demanda (l/s)	Presión (mca)	ID Nudo	Cota (m)	Demanda (l/s)	Presión (mca)
Conexión n1	2015	6,01	65,04	Conexión 16	1992	0	99,77
Conexión n2	2105	0	0,2	Conexión 17	1991	0	100,11
Conexión 1	2000	0	104,98	Conexión 18	1990	0	100,22
Conexión 2	1950	0	153,86	Conexión 19	1980	0	109,35
Conexión 3	1890	0	212,8	Conexión 20	1965	0	123,73
Conexión 4	1900	0	201,95	Conexión 21	1928	0	159,66
Conexión 5	2035	0	66	Conexión 22	1917	0	170,32
Conexión 6	2085	0	15,09	Conexión 23	1940	0	146,33
Conexión 7	2050	0	48,96	Conexión 24	1910	0	175,88
Conexión 8	2010	0	87,66	Conexión 25	1942	0	143,24
Conexión 9	2010	0	87,34	Conexión 26	1975	0	109,59
Conexión 10	2033	0	62,88	Conexión 27	1915	0	168,84
Conexión 11	2030	0	65,45	Conexión 28	1973	0	110,16
Conexión 12	2001	0	93,57	Conexión 29	1985	0	97,37
Conexión 13	2001	0	93,03	Conexión 30	1970	0	111,42
Conexión 14	2005	0	87,98	Conexión 31	1970	0	110,8
Conexión 15	1995	0	97,22	Embalse 32	2105,2	-6,01	0

Fuente: elaboración propia

Tabla 51 información de líneas en la conducción

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	P.Uni (m/km)	ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	P.Uni (m/km)
Tubería 1	260,29	152,22	6,01	0,33	0,86	Tubería 18	119,33	96	6,01	0,83	7,46
Tubería 2	207,27	103,42	6,01	0,72	5,38	Tubería 19	115,28	96	6,01	0,83	7,56
Tubería 3	202,86	103,42	6,01	0,72	5,23	Tubería 20	81,93	96	6,01	0,83	7,62
Tubería 4	180,55	108,7	6,01	0,65	4,71	Tubería 21	142,08	96	6,01	0,83	7,55
Tubería 5	212,21	108,7	6,01	0,65	4,47	Tubería 22	34,3	96	6,01	0,83	9,87
Tubería 6	194,66	108,7	6,01	0,65	4,7	Tubería 23	130,42	96	6,01	0,83	7,56
Tubería 7	141,03	96	6,01	0,83	7,95	Tubería 24	86,78	103,42	6,01	0,72	5,2
Tubería 8	174,96	96	6,01	0,83	7,44	Tubería 25	120,15	103,42	6,01	0,72	5,32
Tubería 9	41,55	96	6,01	0,83	7,78	Tubería 26	123,58	103,42	6,01	0,72	5,31
Tubería 10	194,66	96	6,01	0,83	7,52	Tubería 27	141,87	103,42	6,01	0,72	5,25
Tubería 11	48,2	96	6,01	0,83	8,92	Tubería 28	134,41	103,42	6,01	0,72	5,08
Tubería 12	107,78	96	6,01	0,83	8,08	Tubería 29	145,37	103,42	6,01	0,72	5,42
Tubería 13	72,54	96	6,01	0,83	7,44	Tubería 30	178,67	103,42	6,01	0,72	5,31
Tubería 14	139,65	96	6,01	0,83	7,56	Tubería 31	123	103,42	6,01	0,72	5,1
Tubería 15	99,72	96	6,01	0,83	7,6	Tubería 32	137,56	103,42	6,01	0,72	5,47
Tubería 16	61,29	96	6,01	0,83	7,45	Tubería 33	0,1	152,22	6,01	0,33	1,49
Tubería 17	74,33	96	6,01	0,83	8,76						

Fuente: elaboración propia

DISTRIBUCION

La red de distribución de la cabecera municipal es una red mixta compuesta redes en malla y de ramales por otra parte la red del barrio Asprodica es únicamente en malla.

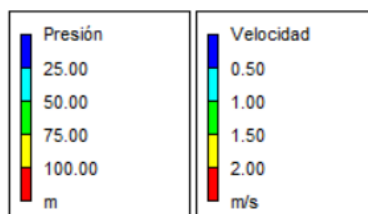
La red de distribución en su totalidad está en material PVC con válvulas que sectorizan en puntos estratégicos asentadas por la empresa caso de reparaciones o mantenimientos, esta red cuenta con sesenta (60) metros de tubería de seis (6) pulgadas más otros cincuenta (50) metros en cuatro (4) pulgadas; el resto del sistema está dado en tubería desde dos (2) y hasta tres (3) pulgadas, dos (2) válvulas de regulación de presión, quince (15) hidrantes, seis (6) puntos de muestreo y cuarenta (40) válvulas de corte las cuales permiten la sectorización.11

La recolección de datos de la red distribución se realizó mediante un seguimiento presencial al recorrido de las tuberías en compañía del personal de la empresa de servicios públicos.

El análisis de los datos recolectados se ejecutó con la ayuda del software EPANET.

Se analizó toda la red primero con el QMH y por segundo con el QMD más un hidrante funcionando. A continuación, se muestra la escala de colores para las variables presión y velocidad.

Imagen 14 paleta de colores presión y velocidad, red de distribución



Nota: fuente elaboración propia

Distribución con QMH

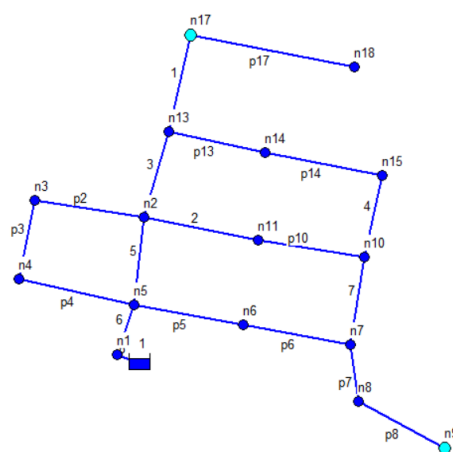


Imagen 15 esquema grafico de distribución Barrio Asprodica QMH. Fuente: elaboración propia

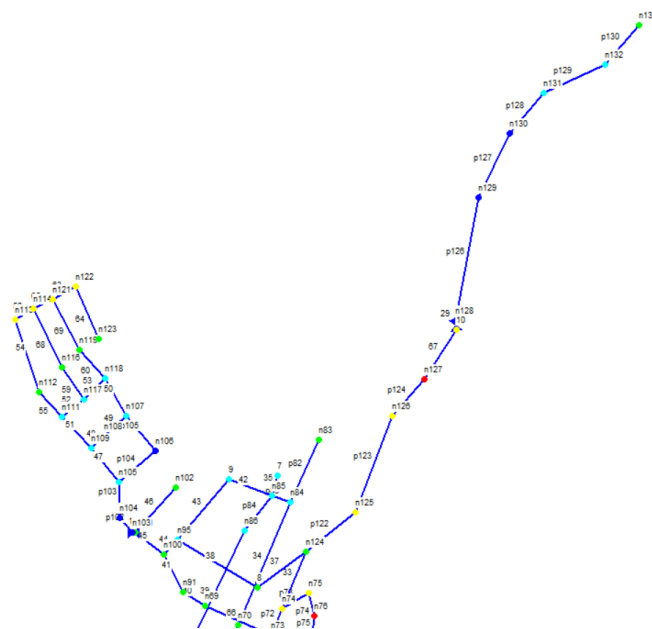


Imagen 16 esquema grafico de distribución cabecera 1 QMH. Fuente: elaboración propia

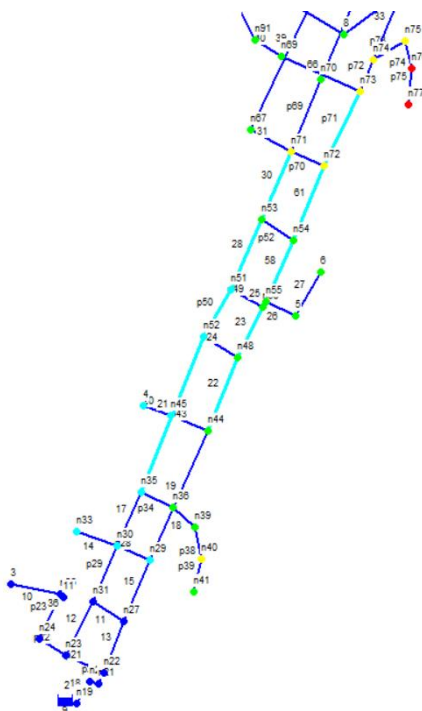


Imagen 17 esquema grafico de distribución cabecera 2 QMH. Fuente: elaboración propia

Tabla 52 información de nodos en la distribución QMH

ID Nudo	Cota (m)	Demanda (l/s)	Presión (mca)	ID Nudo	Cota (m)	Demanda (l/s)	Presión (mca)
Conexión n1	2002,0	0	13	Conexión n76	1730,0	0,11	102,55
Conexión n2	1998,0	0,06	16,99	Conexión n77	1726,0	0,11	106,55
Conexión n3	1997,2	0,06	17,76	Conexión n83	1770,0	0,11	63,05
Conexión n4	1999,3	0,06	15,66	Conexión n84	1786,0	0,11	47,05
Conexión n5	2000,0	0,06	14,99	Conexión n85	1792,0	0,11	41,01
Conexión n6	1999,2	0,06	15,8	Conexión n86	1788,0	0,11	45,03
Conexión n7	1993,6	0,06	21,36	Conexión n91	1775,0	0,11	57,51
Conexión n8	1990,0	0,06	24,99	Conexión n95	1784,0	0,11	48,48
Conexión n9	1982,0	0,06	32,99	Conexión n100	1778,0	0,11	54,46
Conexión n10	1994,0	0,06	20,99	Conexión n101	1768,0	0,11	64,36
Conexión n11	2000,0	0,06	14,99	Conexión n102	1774,0	0,11	58,35
Conexión n13	1992,4	0,06	22,63	Conexión n103	1767,0	0,02	10
Conexión n14	1994,7	0,06	20,34	Conexión n104	1760,0	0,11	16,96
Conexión n15	1992,3	0,06	22,74	Conexión n105	1751,8	0,11	25,06
Conexión n17	1988,5	0,06	26,45	Conexión n106	1754,0	0,11	22,86
Conexión n18	1990,2	0,06	24,79	Conexión n107	1736,0	0,11	40,85
Conexión n19	1828,0	0	6,98	Conexión n108	1735,8	0,11	41,05
Conexión n20	1823,2	0	11,76	Conexión n109	1736,0	0,11	40,85
Conexión n21	1821,4	0	13,52	Conexión n111	1730,0	0,11	46,83
Conexión n22	1820,6	0,11	14,31	Conexión n112	1714,0	0,11	62,83
Conexión n23	1824,9	0,11	10,03	Conexión n113	1698,0	0,11	78,82
Conexión n24	1821,0	0,11	13,88	Conexión n114	1700,0	0,11	76,81
Conexión n25	1822,0	0,11	12,87	Conexión n116	1716,0	0,11	60,82
Conexión n27	1810,0	0,11	24,87	Conexión n117	1729,0	0,11	47,83
Conexión n29	1790,0	0,11	44,83	Conexión n118	1728,7	0,11	48,16
Conexión n30	1803,0	0,11	31,79	Conexión n119	1716,0	0,11	60,82
Conexión n31	1818,0	0,11	16,85	Conexión n121	1698,0	0,11	78,81
Conexión n33	1807,4	0,11	27,4	Conexión n122	1699,0	0,11	77,8
Conexión n35	1794,0	0,11	40,69	Conexión n123	1717,0	0,11	59,79
Conexión n36	1782,0	0,11	52,69	Conexión n124	1762,0	0,11	70,49
Conexión n39	1764,0	0,11	70,68	Conexión n125	1740,0	0,11	92,44
Conexión n40	1758,0	0,11	76,68	Conexión n126	1738,0	0,11	94,38
Conexión n41	1763,0	0,11	71,68	Conexión n127	1732,0	0,11	100,35
Conexión n44	1778,0	0,11	56,51	Conexión n128	1742,0	0	10
Conexión n45	1788,0	0,11	46,51	Conexión n129	1738,0	0,11	13,97
Conexión n48	1784,0	0,11	50,01	Conexión n130	1728,0	0,11	23,95
Conexión n50	1782,0	0,11	51,74	Conexión n131	1724,0	0,11	27,95
Conexión n51	1784,1	0,11	49,65	Conexión n132	1703,5	0,11	48,46
Conexión n52	1786,0	0,11	48,01	Conexión n133	1694,0	0,11	57,94
Conexión n53	1774,0	0,11	59,44	Conexión 3	1826,0	0,11	8,87
Conexión n54	1772,0	0,11	61,44	Conexión 4	1788,0	0,11	46,51
Conexión n55	1782,0	0,11	51,71	Conexión 5	1762,0	0,11	71,7
Conexión n67	1764,0	0,11	69,12	Conexión 6	1760,0	0,11	73,7
Conexión n69	1772,0	0,11	60,54	Conexión 7	1791,0	0,11	42,01
Conexión n70	1760,0	0,11	73,11	Conexión 8	1772,0	0,11	60,48
Conexión n71	1758,0	0,11	75,15	Conexión 9	1786,0	0,11	46,79
Conexión n72	1748,0	0,11	85,13	Conexión 10	1742,0	0,11	90,33
Conexión n73	1744,0	0,11	88,65	Conexión 11	1823,0	0	11,87
Conexión n74	1748,0	0,11	84,58	Embalse 1	2015,0	-0,94	0
Conexión n75	1740,0	0,11	92,56	Embalse 2	1835,0	-8,68	0

Fuente: elaboración propia

Tabla 53 información de las tuberías en red de distribución QMH

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	P,Un,(m/km)	ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	P,Un,(m/km)
Tubería p2	40,28	80,42	1,29	0,25	1,1	Tubería 10	44,56	80,42	0,07	0,01	0,01
Tubería p3	29,09	80,42	1,33	0,26	1,2	Tubería 11	32,54	80,42	0,68	0,13	0,36
Tubería p4	43,15	80,42	1,37	0,27	1,3	Tubería 12	53,11	103,42	2,08	0,25	0,76
Tubería p5	40,43	80,42	1,34	0,26	1,25	Tubería 13	48,53	152,22	7,93	0,44	1,37
Tubería p6	39,86	80,42	1,3	0,26	1,09	Tubería 14	37,8	80,42	0,07	0,01	0,01
Tubería p7	20,94	80,42	0,08	0,02	0,01	Tubería 15	59,84	152,22	7,18	0,39	1,11
Tubería p8	35,72	80,42	0,04	0,01	0	Tubería 17	52,34	103,42	3,24	0,39	1,68
Tubería p10	39,1	80,42	2,22	0,44	2,82	Tubería 18	26,04	80,42	0,21	0,04	0,03
Tubería p13	36,01	80,42	1,72	0,88	17,19	Tubería 19	125,72	103,42	6,43	0,77	5,7
Tubería p14	43,71	80,42	3,32	0,65	5,81	Tubería 20	25,99	80,42	0,07	0,01	0,01
Tubería p17	61,04	80,42	0,04	0,01	0	Tubería 21	147,82	80,42	2,89	0,57	4,55
Tubería p18	22,79	152,22	10,42	0,57	2,03	Tubería 22	69,96	80,42	1,22	0,24	1
Tubería p19	7,86	152,22	10,42	0,57	2,88	Tubería 23	49,35	80,42	1,91	0,38	2,16
Tubería p20	11,02	152,22	10,42	0,57	2,65	Tubería 24	35,31	80,42	0,75	0,15	0,43
Tubería p21	36,76	103,42	2,42	0,29	1,02	Tubería 25	5,55	80,42	2,03	0,4	2,36
Tubería p22	28,15	80,42	0,27	0,05	0,07	Tubería 26	29,33	54,58	0,14	0,06	0,11
Tubería p23	43,9	80,42	0,21	0,04	0,04	Tubería 27	44,63	54,58	0,07	0,03	0,03
Tubería p28	31,79	80,42	0,68	0,13	0,37	Tubería 28	67,57	80,42	1,81	0,36	1,98
Tubería p29	54,61	103,42	2,69	0,32	1,21	Tubería 30	66,55	80,42	1,75	0,35	1,87
Tubería p34	31,78	80,42	0,27	0,05	0,07	Tubería 31	41,01	80,42	0,6	0,12	0,29
Tubería p38	28,93	80,42	0,14	0,03	0,02	Tubería 33	65,49	80,42	0,96	0,19	0,65
Tubería p39	29,17	80,42	0,07	0,01	0,01	Tubería 34	140,89	80,42	0,45	0,09	0,18
Tubería p43	35,4	80,42	0,14	0,03	0,02	Tubería 35	21,8	54,58	0,07	0,03	0,03
Tubería p49	32,67	80,42	0,19	0,04	0,03	Tubería 37	64,1	80,42	0,21	0,04	0,04
Tubería p50	48,24	80,42	2,07	0,41	2,5	Tubería 38	98,18	80,42	0,14	0,03	0,01
Tubería p52	33,34	80,42	0,01	0	0	Tubería 39	160,09	80,42	0,53	0,11	0,23
Tubería p69	69	80,42	0,52	0,1	0,22	Tubería 40	27,53	80,42	0,87	0,17	0,54
Tubería p70	31,85	80,42	0,56	0,11	0,26	Tubería 41	44,79	80,42	0,8	0,16	0,47
Tubería p71	73,37	80,42	2,24	0,44	2,88	Tubería 42	49,25	54,58	0,64	0,27	2,02
Tubería p72	30,52	80,42	1,23	0,24	0,99	Tubería 43	83,69	54,58	0,57	0,25	1,65
Tubería p73	32,69	54,58	0,21	0,09	0,28	Tubería 44	21,12	80,42	0,64	0,13	0,32
Tubería p74	24,69	54,58	0,14	0,06	0,11	Tubería 45	38,25	80,42	1,37	0,27	1,21
Tubería p75	32,46	54,58	0,07	0,03	0,03	Tubería 46	64,43	54,58	0,07	0,03	0,03
Tubería p82	72,45	80,42	0,07	0,01	0,01	Tubería 47	46,65	80,42	0,6	0,12	0,29
Tubería p83	20,3	80,42	0,31	0,16	0,89	Tubería 48	18,44	80,42	0,14	0,03	0,02
Tubería p84	47,5	80,42	0,47	0,09	0,18	Tubería 49	31,13	80,42	0,07	0,01	0,01
Tubería p102	20,11	80,42	1,17	0,23	0,91	Tubería 50	45,25	80,42	0,36	0,07	0,12
Tubería p103	37,81	80,42	1,1	0,22	0,81	Tubería 51	45,08	80,42	0,39	0,08	0,14
Tubería p104	51,15	80,42	0,43	0,08	0,16	Tubería 52	29,2	80,42	0,06	0,01	0,01
Tubería p105	48,4	80,42	0,36	0,07	0,12	Tubería 53	31,83	80,42	0,14	0,03	0,01
Tubería p122	66,97	80,42	0,69	0,14	0,36	Tubería 54	81	80,42	0,19	0,04	0,03
Tubería p123	109,3	80,42	0,62	0,12	0,3	Tubería 55	35,16	80,42	0,26	0,05	0,07
Tubería p124	52	80,42	0,55	0,11	0,24	Tubería 56	22,68	54,58	0,12	0,05	0,09
Tubería p126	132,37	80,42	0,34	0,07	0,11	Tubería 59	40,99	54,58	0,14	0,06	0,11
Tubería p127	75,8	80,42	0,27	0,05	0,07	Tubería 60	41,06	54,58	0,15	0,07	0,16
Tubería p128	55,69	80,42	0,21	0,04	0,04	Tubería 63	27,95	54,58	0,14	0,06	0,11
Tubería p129	71,89	80,42	0,14	0,03	0,01	Tubería 64	60,02	54,58	0,07	0,03	0,03
Tubería p130	54,96	80,42	0,07	0,01	0,01	Tubería 65	22,73	54,58	0,12	0,05	0,07
Tubería 1	30	80,42	0,08	0,02	0	Tubería 66	76,21	80,42	0,94	0,18	0,62
Tubería 2	40,03	80,42	2,26	0,44	3,31	Tubería 67	61,88	80,42	0,48	0,09	0,19
Tubería 3	30	80,42	1,84	0,36	2,1	Tubería 68	68,59	54,58	0,07	0,03	0,03
Tubería 4	30,47	80,42	3,36	0,66	6,09	Tubería 69	59,75	54,58	0,08	0,04	0,04
Tubería 5	31,87	80,42	2,84	0,56	4,24	Tubería 36	4,52	80,42	0,07	0,03	0,03
Tubería 6	19,13	103,42	5,59	0,67	6,84	Tubería 58	60,05	80,42	1,82	0,36	2
Tubería 7	32,06	80,42	1,18	0,6	8,85	Tubería 61	70,87	80,42	1,75	0,34	1,88
Tubería 8	8,55	103,42	5,59	0,67	4,53	Válvula 16	No Disponibl	80,42	1,24	0,24	56,24
Tubería 9	10,97	152,22	10,42	0,57	2,35	Válvula 29	No Disponibl	80,42	0,41	0,08	81,22

Fuente: elaboración propia

Distribución con QMD y un hidrante funcionando

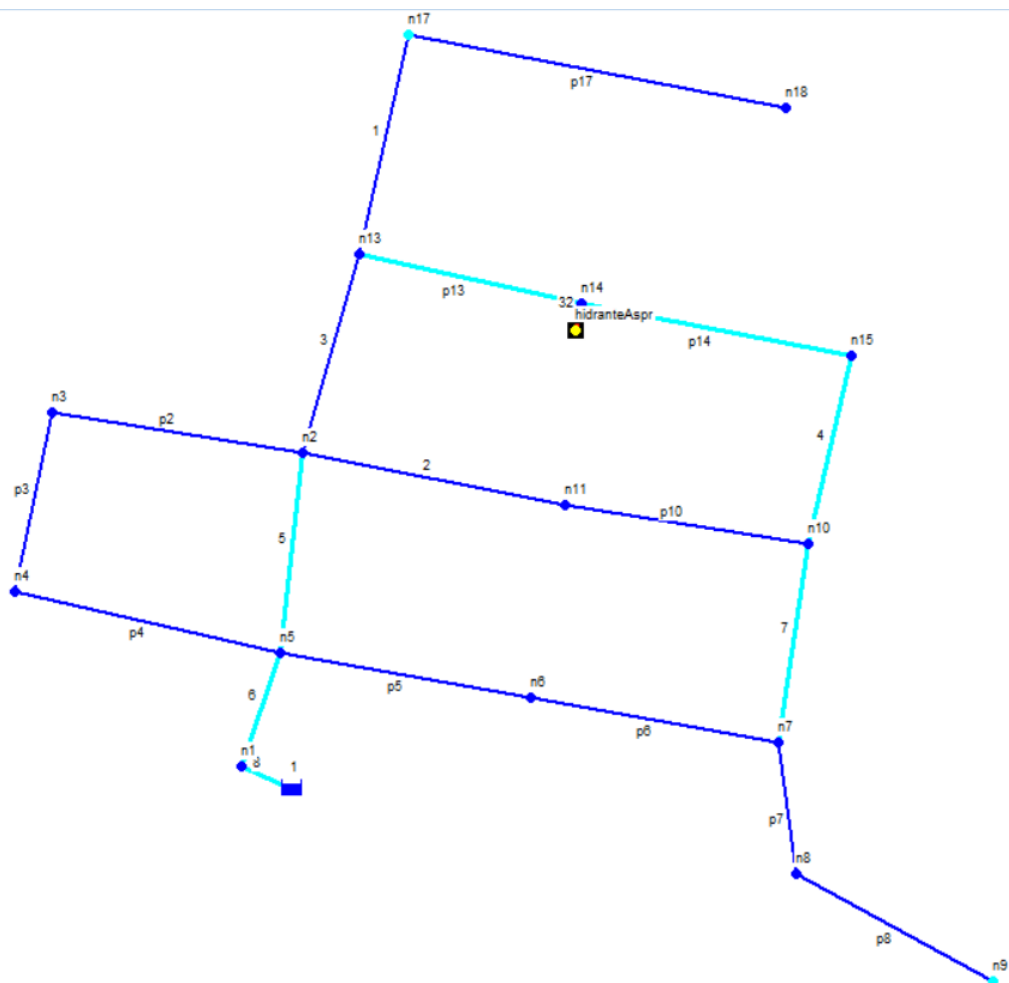


Imagen 18 esquema grafico distribución barrio Asprodica QMD+H. fuente: elaboración propia

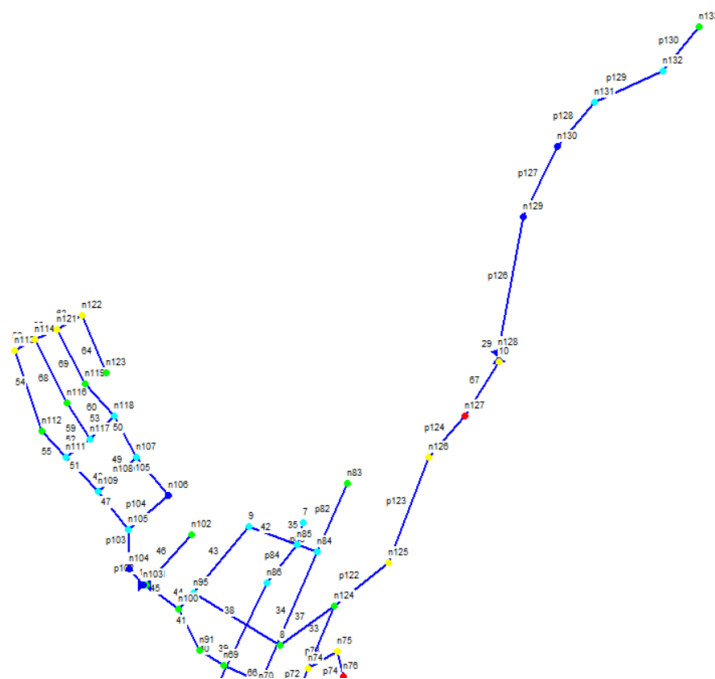


Imagen 19 esquema grafico de distribución cabecera 1 QMD+H. fuente: elaboración propia

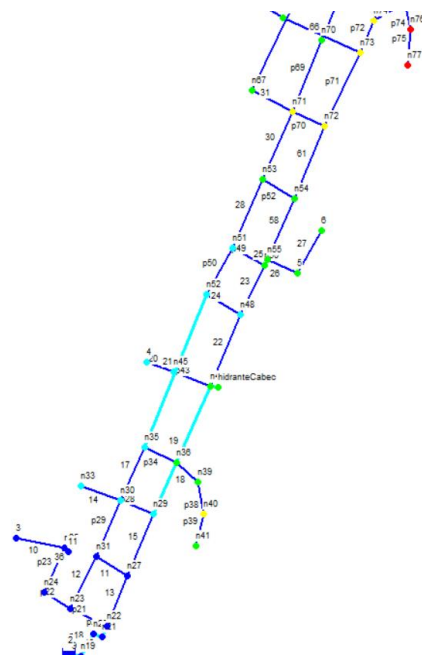


Imagen 20 esquema grafico de distribución cabecera 2 QMD+H. Fuente: elaboración propia

Tabla 54 información de nudos en la red de distribución QMD+H

ID Nudo	Cota(m)	demanda (l/s)	presion (mca)	ID Nudo	Cota(m)	demanda (l/s)	presion (mca)
Conexión n1	2002	0	12,96	Conexión n77	1726	0,07	107,33
Conexión n2	1998	0,04	16,7	Conexión n83	1770	0,07	63,55
Conexión n3	1997,23	0,04	17,51	Conexión n84	1786	0,07	47,55
Conexión n4	1999,33	0,04	15,44	Conexión n85	1792	0,07	41,53
Conexión n5	2000	0,04	14,83	Conexión n86	1788	0,07	45,54
Conexión n6	1999,19	0,04	15,59	Conexión n91	1775	0,07	58,31
Conexión n7	1993,63	0,04	21,11	Conexión n95	1784	0,07	49,3
Conexión n8	1990	0,04	24,74	Conexión n10	1778	0,07	55,29
Conexión n9	1982	0,04	32,74	Conexión n10	1768	0,07	65,24
Conexión n10	1994	0,04	20,45	Conexión n10	1774	0,07	59,24
Conexión n11	2000	0,04	14,56	Conexión n10	1767	0,07	10
Conexión n13	1992,36	0,04	22,27	Conexión n10	1760	0,07	16,98
Conexión n14	1994,65	0,04	19,36	Conexión n10	1751,82	0,07	25,13
Conexión n15	1992,25	0,04	22,02	Conexión n10	1754	0,07	22,94
Conexión n17	1988,54	0,04	26,09	Conexión n10	1736	0,07	40,94
Conexión n18	1990,2	0,04	24,43	Conexión n10	1735,8	0,07	41,14
Conexión n19	1828	0,001	6,97	Conexión n10	1736	0,07	40,94
Conexión n20	1823,19	0,001	11,74	Conexión n11	1730	0,07	46,93
Conexión n21	1821,41	0,001	13,5	Conexión n11	1714	0,07	62,93
Conexión n22	1820,6	0,07	14,28	Conexión n11	1698	0,07	78,93
Conexión n23	1824,85	0,07	9,99	Conexión n11	1700	0,07	76,92
Conexión n24	1821	0,07	13,84	Conexión n11	1716	0,07	60,93
Conexión n25	1822	0,07	12,83	Conexión n11	1729	0,07	47,93
Conexión n27	1810	0,07	24,81	Conexión n11	1728,67	0,07	48,26
Conexión n29	1790	0,07	44,74	Conexión n11	1716	0,07	60,93
Conexión n30	1803	0,07	31,73	Conexión n12	1698	0,07	78,92
Conexión n31	1818	0,07	16,8	Conexión n12	1699	0,07	77,92
Conexión n33	1807,39	0,07	27,34	Conexión n12	1717	0,07	59,92
Conexión n35	1794	0,07	40,64	Conexión n12	1762	0,07	71,3
Conexión n36	1782	0,07	52,64	Conexión n12	1740	0,07	93,28
Conexión n39	1764	0,07	70,64	Conexión n12	1738	0,07	95,24
Conexión n40	1758	0,07	76,64	Conexión n12	1732	0,07	101,23
Conexión n41	1763	0,07	71,64	Conexión n12	1742	0,07	10
Conexión n44	1778	0,07	56,03	Conexión n12	1738	0,07	13,99
Conexión n45	1788	0,07	46,03	Conexión n13	1728	0,07	23,98
Conexión n48	1784	0,07	49,96	Conexión n13	1724	0,07	27,98
Conexión n50	1782	0,07	51,85	Conexión n13	1703,48	0,07	48,5
Conexión n51	1784,1	0,07	49,75	Conexión n13	1694	0,07	57,98
Conexión n52	1786	0,07	47,97	Conexión 3	1826	0,07	8,83
Conexión n53	1774	0,07	59,72	Conexión 4	1788	0,07	46,03
Conexión n54	1772	0,07	61,72	Conexión 5	1762	0,07	71,83
Conexión n55	1782	0,07	51,84	Conexión 6	1760	0,07	73,83
Conexión n67	1764	0,07	69,58	Conexión 7	1791	0,07	42,53
Conexión n69	1772	0,07	61,33	Conexión 8	1772	0,07	61,3
Conexión n70	1760	0,07	73,58	Conexión 9	1786	0,07	47,43
Conexión n71	1758	0,07	75,59	Conexión 10	1742	0,07	91,22
Conexión n72	1748	0,07	85,58	Conexión 11	1823	0,07	11,83
Conexión n73	1744	0,07	89,37	Conexión hidr	1994,7	5	19,29
Conexión n74	1748	0,07	85,34	Conexión hidr	1778	5	56
Conexión n75	1740	0,07	93,33	Embalse 1	2015	-5,59	0
Conexión n76	1730	0,07	103,33	Embalse 2	1835	-10,42	0

Fuente: elaboración propia

Tabla 55 información de líneas en la red de distribución QMD+H

ID Línea	longitud (m)	diametro (mm)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	P.Uni.(m/km)	ID Línea	longitud (m)	diamtro (mm)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	P.Uni.(m/km)
Tubería p2	40,28	80,42	1,29	0,25	1,1	Tubería 11	32,54	80,42	0,68	0,13	0,36
Tubería p3	29,09	80,42	1,33	0,26	1,2	Tubería 12	53,11	103,42	2,08	0,25	0,76
Tubería p4	43,15	80,42	1,37	0,27	1,3	Tubería 13	48,53	152,22	7,93	0,44	1,37
Tubería p5	40,43	80,42	1,34	0,26	1,25	Tubería 14	37,8	80,42	0,07	0,01	0,01
Tubería p6	39,86	80,42	1,3	0,26	1,09	Tubería 15	59,84	152,22	7,18	0,39	1,11
Tubería p7	20,94	80,42	0,08	0,02	0,01	Tubería 17	52,34	103,42	3,24	0,39	1,68
Tubería p8	35,72	80,42	0,04	0,01	0	Tubería 18	26,04	80,42	0,21	0,04	0,03
Tubería p10	39,1	80,42	2,22	0,44	2,82	Tubería 19	125,72	103,42	6,43	0,77	5,7
Tubería p13	36,01	80,42	1,72	0,88	17,19	Tubería 20	25,99	80,42	0,07	0,01	0,01
Tubería p14	43,71	80,42	3,32	0,65	5,81	Tubería 21	147,82	80,42	2,89	0,57	4,55
Tubería p17	61,04	80,42	0,04	0,01	0	Tubería 22	69,96	80,42	1,22	0,24	1
Tubería p18	22,79	152,22	10,42	0,57	2,03	Tubería 23	49,35	80,42	1,91	0,38	2,16
Tubería p19	7,86	152,22	10,42	0,57	2,88	Tubería 24	35,31	80,42	0,75	0,15	0,43
Tubería p20	11,02	152,22	10,42	0,57	2,65	Tubería 25	5,55	80,42	2,03	0,4	2,36
Tubería p21	36,76	103,42	2,42	0,29	1,02	Tubería 26	29,33	54,58	0,14	0,06	0,11
Tubería p22	28,15	80,42	0,27	0,05	0,07	Tubería 27	44,63	54,58	0,07	0,03	0,03
Tubería p23	43,9	80,42	0,21	0,04	0,04	Tubería 28	67,57	80,42	1,81	0,36	1,98
Tubería p28	31,79	80,42	0,68	0,13	0,37	Tubería 30	66,55	80,42	1,75	0,35	1,87
Tubería p29	54,61	103,42	-2,69	0,32	1,21	Tubería 31	41,01	80,42	0,6	0,12	0,29
Tubería p34	31,78	80,42	0,27	0,05	0,07	Tubería 33	65,49	80,42	0,96	0,19	0,65
Tubería p38	28,93	80,42	0,14	0,03	0,02	Tubería 34	140,89	80,42	0,45	0,09	0,18
Tubería p39	29,17	80,42	0,07	0,01	0,01	Tubería 35	21,8	54,58	0,07	0,03	0,03
Tubería p43	35,4	80,42	0,14	0,03	0,02	Tubería 37	64,1	80,42	0,21	0,04	0,04
Tubería p49	32,67	80,42	0,19	0,04	0,03	Tubería 38	98,18	80,42	0,14	0,03	0,01
Tubería p50	48,24	80,42	2,07	0,41	2,5	Tubería 39	160,09	80,42	0,53	0,11	0,23
Tubería p52	33,34	80,42	0,01	0	0	Tubería 40	27,53	80,42	0,87	0,17	0,54
Tubería p69	69	80,42	0,52	0,1	0,22	Tubería 41	44,79	80,42	0,8	0,16	0,47
Tubería p70	31,85	80,42	0,56	0,11	0,26	Tubería 42	49,25	54,58	0,64	0,27	2,02
Tubería p71	73,37	80,42	2,24	0,44	2,88	Tubería 43	83,69	54,58	0,57	0,25	1,65
Tubería p72	30,52	80,42	1,23	0,24	0,99	Tubería 44	21,12	80,42	0,64	0,13	0,32
Tubería p73	32,69	54,58	0,21	0,09	0,28	Tubería 45	38,25	80,42	1,37	0,27	1,21
Tubería p74	24,69	54,58	0,14	0,06	0,11	Tubería 46	64,43	54,58	0,07	0,03	0,03
Tubería p75	32,46	54,58	0,07	0,03	0,03	Tubería 47	46,65	80,42	0,6	0,12	0,29
Tubería p82	72,45	80,42	0,07	0,01	0,01	Tubería 48	18,44	80,42	0,14	0,03	0,02
Tubería p83	20,3	80,42	0,31	0,16	0,89	Tubería 49	31,13	80,42	0,07	0,01	0,01
Tubería p84	47,5	80,42	0,47	0,09	0,18	Tubería 50	45,25	80,42	0,36	0,07	0,12
Tubería p102	20,11	80,42	1,17	0,23	0,91	Tubería 51	45,08	80,42	0,39	0,08	0,14
Tubería p103	37,81	80,42	1,1	0,22	0,81	Tubería 52	29,2	80,42	0,06	0,01	0,01
Tubería p104	51,15	80,42	0,43	0,08	0,16	Tubería 53	31,83	80,42	0,14	0,03	0,01
Tubería p105	48,4	80,42	0,36	0,07	0,12	Tubería 54	81	80,42	0,19	0,04	0,03
Tubería p122	66,97	80,42	0,69	0,14	0,36	Tubería 55	35,16	80,42	0,26	0,05	0,07
Tubería p123	109,3	80,42	0,62	0,12	0,3	Tubería 56	22,68	54,58	0,12	0,05	0,09
Tubería p124	52	80,42	0,55	0,11	0,24	Tubería 59	40,99	54,58	0,14	0,06	0,11
Tubería p126	132,37	80,42	0,34	0,07	0,11	Tubería 60	41,06	54,58	0,15	0,07	0,16
Tubería p127	75,8	80,42	0,27	0,05	0,07	Tubería 63	27,95	54,58	0,14	0,06	0,11
Tubería p128	55,69	80,42	0,21	0,04	0,04	Tubería 64	60,02	54,58	0,07	0,03	0,03
Tubería p129	71,89	80,42	0,14	0,03	0,01	Tubería 65	22,73	54,58	0,12	0,05	0,07
Tubería p130	54,96	80,42	0,07	0,01	0,01	Tubería 66	76,21	80,42	0,94	0,18	0,62
Tubería 1	30	80,42	0,08	0,02	0	Tubería 67	61,88	80,42	0,48	0,09	0,19
Tubería 2	40,03	80,42	2,26	0,44	3,31	Tubería 68	68,59	54,58	0,07	0,03	0,03
Tubería 3	30	80,42	1,84	0,36	2,1	Tubería 69	59,75	54,58	0,08	0,04	0,04
Tubería 4	30,47	80,42	3,36	0,66	6,09	Tubería 36	4,52	80,42	0,07	0,03	0,03
Tubería 5	31,87	80,42	2,84	0,56	4,24	Tubería 58	60,05	80,42	1,82	0,36	2
Tubería 6	19,13	103,42	5,59	0,67	6,84	Tubería 61	70,87	80,42	1,75	0,34	1,88
Tubería 7	32,06	80,42	1,18	0,6	8,85	Tubería 32	2	80,42	5	0,98	11,68
Tubería 8	8,55	103,42	5,59	0,67	4,53	Tubería 57	2	80,42	5	0,98	11,68
Tubería 9	10,97	152,22	10,42	0,57	2,35	Válvula 16	No Disponible	80,42	1,24	0,24	56,24
Tubería 10	44,56	80,42	0,07	0,01	0,01	Válvula 29	No Disponible	80,42	0,41	0,08	81,22

Fuente: elaboración propia

Capítulo 9

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se identifican los parámetros de la resolución 0330 de 2017, aplicado a las estructuras hidráulicas existentes y se plantean posibles soluciones en caso de que no se cumplan dichos parámetros dando solución al segundo y tercer objetivo específico del presente documento.

CRITERIOS Y PARAMETROS DE DISEÑO

Tabla 56 criterios y parámetros de diseño

COMPONENTE	CRITERIOS Y PARAMETROS
Bocatoma	El caudal de diseño para la captación será hasta dos veces el QMD Los sistemas de captación deben ubicarse en tramos rectos Debe tener medios de protección y cercado Debe tener dispositivos de rejillas, cribados y pantallas Debe tener elementos de control de excesos y retornos a la fuente
Desarenador	Debe estar ubicado lo mas cerca posible de la bocatoma Debe tener dispositivo de rebose lateral Debe tener cerramiento para evitar el ingreso de personas y animales La velocidad horizontal debe ser inferior a 0,25m/s El tiempo de retención hidráulico mínimo 20 minutos Debe tener almacenamiento de lodos y fondo con pendiente superior al 10% Debe tener un sistemas de bypass o paso directo Debe cumplir con un número de Reynolds menor a uno(1) y una CHS menor a mil(1000)
Tanque de almacenamiento	Debe estar construido sobre un terreno con sistema de drenaje Debe tener un sistema de renovación de aire Debe tener un borde libre mínimo de 30cm y rebose Debe tener una pendiente de fondo que facilite la evacuación de lodos y limpieza Debe tener esquinas achaflanadas Debe tener un medio de ingreso de operarios o manhole Debe tener un sistema de bypass con el fin de no interrumpir el servicio a la población en labores de mantenimiento limpieza El volumen debe ser de 1/3 de lo consumido en el día de máxima demanda Debe tener un incremento de volumen según el nivel de riesgo
Sistemas de transporte de agua	La velocidad mínima permitida será 0,5m/s la velocidad máxima no debe sobrepasar la recomendada por el fabricante La presión mínima permitida será 10mca presión máxima no debe sobrepasar la recomendada por el fabricante
Red de distribución	La velocidad mínima permitida 0,5m/s la velocidad máxima no debe sobrepasar la recomendada por el fabricante La presión mínima permitida será 10mca La presión máxima permitida será 50mca El diámetro mínimo de tuberías 75mm La separación máxima entre hidrantes será 300m

Fuente: elaboración propia

Tabla 57 chequeo de parámetros parte 1

COMPONENTE	PARAMETROS	CUMPLE	
		SI	NO
Bocatoma La Florida	El caudal de diseño para la captación será hasta dos veces el QMD		X
	Los sistemas de captación deben ubicarse en tramos rectos		X
	Debe tener medios de protección y cercado		X
	Debe tener dispositivos de rejillas, cribados y pantallas	X	
Bocatoma Volconda	Debe tener elementos de control de excesos y retornos a la fuente		X
	El caudal de diseño para la captación será hasta dos veces el QMD		X
	Los sistemas de captación deben ubicarse en tramos rectos		X
	Debe tener medios de protección y cercado		X
Desarenador La Florida	Debe tener dispositivos de rejillas, cribados y pantallas	X	
	Debe tener elementos de control de excesos y retornos a la fuente		X
	Debe estar ubicado lo mas cerca posible de la bocatoma	X	
	Debe tener dispositivo de rebose lateral	X	
	Debe tener cerramiento para evitar el ingreso de personas y		X
	La velocidad horizontal debe ser inferior a 0,25m/s	X	
	El tiempo de retención hidráulico mínimo 20 minutos	X	
	Debe tener almacenamiento de lodos y fondo con pendiente superior al 10%		X
Desarenador Volconda	Debe tener un sistemas de bypass o paso directo		X
	Debe cumplir con un número de Reynolds menor a uno(1) y una CHS menor a mil(1000)	X	
	Debe estar ubicado lo mas cerca posible de la bocatoma	X	
	Debe tener dispositivo de rebose lateral	X	
	Debe tener cerramiento para evitar el ingreso de personas y		X
	La velocidad horizontal debe ser inferior a 0,25m/s	X	
	El tiempo de retención hidráulico mínimo 20 minutos	X	
	Debe tener almacenamiento de lodos y fondo con pendiente superior al 10%		X
Tanque de almacenamiento de la cabecera municipal	Debe tener un sistemas de bypass o paso directo		X
	Debe cumplir con un número de Reynolds menor a uno(1) y una CHS menor a mil(1000)	X	
	Debe estar construido sobre un terreno con sistema de drenaje	X	
	Debe tener un sistema de renovación de aire	X	
	Debe tener un borde libre mínimo de 30cm y rebose	X	
	Debe tener una pendiente de fondo que facilite la evacuación de lodos y limpieza		X
	Debe tener esquinas achaflanadas	X	
	Debe tener un medio de ingreso de operarios o manhole	X	
	Debe tener un sistema de bypass con el fin de no interrumpir el servicio a la población en labores de mantenimiento limpieza	X	
	El volumen debe ser de 1/3 de lo consumido en el día de máxima demanda	X	
Debe tener un incremento de volumen según el nivel de riesgo	X		

Fuente: elaboración propia

Tabla 58 chequeo de parámetros parte 2

COMPONENTE	PARAMETROS	CUMPLE	
		SI	NO
Tanque de almacenamiento del barrio asprodica	Debe estar construido sobre un terreno con sistema de drenaje		X
	Debe tener un sistema de renovación de aire	X	
	Debe tener un borde libre mínimo de 30cm y rebose	X	
	Debe tener una pendiente de fondo que facilite la evacuación de lodos y limpieza		X
	Debe tener esquinas achaflanadas	X	
	Debe tener un medio de ingreso de operarios o manhole	X	
	Debe tener un sistema de bypass con el fin de no interrumpir el servicio a la población en labores de mantenimiento limpieza		X
Aducción La Florida	El volumen debe ser de 1/3 de lo consumido en el día de máxima demanda	X	
	Debe tener un incremento de volumen según el nivel de riesgo	X	
	La velocidad mínima permitida será 0,5m/s	X	
	la velocidad máxima no debe sobrepasar la recomendada por el fabricante	X	
	La presión mínima permitida será 10mca	X	
Aducción Volconda	presión máxima no debe sobrepasar la recomendada por el fabricante	X	
	La velocidad mínima permitida será 0,5m/s	X	
	la velocidad máxima no debe sobrepasar la recomendada por el fabricante	X	
Conducción	La velocidad mínima permitida será 0,5m/s	X	
	la velocidad máxima no debe sobrepasar la recomendada por el fabricante	X	
	La presión mínima permitida será 10mca	X	
	presión máxima no debe sobrepasar la recomendada por el fabricante	X	
Red de distribución	La velocidad mínima permitida 0,5m/s		X
	la velocidad máxima no debe sobrepasar la recomendada por el fabricante	X	
	La presión mínima permitida será 10mca		X
	La presión máxima permitida será 50mca		X
	El diámetro mínimo de tuberías 75mm		X
	La separación máxima entre hidrantes será 300m	X	

Fuente: elaboración propia

Tabla 59 recomendaciones a parámetros incumplidos parte1

COMPONENTE	PARAMETROS INCUMPLIDOS	RECOMENDACIONES
Bocatoma La Florida	El caudal de diseño para la captacion sera hasta dos veces el QMD	Se sugiere realizar una reforma de la caja de derivacion debido a que los excesos de caudal captado no retornan a la fuente. Encontrar una ubicación ideal para el sistema de captacion es complicado por la topografia de la region, por lo tanto, se recomienda elaborar un estudio de mitigacion de desastres. Elaborar mecanismos de ingreso seguro como escaleras o anclajes, donde el personal se pueda sujetar y asegurar para evitar una posible caída al vacío. Elaborar una reforma al rebose, reconstruir en forma de sistema de control de excesos, que cumpla con retornar a la fuente los excedentes del caudal de diseño (2 veces el QMD).
	Los sistemas de captacion deben ubicarse en tramos rectos	
	Debe tener medios de proteccion y cercado	
	Debe tener elementos de control de excesos y retornos a la fuente	
Bocatoma Volconda	El caudal de diseño para la captacion sera hasta dos veces el QMD	Se sugiere realizar una reforma de la caja de derivacion debido a que los excesos de caudal captado no retornan a la fuente. Encontrar una ubicación ideal para el sistema de captacion es complicado por la topografia de la region, por lo tanto, se recomienda elaborar un estudio de mitigacion de desastres. Elaborar mecanismos de ingreso seguro como escaleras o anclajes, donde el personal se pueda sujetar y asegurar para evitar una posible caída al vacío. Elaborar una reforma al rebose, reconstruir en forma de sistema de control de excesos, que cumpla con retornar a la fuente los excedentes del caudal de diseño (2 veces el QMD).
	Los sistemas de captacion deben ubicarse en tramos rectos	
	Debe tener medios de proteccion y cercado	
	Debe tener elementos de control de excesos y retornos a la fuente	
Desarenador La Florida	Debe tener cerramiento para evitar el ingreso de personas y animales	Implementar un cerramiento que garantice el acceso solo a personal autorizado, puede malla en acero o cerca en alambre Vaciar en el fondo del desarenador un mortero que garantice la pendiente sin poner en riesgo el volumen util de desarenado Antes de la llegada del flujo al desarenador utilizar un "T" y realizar una derivacion que vaya hasta la salida del desarenador, en el vertedero de salida o directamente en el tubo de aduccion al desarenador general.
	Debe tener almacenamiento de lodos y fondo con pendiente superior al 10%	
	Debe tener un sistemas de bypass o paso directo	

Fuente: elaboración propia

Tabla 60 recomendaciones a parámetros incumplidos parte 2

COMPONENTE	PARAMETROS INCUMPLIDOS	RECOMENDACIONES
Desarenador Volconda	Debe tener cerramiento para evitar el ingreso de personas y animales	realizar un cerramiento que garantice el acceso solo a personal autorizado, puede malla en acero o cerca en alambre de púa con
	Debe tener almacenamiento de lodos y fondo con pendiente superior al 10%	Vaciar en el fondo del desarenador un mortero que garantice la pendiente sin poner en riesgo el volumen útil de desarenado
	Debe tener un sistemas de bypass o paso directo	Antes de la llegada al desarenador se unen los flujos provenientes de la bocatoma Volconda y el desarenador La Florida por medio de un tanque, la salida de dicho tanque debe hacerse por medio de una tubería y así mismo cumplir la recomendación del desarenador de la florida para el mismo parámetro incumplido.
Tan. de Alm. de la cabecera municipal	Debe tener una pendiente de fondo que facilite la evacuación de lodos y limpieza	Vaciar una capa de concreto que garantice una pendiente en dirección al conducto de evacuación de lodos y enchapar nuevamente el fondo del tanque.
Tanque de almacenamiento del barrio Asprodica	Debe estar construido sobre un terreno con sistema de drenaje	Para cumplir este parámetro se requiere una reforma total del tanque. También se puede realizar una excavación alrededor del tanque e implementar drenes horizontales que después conduzcan el flujo a una alcantarilla cercana.
	Debe tener una pendiente de fondo que facilite la evacuación de lodos y limpieza	Vaciar una capa de concreto que garantice una pendiente en dirección al conducto de evacuación de lodos y enchapar nuevamente el fondo del tanque.
	Debe tener un sistema de bypass con el fin de no interrumpir el servicio a la población en labores de mantenimiento limpieza	Instalar una "T" en la entrada del flujo al tanque, hacer una derivación que conduzca el flujo hasta la salida del mismo, hacia la red de distribución. De esta manera no se ve interrumpido el servicio en el momento de hacer
Red de distribución	La velocidad mínima permitida 0,5m/s	Para aumentar la velocidad en las tuberías se disminuye el diámetro de la misma
	La presión mínima permitida será 10mca	Para aumentar la presión en las tuberías se debe aumentar la cabeza de fuerza, sea por impulso con una motobomba o aumentando la altura del tanque.
	La presión máxima permitida será 50mca	Para reducir las altas presiones se sugiere utilizar válvulas reductoras tantas como sea necesario para garantizar estar dentro del intervalo de presión del reglamento RAS
	El diámetro mínimo de tuberías 75mm	Igualar los tramos de tuberías que estén con un diámetro menor a 3 pulgadas, por un diámetro igual o superior a 3 pulgadas.

Fuente: elaboración propia

Tabla 61 otras recomendaciones

COMPONENTE	OTRAS RECOMENDACIONES
Bocatomas	Construir nuevamente los barrotes de las rejillas donde haga falta.
Desarenadores	Construir camaras de aquitamiento justo en la entrada del flujo de agua a los desarenadores con el fin de reducir la turbulencia existente.
Desarenador general	Construir camara de aquietamietno despues de un tanque donde se junten los flujos provenientes del desarenador La Florida y bocatoma Volconda ademas de los tabiques de dicipacion de energia que obliguen al flujo de agua a circular por el fondo del desarenador.
Red de distribucion	En los tramos alejados del nucleo de la red, donde la velocidad y el diametro son inferiores a los minimos propuestos por el reglamento, priorizar que cumpla el parametro del diametro, como consecuencia de esto la velocidad se disminuira, dado el caso se recomienda instalar un punto de cloracion para garantizar que el agua llegue con la desinfeccion adecuada al consumidor final.
OTROS	Disponer valvulas de cierre funcionales donde esten defectuosas o ausentes.

Fuente: elaboración propia.

Capítulo 10

CONCLUSIONES Y LOGROS

Se evaluaron las condiciones de funcionamiento que afectan el sistema de abastecimiento de agua potable del municipio El Águila, Valle del Cauca, (ver capítulo 8) donde se encuentra: que las estructuras funcionan bien hidráulicamente, teniendo en cuenta que algunas se encuentran sobredimensionadas y otras se encuentran con desperfectos en su estructura

Se identificaron parámetros hidráulicos requeridos por el reglamento RAS para el buen funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable (*ver tablas 54 y 55*), donde se encontraron fallencias en las estructuras de:

Bocatomas: las rejillas de ambas bocatomas captan más de dos veces QMD y no retornan los excedentes a la fuente de abastecimiento, la bocatoma La Florida no cuenta con un sistema convencional de abrir compuertas de lavado.

Desarenadores: cumplen con los parámetros del reglamento RAS, sin embargo, la manera en que llegan los flujos a los desarenadores provoca una alta turbulencia que afecta la hidráulica del desarenado.

Red de distribución de agua potable: está construida en material PVC en algunos tramos de dos pulgadas (2”), posee velocidades bajas, variaciones de presiones a lo largo de la red de distribuciones, dicha variación atribuida a la topografía del municipio.

Los demás componentes no mencionados anteriormente se encuentran dentro de los parámetros del reglamento.

Para las recomendaciones ver las tablas 56, 57 y 58 donde se dan las recomendaciones para cada uno de los parámetros que no cumplen la norma, los cuales para ser aplicados se requiere de los diseños de un especialista.

El estado actual de los componentes hidráulicos del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio del municipio El Águila, Valle del Cauca es aceptable ya que los parámetros hidráulicos cumplen la función de suministrar el agua potable a su población urbana, Teniendo en cuenta que las estructuras deficientes no afectan el sistema de suministro de agua potable, si no el recurso natural.

Referencias Bibliográficas

- Corcho Romero, F. H., & Duque Serna, J. I. (1993). *Acueductos Teoría y diseño*. Medellín: Universidad de Medellín Centro General de Investigaciones .
- ministerio de salud y protección social. (2017). *resolución 0330 Reglamento técnico de saneamiento básico y agua potable (RAS)*.
- Alcaldía Municipal de El Águila, Valle del Cauca . (07 de 03 de 2020). *GOV.CO*. Obtenido de GOV.CO: <http://www.elaguila-valle.gov.co/municipio/descripcion-del-municipio-de-el-aguila-valle-del-cauca>
- Alcaldía municipal El Águila. (2017). *PLAN MUNICIPAL PARA LA GESTIÓN DEL*. El Águila, Valle del Cauca: Alcaldía municipal.
- Arango, A. S. (2012). *Estudio y diseño técnico-ambiental para el acueducto del corregimiento de Guarato Chocó*. Pereira Risaralda.
- Arenas, O. G. (2013). *Diagnóstico, evaluación de alternativas, análisis y cálculos hidráulicos de las redes matrices del sistema de acueducto de Quibdó - Choco*. Bogotá.
- Bracho Fernández, I. A., & Fernández Rodríguez, M. (2017). *Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín, Maracaibo*. Maracaibo.
- Climate-Data.org . (07 de 03 de 2020). *Climate-Data.org* . Obtenido de Climate-Data.org : <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/valle-del-cauca/el-aguila-45460/>
- corporación autónoma regional del valle del cauca (CVC). (2012). *estudio hidrológico las quebradas del norte del valle del cauca* . cali : CVC.
- Corte constitucional de Colombia. (2011). *Corte constitucional de Colombia*. Obtenido de Corte constitucional de Colombia: <http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2011/T-740-11.htm>
- Cualla, R. A. (2003). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados* . Bogotá: escuela colombiana de ingeniería .
- DANE. (09 de 10 de 2018). *DANE*. Obtenido de DANE: <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/presentaciones-territorio/190711-CNPV-presentacion-valle.pdf>
- E.S.P. ACUAVALLE S.A. (24 de 10 de 2019). *ACUAVALLE S.A*. Obtenido de ACUAVALLE S.A.: <https://www.acuavalle.gov.co/#>
- Espinosa, R. C. (2003). Propuesta de solución a los problemas del acueducto Pestán. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*(Vol. 24, Issue 1.), 3.
- Forero, R. G. (2015). *Operaciones y procesos unitarios "agua para potabilización", "apuntes de clase"*. Bogotá D.C.: Universidad de La Salle.
- Huerfano Maciano, J. A., & Segura Garzón, Á. D. (2019). *Diagnóstico y optimización del sistema de acueducto veredal ASUARCOPSA de Anapoima entre la bocaoma y la planta de tratamiento*. Bogotá D.C.
- Ministerio de salud y protección social. (2016). *ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE SALUD DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA 2010-2011*. Cali, Valle del Cauca.

- Monsalve Durango, E. A., García Reinoso, P. L., & Lozano Sandoval, G. (2010). *Mejoramiento de sistema de captación - aducción - desarenador acueducto municipio Calará, Quindío*. Armenia .
- Montoya Restrepo, H. G., & Londoño Velasquez, D. A. (2017). *Diagnostico tecnico del acueducto comunitario de la vereda Cantamonos municipio de Pereira Risaralda*. Pereira Risaralda .
- Muñoz, D. A. (2016). *Conciones tecnico ambientales de los acueductos del municipio de Mocoa departamento del Putumayo*. Mocoa.
- Núñez, L. A., & Carmona Paredes, R. (1999). *Perdidas por fricción en la conducción de agua con contenido de sólidos*. Guadalajara, Mexico.
- Organizacion Panamericana de la Salud. (2015). *Operacion y Mantenimiento de plantas de tratamiento de agua*. Lima: CEPIS.
- Ruiz, P. R. (2001). *Abastecimiento de agua*. Oaxaca.
- Sanks, R. (1979). *Water treatment plant design for the practicing engineer*. United States.
- Secretaria de Desarrollo Económico y Social. (7 de 03 de 2020). *ANEXO N°2 DEL PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL*. Obtenido de ANEXO N°2 DEL PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL:
http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:M6JoFeNLstsJ:elaguilavalledelcauca.micolombiadigital.gov.co/sites/elaguilavalledelcauca/content/files/000066/3271_plan-territorial-salud-el-aguila.pdf+&cd=4&hl=es-419&ct=clnk&gl=co
- secretaria de educacion departamental. (2017). *boletin estadistico*. Cali, Valle del cauca : gobernacion del Valle del Cauca.
- Tebbut, T. (1997). *Fundamentos de control de la calidad del agua*. Mexico D.F.: LIMUSA S.A.
- Vasquez, O. A. (2010). *Formulacion y aplicacion del programa SIG. SC sistema de indicadores de gestion de seguimiento continuo para una empresa operadora del sistema de agua potable modelacion para la entidad ACUACOMBIA*. Pereira-Risaralda .
- Weather Spark. (07 de 03 de 202). *El clima promedio en El Águila*. Obtenido de El clima promedio en El Águila: <https://es.weatherspark.com/y/21531/Clima-promedio-en-El-%C3%81guila-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>

11 ANEXOS

ANEXO 1: FORMULAS UTILIZADAS EN EL DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Tabla 62 formulas bocatomas

BOCATOMA	FORMULAS
Longitud muros laterales (Lm)	terreno
Altura muros laterales (Hm)	$\left(\frac{Q_{max}}{1.84B \cdot rio}\right)^{2/3}$
Numero de contracciones	Depende de # muros laterales
Ancho de la canaleta de captación (Bc)	$(0.36Vrio)^{2/3} + (0.6HQD)^{4/7}$
Longitud del canal de aducción (Lc)	$Lr + \frac{B \cdot rio - Lr}{2} + A \cdot muro$
Altura geométrica parte superior	$2he^2 + \left(he - \frac{iLc}{3}\right)^2 - 2i \frac{Lc}{3}$
Altura geométrica parte inferior	0,55 m
Pendiente canal de aducción (Geometría)	$\frac{hi - hj}{L}$
Ancho del río en el sitio de captación	Dato tomado de campo
Ancho de la rejilla	=Bc
Largo de la rejilla (Lr)	Bc/At
Barras de la Rejilla (b)	Asumido
Separación entre barras (a)	Asumida 3cm-5cm
Numero de barras	$\frac{Lr+b}{a+b}$
Velocidad de paso entre los barrotes asumida (0,1 – 0,2 m/s)	asumida
Área cámara de derivación (1,00 m * 1,50 m)	$0.36Vfc^{2/3} + 0.6he^{4/7}$
Altura geométrica de lámina en vertedero	$\left(\frac{Qexc}{1.84 * Bcam}\right)^{2/3}$
Caudal de excesos	Cap captar-QD
Tubería de salida aducción	Que garantice los parámetros de la norma
Capacidad de captación por la rejilla	$(2Cd * Aneta * g * HQmed)^{0.5} * 1000$

Tabla 63 formulas desarenadores

DESAENADOR	FORMULAS
Caudal de diseño	Dato de diseño
Tamaño de partículas a remover 0.1mm	asumido
Temperatura del agua	Dato de campo
Viscosidad cinemática	Depende de la temperatura
Eficiencia del Desarenador	Dato proporcionado por la empresa
Peso específico de la arena (γ_{ar})	asumido
Relación longitud: ancho: 1/3	1/3
Profundidad útil del Desarenador	Especificado por la norma
Caudal de llegada al Desarenador	QMD
Ancho de la cámara de llegada al Desarenador > 1m	Asumido
peso específico del agua a 15 °C (γ_{ag})	Depende de la temperatura
Gravedad 9.81m/s ²	constante
Velocidad de sedimentación (V_s)	$(g/18) * ((\gamma - \gamma_{H2O}) / \text{visc}) * d^2$
Tiempo teórico de caída de la partícula (t)	$\frac{H}{v}$
Tiempo real de caída de la partícula (a)	$t * \frac{a}{t}$
Volumen del tanque (V)	$a * Q$
Área superficial del tanque (A_s)	$\frac{V}{H}$
Ancho del tanque (B)	$\left(\frac{A_s}{3}\right)^{0.5}$
Largo del tanque (L)	$4 * B$
Chequeo de la carga hidráulica superficial (CHS)	$\frac{Q}{A_s}$
Chequeo del tiempo de retención hidráulico (TRH)	$\frac{V}{Q}$
chequeo de la velocidad horizontal (V)	$\frac{L}{TRH}$
Velocidad horizontal máxima admitida (V)	$20 * V_s$
Altura de la lámina en el vertedero de salida (h)	$\left(\frac{Q}{1.84B}\right)^{\frac{2}{3}}$
Velocidad sobre la cresta del vertedero de salida (V_v)	$\frac{Q}{B * h}$
Ancho del canal de salida (X_s)	$0.36v^{\frac{2}{3}} + 0.6H^{\frac{4}{7}}$
BL = Borde libre A	$X_s + B_l$

Caudal de excesos (Qexc)	Qcaptado - Qdiseño
Altura de la lámina sobre el vertedero de excesos (He)	$\left(\frac{Qexc}{1.84 * Bcam}\right)^{\frac{2}{3}}$
Profundidad Cámara de aquietamiento	H/3
REYNOLDS DE LA PARTICULA	$\frac{V * D}{\nu}$

Fuente elaboración propia

Tabla 64 formulas tanque

TANQUE	FORMULAS
Volumen del día del año que más demanda de agua hubo Vt	$\frac{1}{3} QD * 86400$
Volumen de incendios	$V * \%nivel\ riesgo$
Volumen con regulación de demanda	mayor% V. consumido en una hora* 1.2 * QD

Fuente elaboración propia

ANEXO 2 PLANOS LEVANTAMIENTO DE LOS DIFERENTES

COMPONENTES DE ABASTECIMIENTO

LEVANTAMIENTO DESARENADORES PLANO 1/3

LEVANTAMIENTO BOCATOMAS PLANO 2/3

LEVANTAMIENTO TANQUES PLANO 3/3

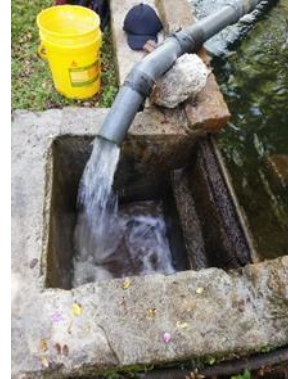
PLANO RED DE DISTRIBUCION

PLANO ADUCCIONES Y CONDUCCION

PLANO DE PUNTOS DE MUESTREO- ACUAVALLE

ANEXO 3 REGISTRO FOTOGRAFICO DE LAS VISITAS DE CAMPO

Evidencia fotográfica 1, desarenador general 17 de enero 2020



Evidencia fotográfica 2, rebose del desarenador general, 17 enero 2020



Evidencia fotográfica 3, mantenimiento al desarenador general por la ESP Acuavalle, 17 enero 2020



Evidencia fotográfica 4, paso directo al rebose del agua sedimentada por el desarenador la florida al rebose- 17 enero 2020.



Evidencia fotográfica 5, Vertedero de salida del desarenador general -17 de enero 2020



Evidencia fotográfica 6, Mantenimiento del vertedero de salida del desarenador general-17 enero 2020.



Evidencia fotográfica 7, Válvula de lavado del desarenador general, 17 enero 2020.



Evidencia fotográfica 8, Vaciado del desarenador general para mantenimiento-17 enero 2020.



Evidencia fotográfica 9, Mantenimiento al desarenador general- 17 enero 2020.



Evidencia fotográfica 10, Cámara de Lavado desarenador general - 117 enero 2020.



Evidencia fotográfica 11, Verificación de funcionamiento desarenador general- 28 de febrero 2020.



Evidencia fotográfica 12, Cuenca Volconda- 28 de febrero 2020.



Evidencia fotográfica 13, Ubicación de la bocatoma Volconda- 28 de febrero 2020.



Evidencia fotográfica 14, Bocatoma Volconda- 28 de febrero 2020.



Evidencia fotográfica 15, Caja de derivación bocatoma Volconda -28 febrero 2020.



Evidencia fotográfica 16, Válvula de Lavado de la bocatoma Volconda.



Evidencia fotográfica 17, Bocatoma Volconda después del mantenimiento- 28 febrero 2020.



Evidencia fotográfica 18, Desarenador La Florida vista general - 17 enero 2020.



Evidencia fotográfica 19, Caja de salida desarenador La Florida - 17 enero 2020.



Evidencia fotográfica 20, Rebose desarenador La Florida - 17 enero 2020.



Evidencia fotográfica 21, Rebose desarenador La Florida en el momento del mantenimiento - 17 enero 2020.



Evidencia fotográfica 22, Desarenador La Florida durante el mantenimiento-17 enero 2020.



Evidencia fotográfica 23, Caja de salida del desarenador La Florida - 17 enero 2020.



Evidencia fotográfica 24, Caja de lavado desarenador La Florida - 17 enero 2020.



Evidencia fotográfica 25, Válvula de lavado del desarenador La Florida - 17 enero 2020.



Evidencia fotográfica 26, Cuenca La Florida - 17 enero 2020.



Evidencia fotográfica 27, Rejilla y Caja de derivación bocatoma La Florida - 17 enero 2020.



Evidencia fotográfica 28, Caja de derivación, Rejilla y canal de aducción Bocatoma la Florida - 17 enero 2020.



Evidencia fotográfica 29, interior de la caja de derivación bocatoma La Florida - 17 enero 2020.



Evidencia fotográfica 30, Rejilla Bocatoma La Florida - 17 enero 2020.



Evidencia fotográfica 31, Vertedero de salida en la caja de derivación bocatoma La Florida - 17 enero 2020.



Evidencia fotográfica 32, Tanque de almacenamiento de la cabecera municipal – 23 de febrero.



Evidencia fotográfica 33, Respiradero tanque de almacenamiento de la cabecera municipal - 23 febrero 2020.



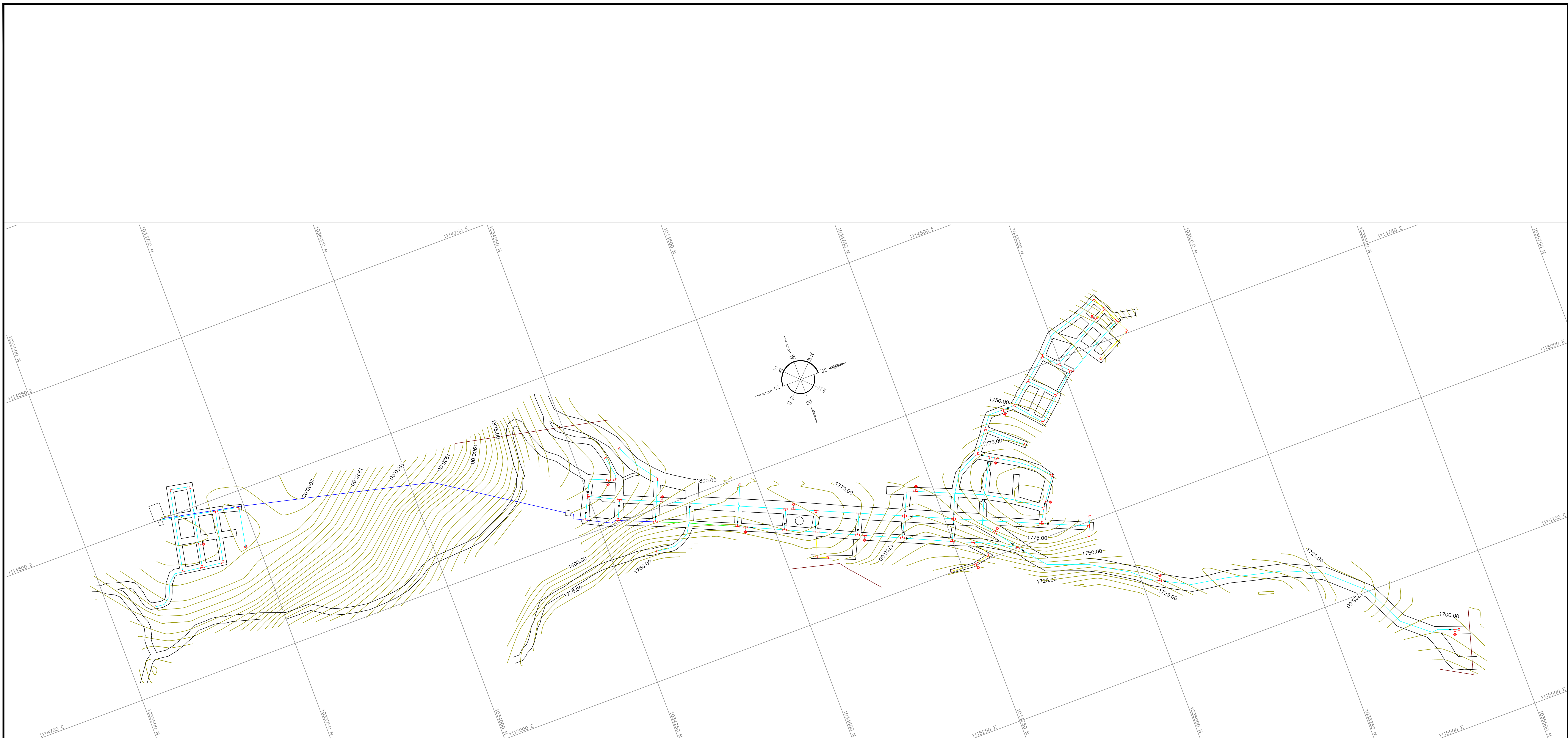
Evidencia fotográfica 34, Caseta de Cloración y medición de flujo - 23 de febrero 2020.



Evidencia fotográfica 35, Manhole tanque de almacenamiento - 23 de febrero 2020.



Evidencia fotográfica 36, Tuberías de transporte de agua del sistema de abastecimiento 24 febrero 2020.



SISTEMA DE COORDENADAS MAGNA SIRGAS
 Las coordenadas MAGNA de los orígenes Gauss-Krüger en Colombia corresponden con:

ORIGEN DE COORDENADAS OESTE-MAGNA

Coordenadas Elipsoidales	Coordenadas Gauss-Krüger
4°35'46.3215" de Latitud Norte	Falso Norte= 1'000.000 metros N
77°04'39.0285" de Longitud Oeste	Falso Este = 1'000.000 metros E

CONVENCIONES

- PVC Ø 6" RDE 21
- PVC Ø 4" RDE 21
- PVC Ø 3" RDE 21
- PVC Ø 2" RDE 21
- VALVULA MARIPOSA
- HIDRANTE
- ACCESORIO "T"
- ACCESORIO "SELLO LISO"
- ACCESORIO "Y"
- ACCESORIO "CODO"
- ACCESORIO "SEMI CODO"

DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO EL ÁGUILA

Levantamiento original :

 ACUAVALLE

Dibujó:

 JHONIER GONZALEZ GÓMEZ

LOCALIZACION:
 EL ÁGUILA, VALLE DEL CAUCA

PROYECTO:
 ANALISIS DEL ESTADO DE LAS ESTRUCTURAS

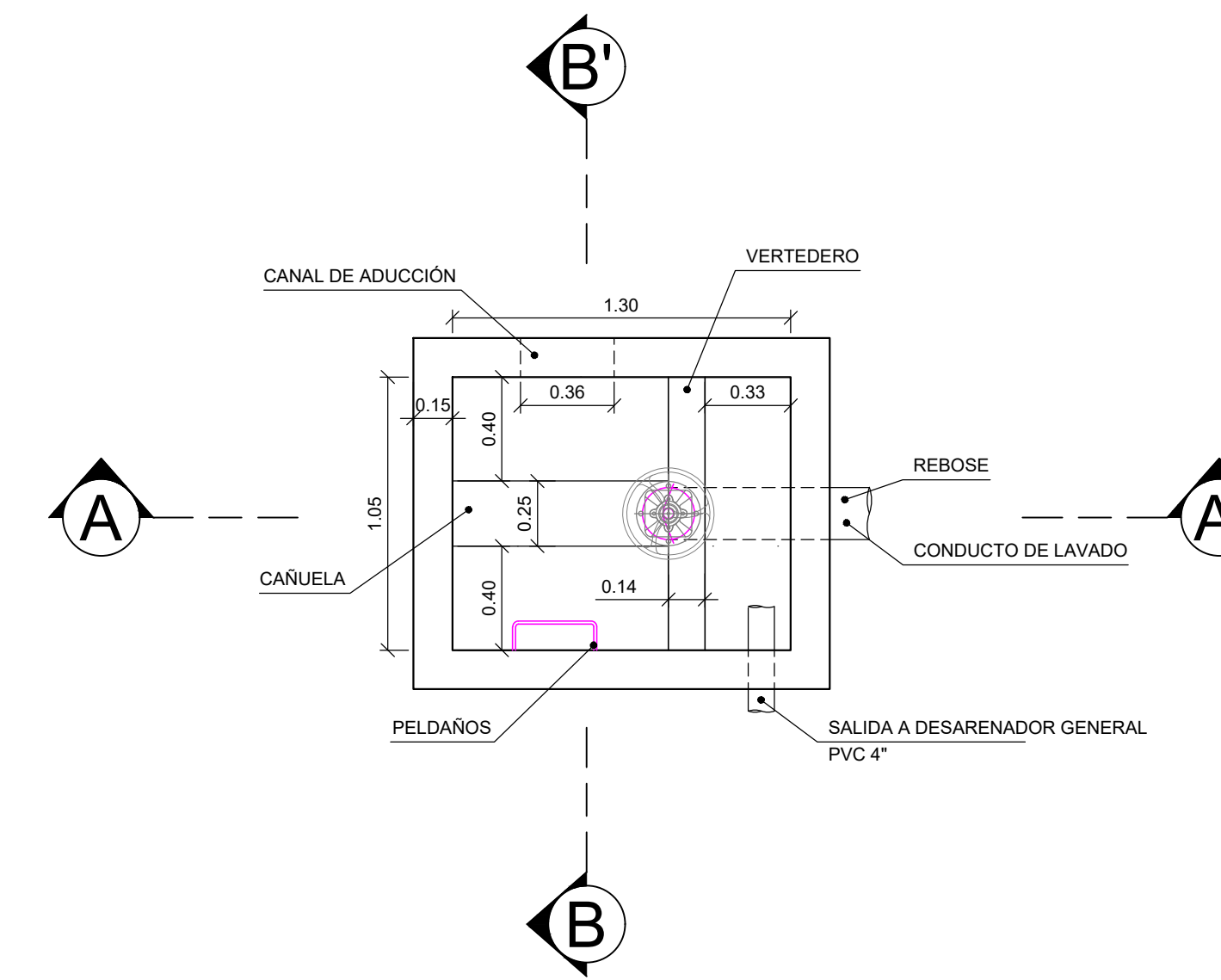
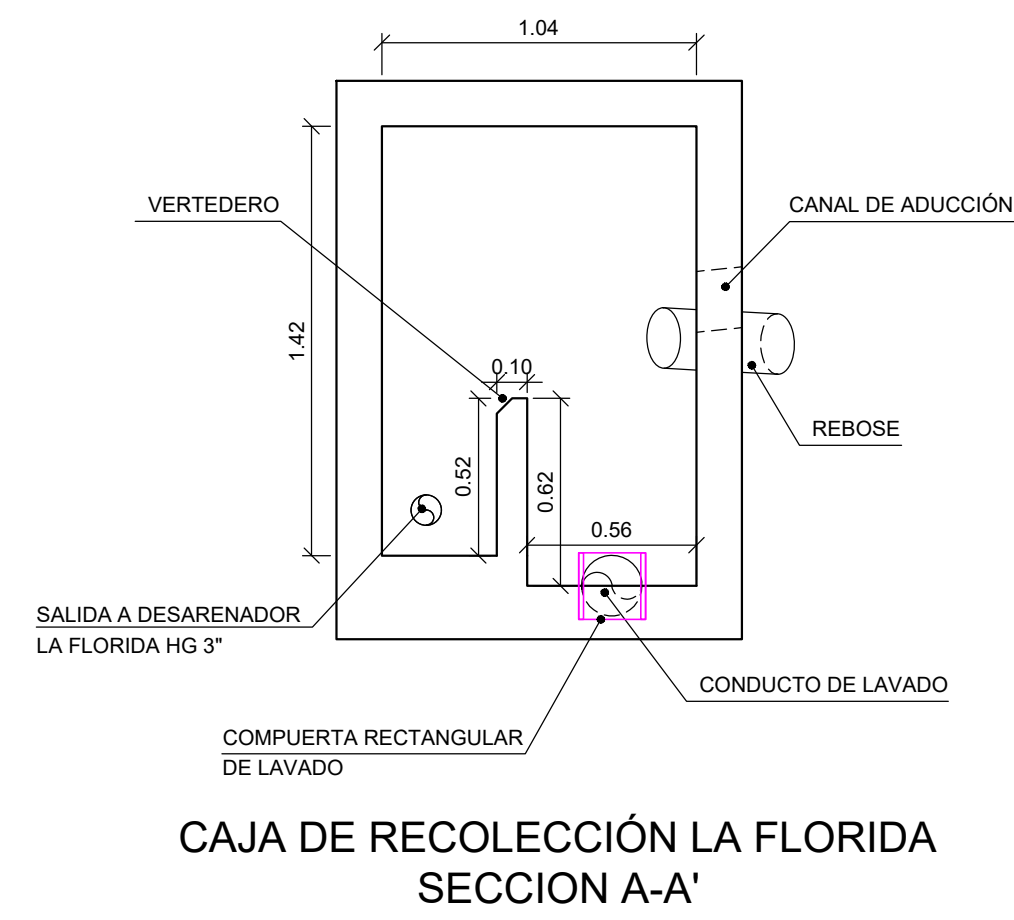
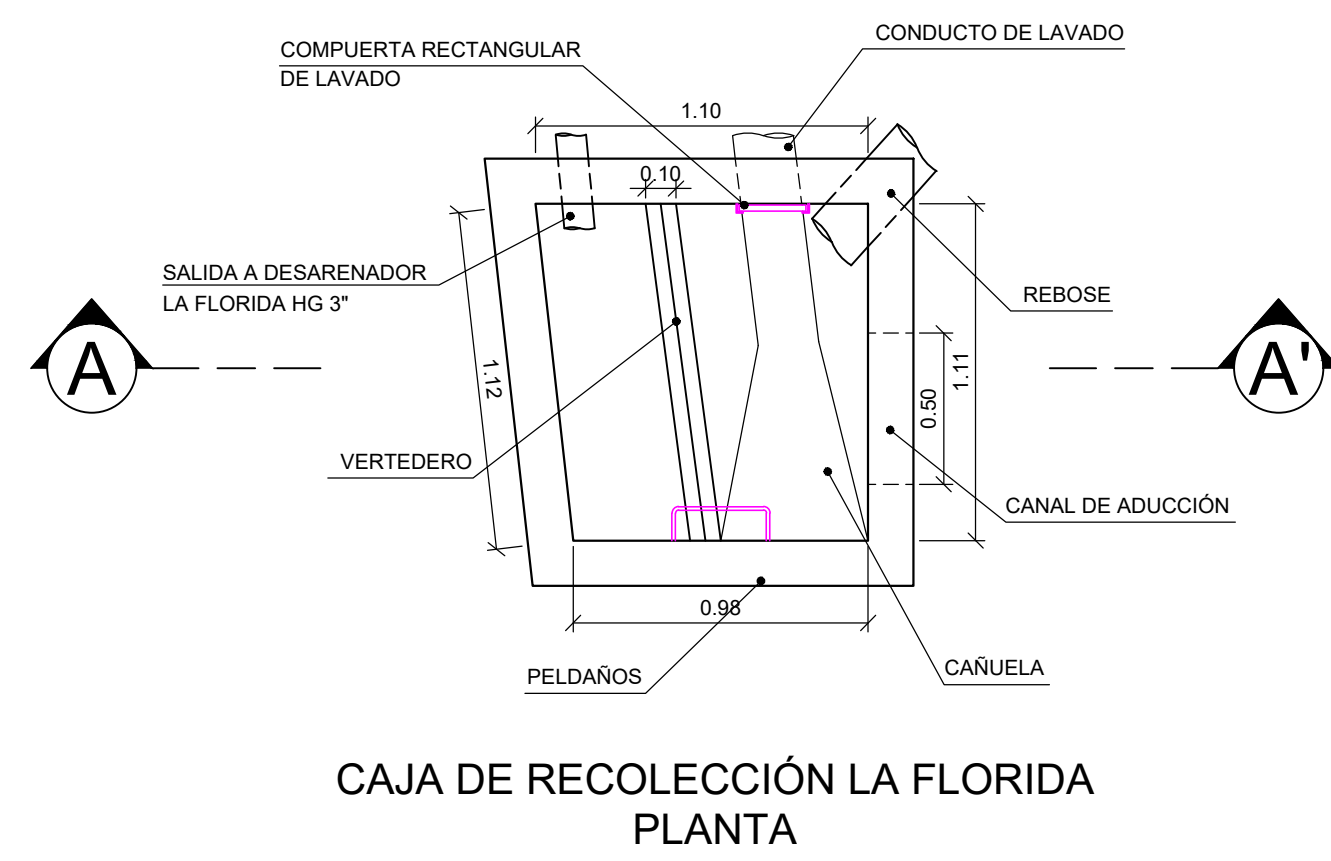
CUADRO DE OBSERVACIONES	
OBJETO	DESCRIPCION
Curvas de nivel	Extraídas de Google Earth
línea de distribución	Basado en el plano "localización de puntos de muestreo" de ACUAVALLE

Propietario:
 UNIVERIDAD ANTONIO NARIÑO SEDE PEREIRA

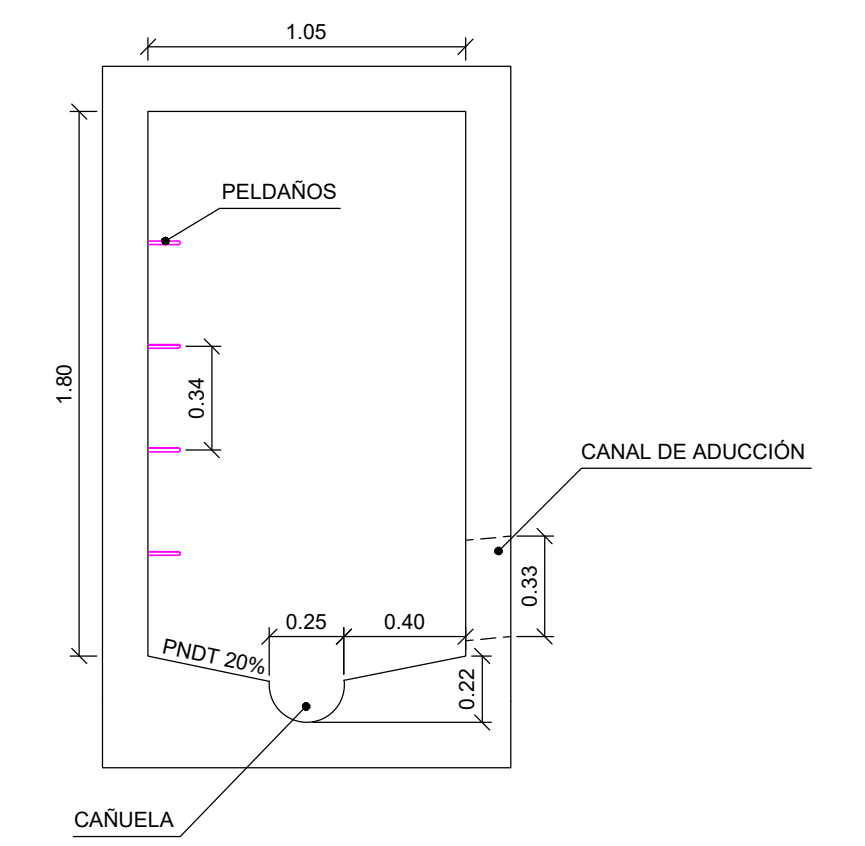
Contiene:
 DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE VÁLVULAS DE CORTE HIDRANTES

Escala: 1 : 2500
 Fecha: ABRIL DE 2020
 Archivo: DISTRIBUCION

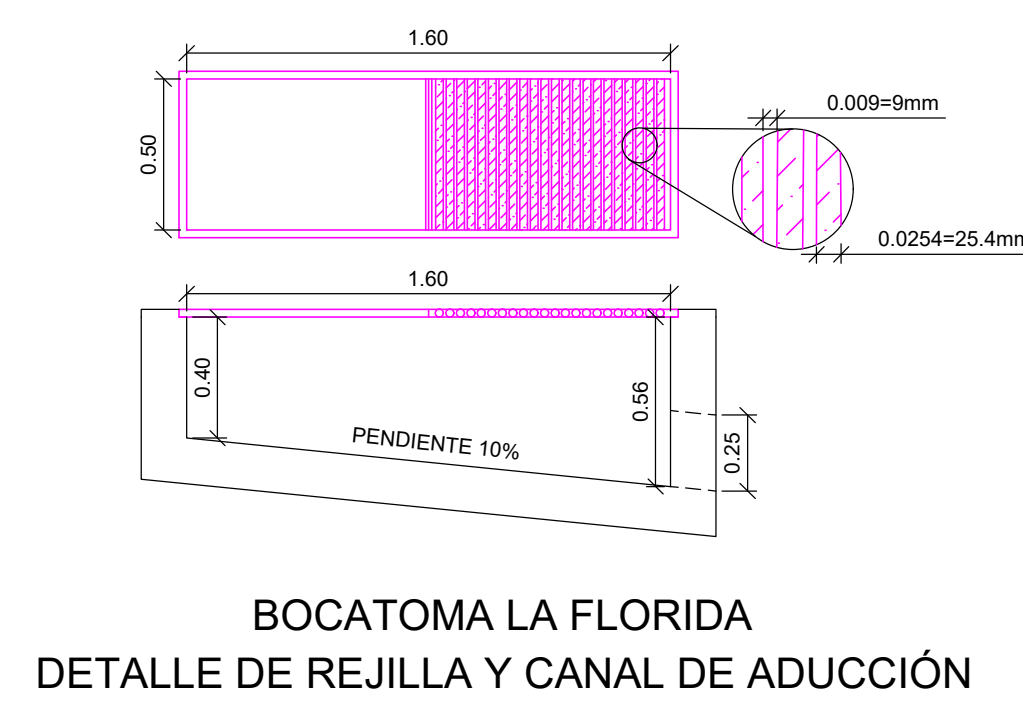
Plano No.
1/1



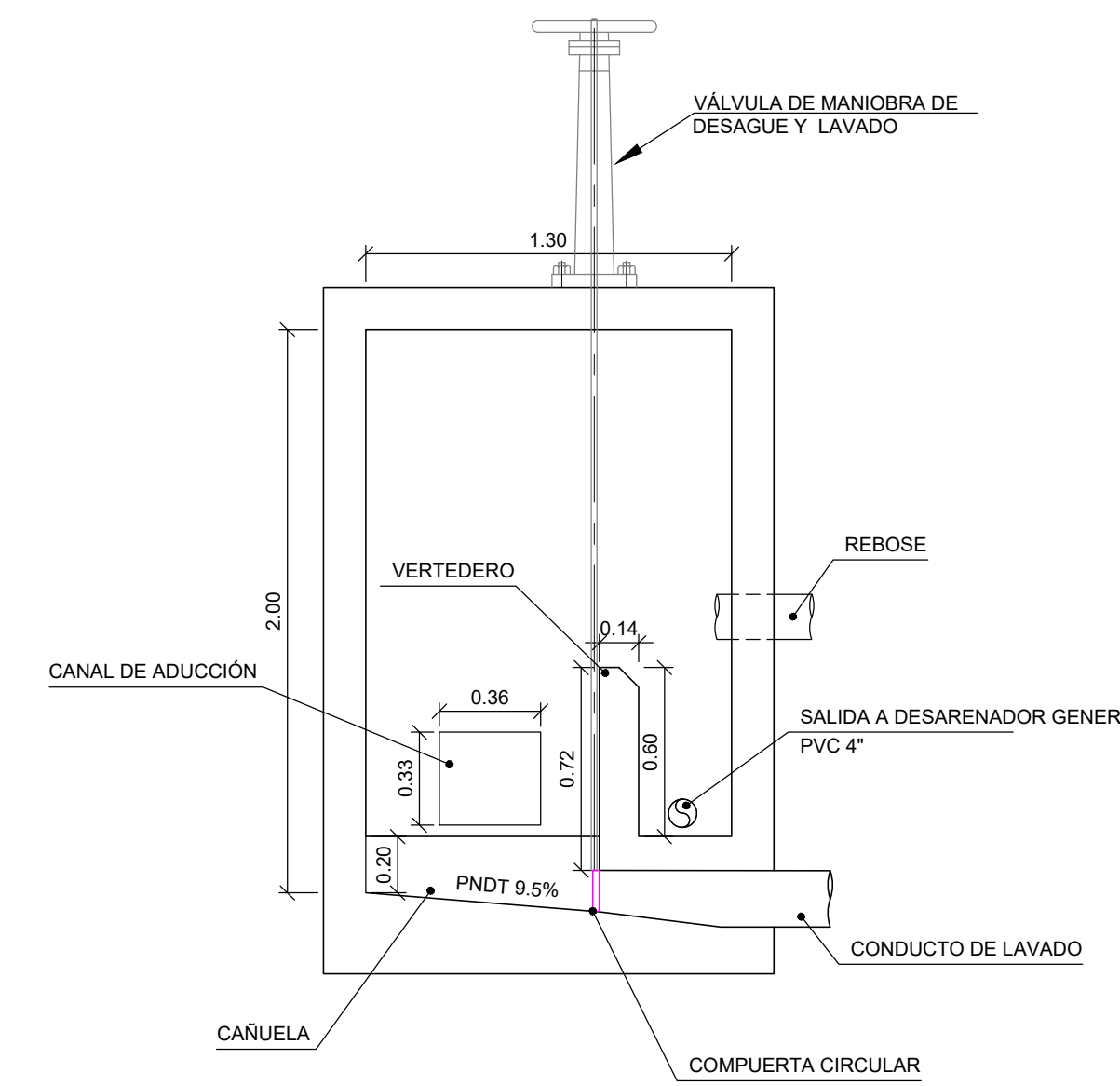
CAJA DE RECOLECCIÓN VOLCONDA PLANTA



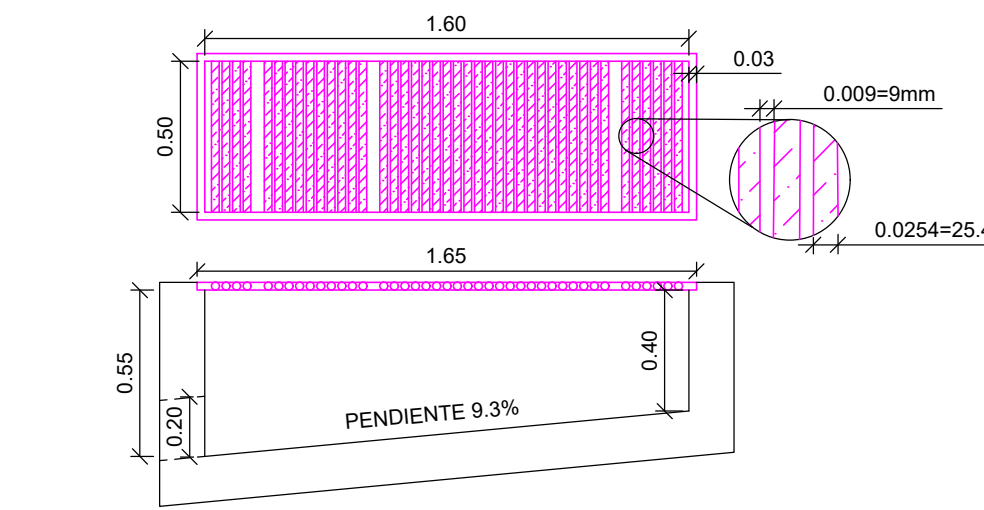
CAJA DE RECOLECCIÓN VOLCONDA SECCION B-B'



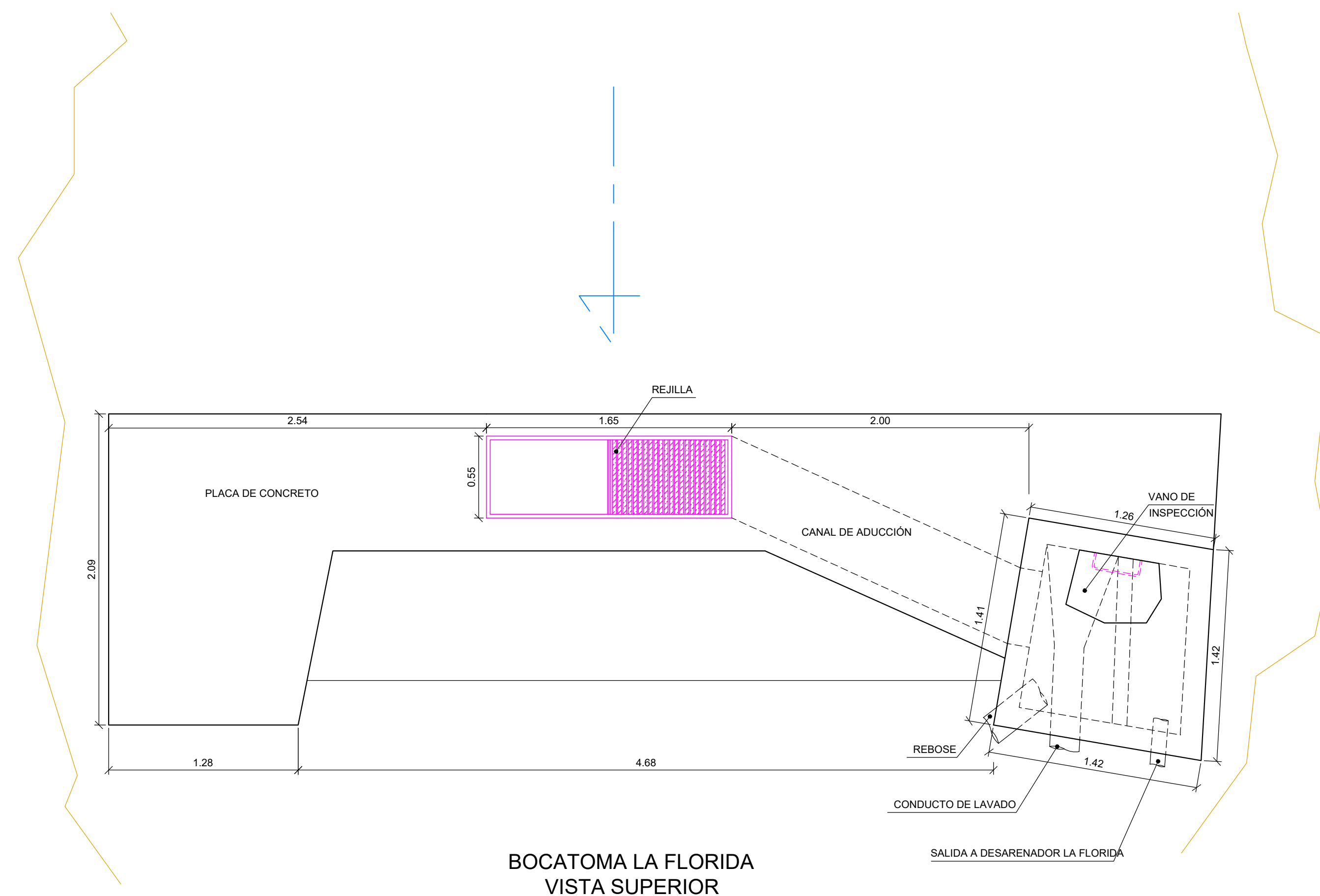
BOCATOMA LA FLORIDA DETALLE DE REJILLA Y CANAL DE ADUCCIÓN



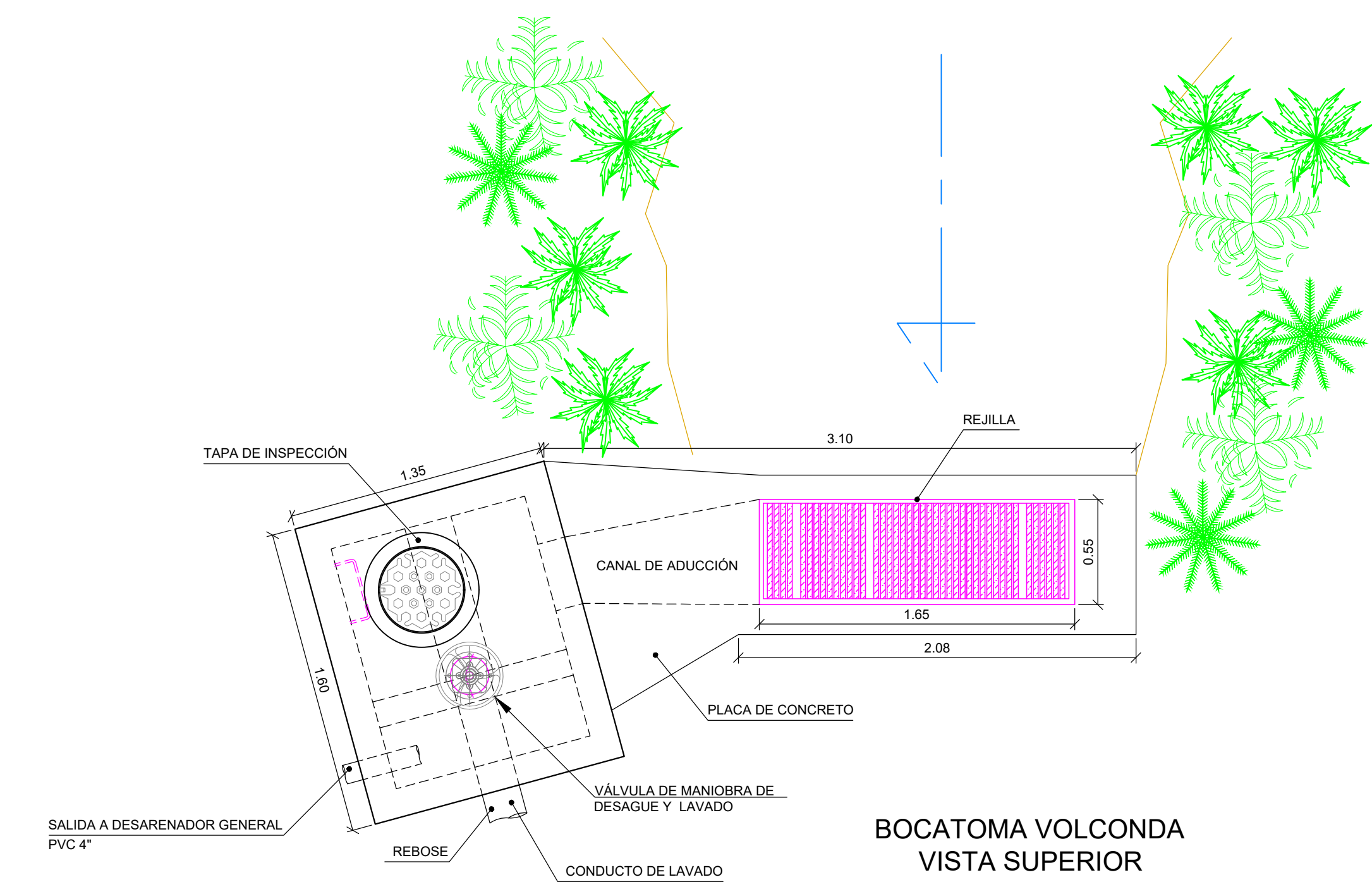
CAJA DE RECOLECCIÓN VOLCONDA SECCION A-A'



BOCATOMA VOLCONDA DETALLE DE REJILLA Y CANAL DE ADUCCIÓN



BOCATOMA LA FLORIDA VISTA SUPERIOR



BOCATOMA VOLCONDA VISTA SUPERIOR

DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO EL ÁGUILA

Levanto: JHONER GUAJALES GÓMEZ
Dibujó: JHONER GUAJALES GÓMEZ

LOCALIZACION: EL ÁGUILA, VALLE DEL CAUCA

PROYECTO: ANALISIS DEL ESTADO DE LAS ESTRUCTURAS

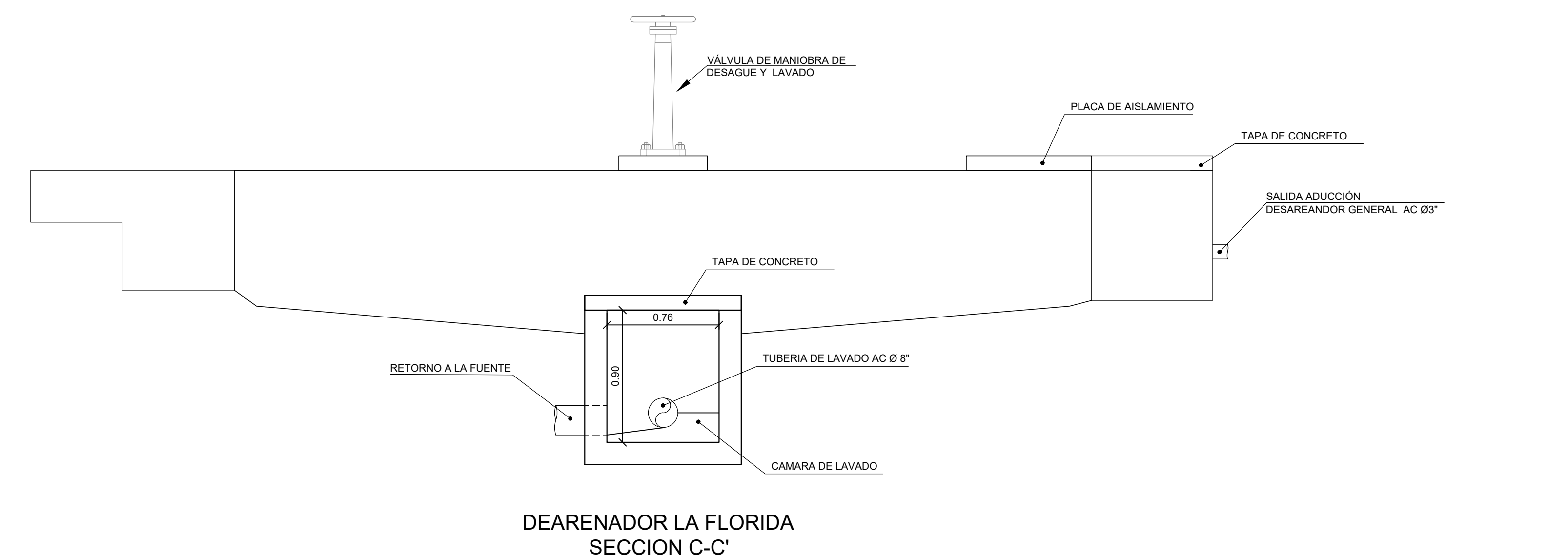
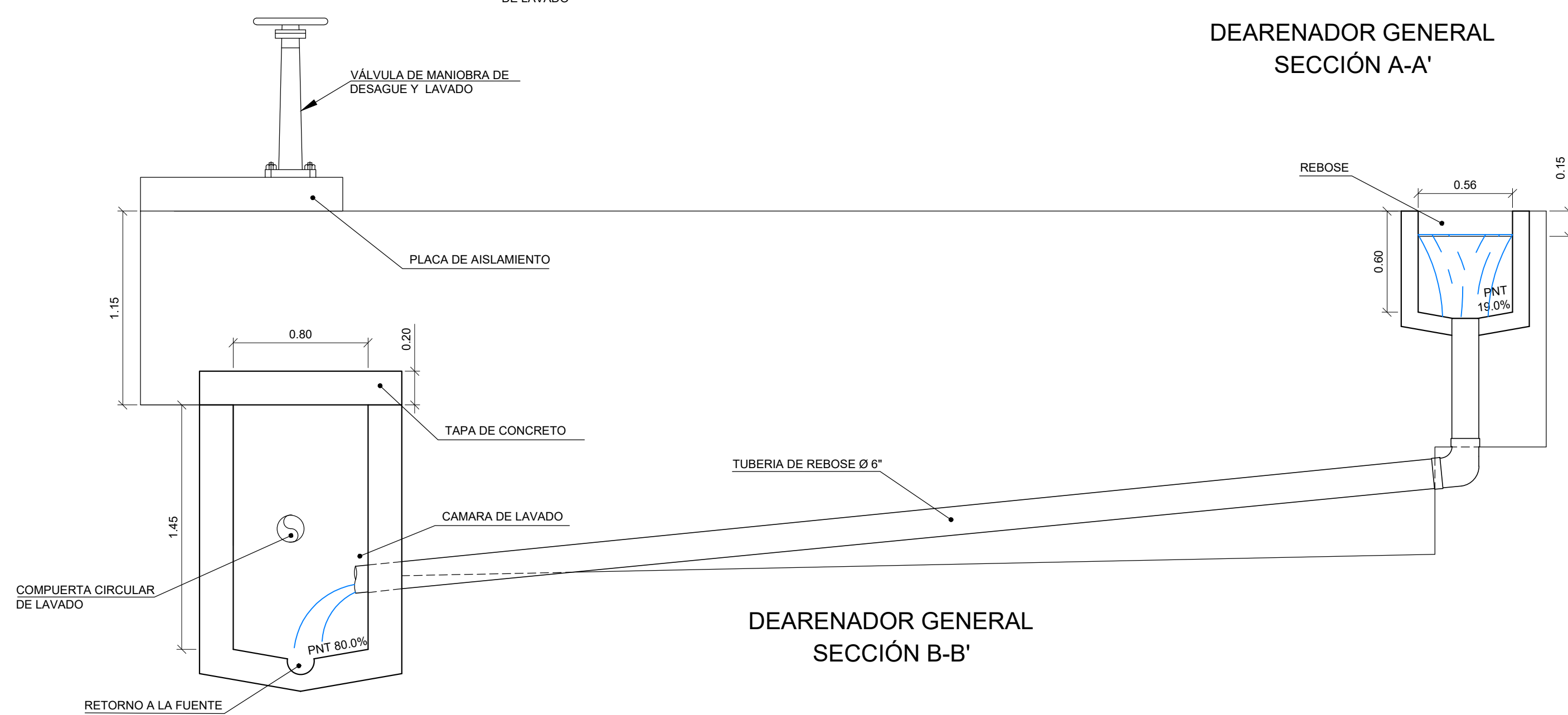
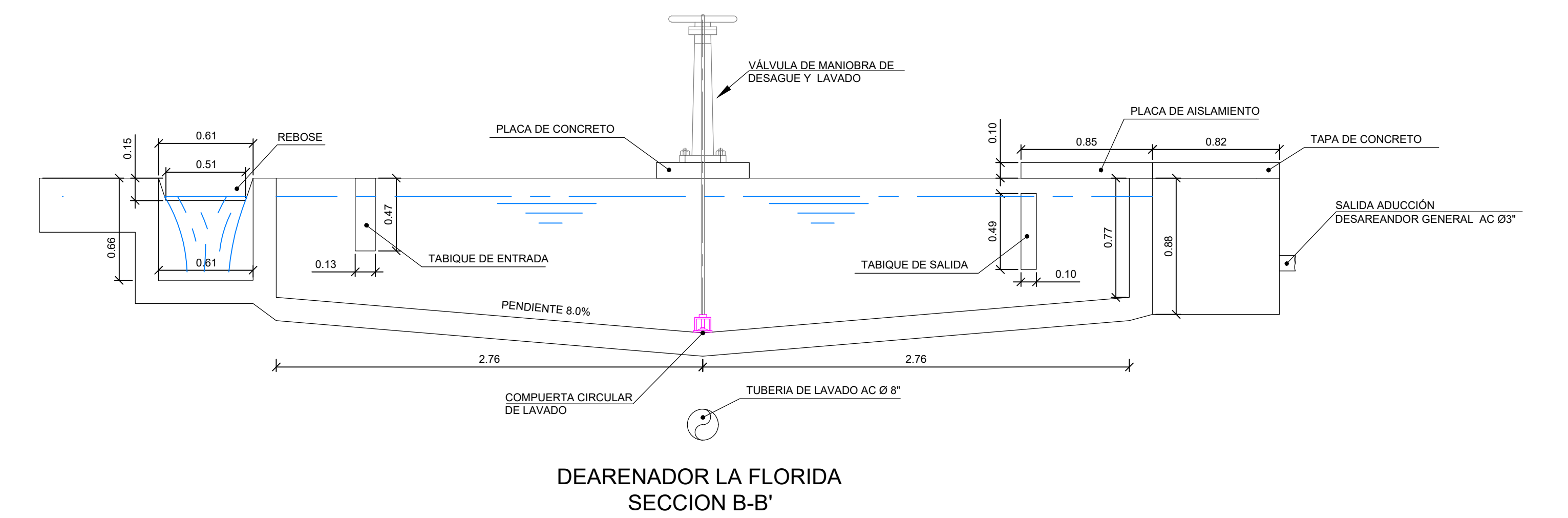
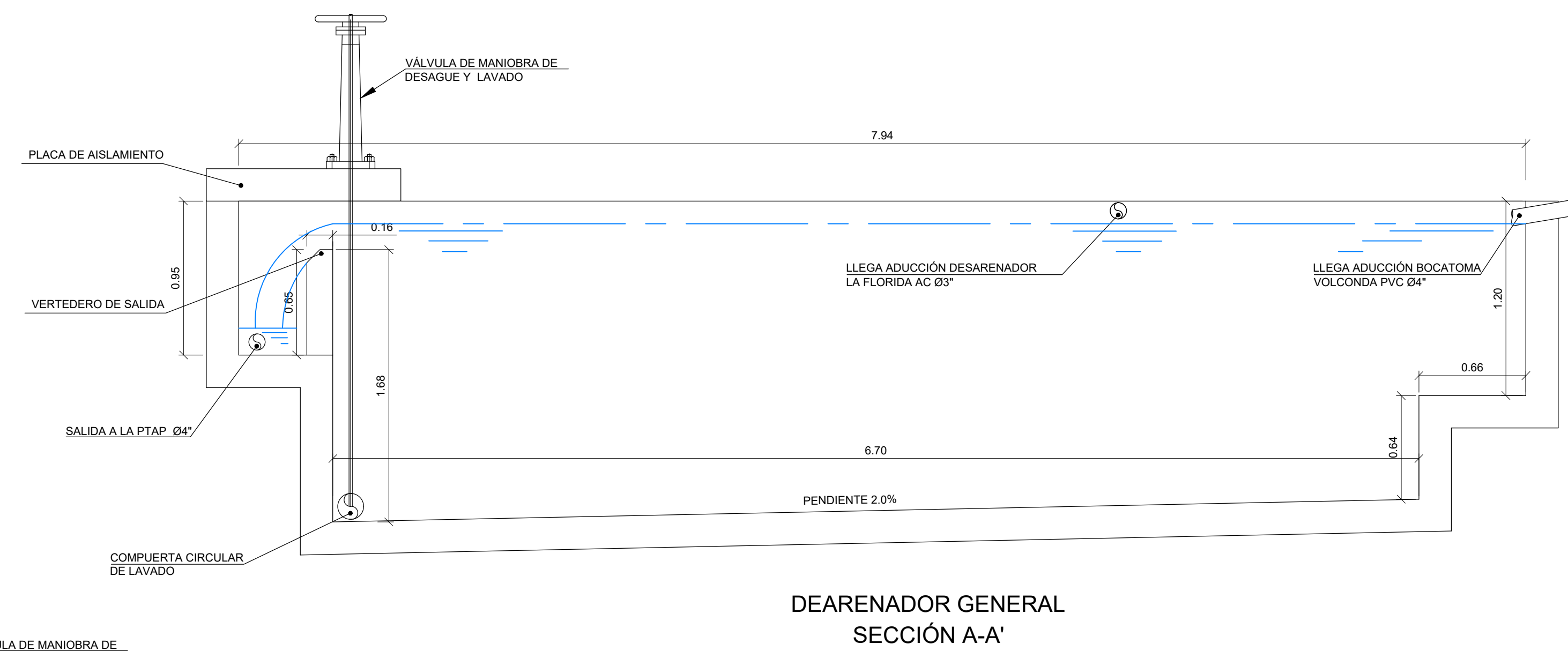
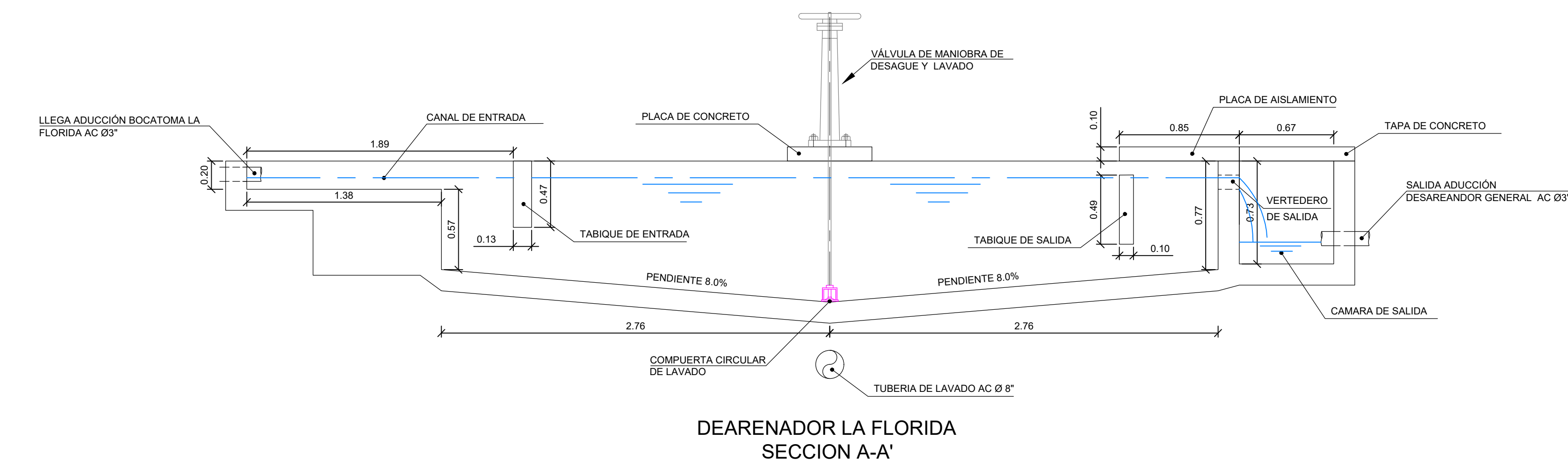
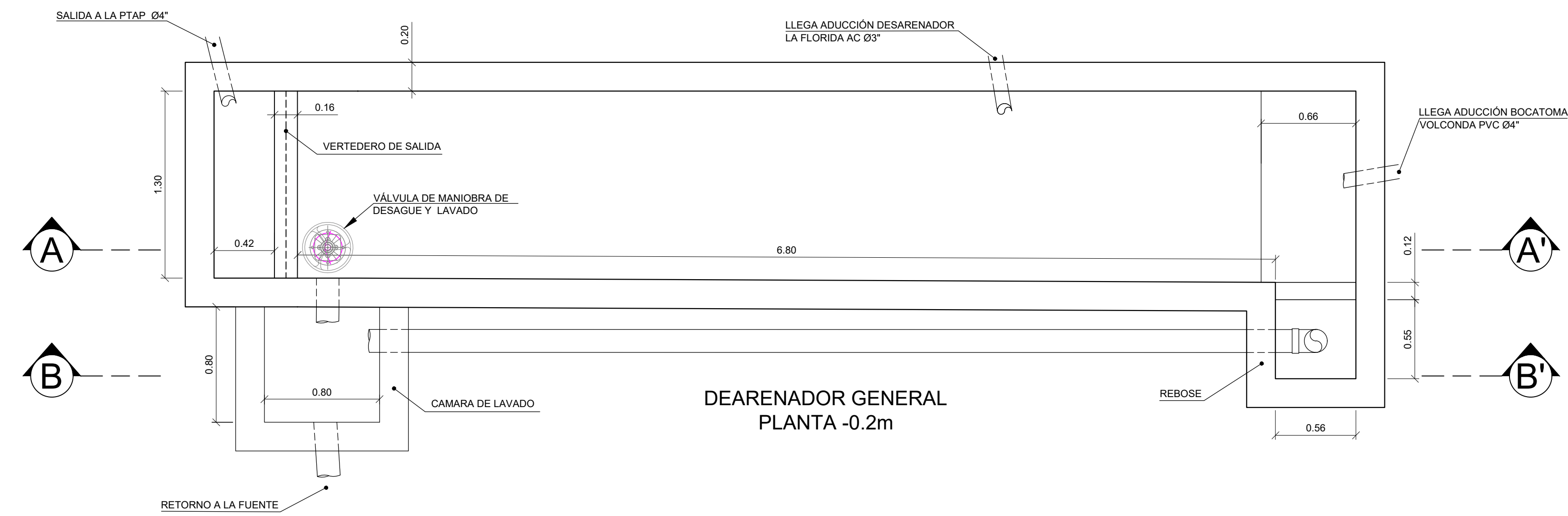
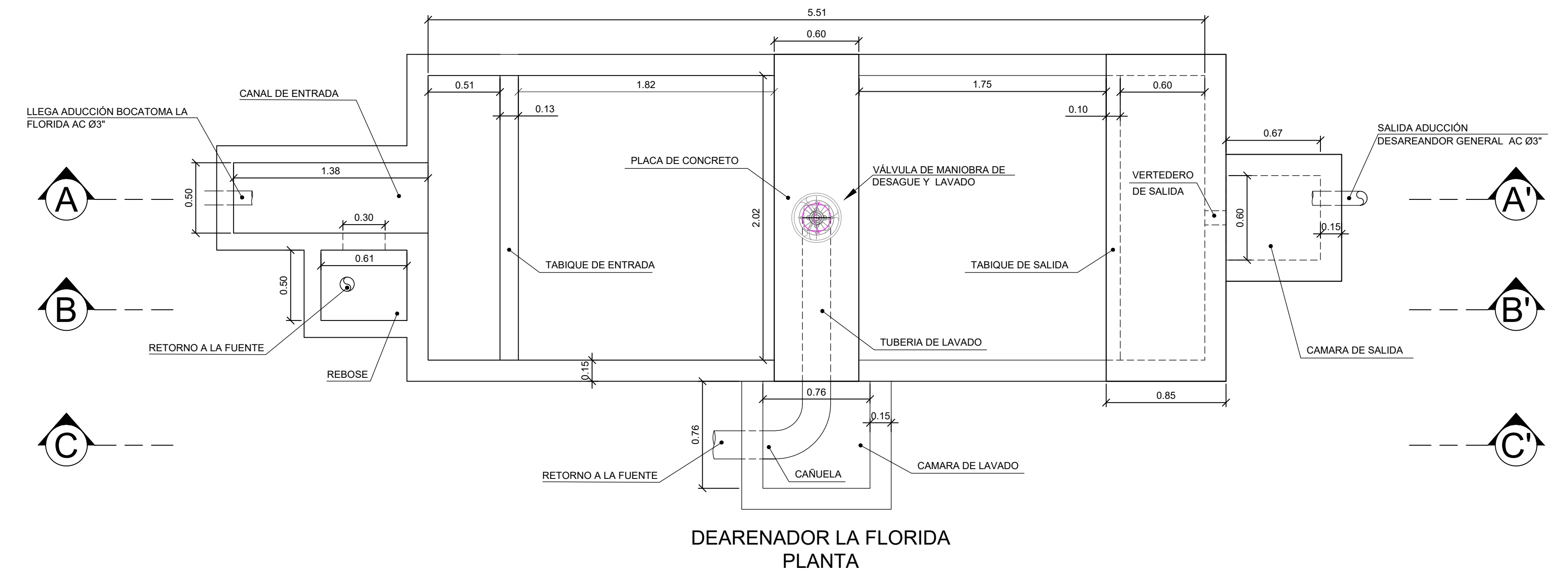
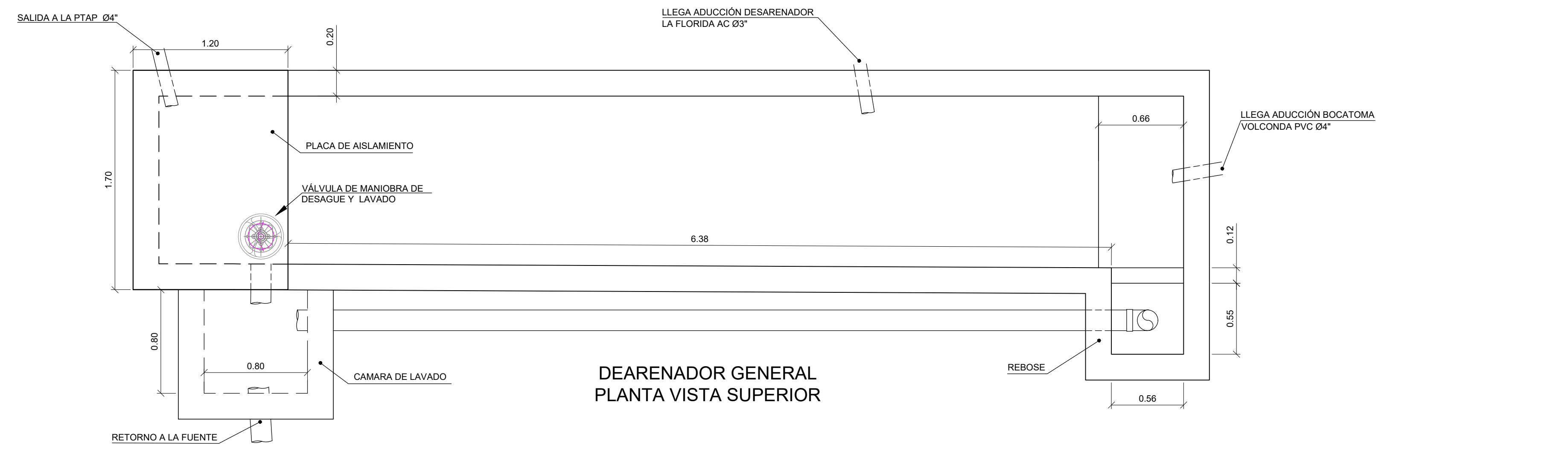
CUADRO DE OBSERVACIONES	
OBJETO	DESCRIPCION

Propietario: UNIVERIDAD ANTONIO NARIÑO SEDE PEREIRA

Contiene: LEVANTAMIENTO BOCATOMAS: LA FLORIDA VOLCONDA

Escala: 1 : 25
Fecha: ABRIL DE 2020
Archivo: LEVANTAMIENTO

Plano No. 2/3



DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO EL ÁGUILA

Levanto: JHONER GRAJALES GÓMEZ
Dibujó: JHONER GRAJALES GÓMEZ

LOCALIZACION: EL ÁGUILA, VALLE DEL CAUCA

PROYECTO: ANALISIS DEL ESTADO DE LAS ESTRUCTURAS

CUADRO DE OBSERVACIONES

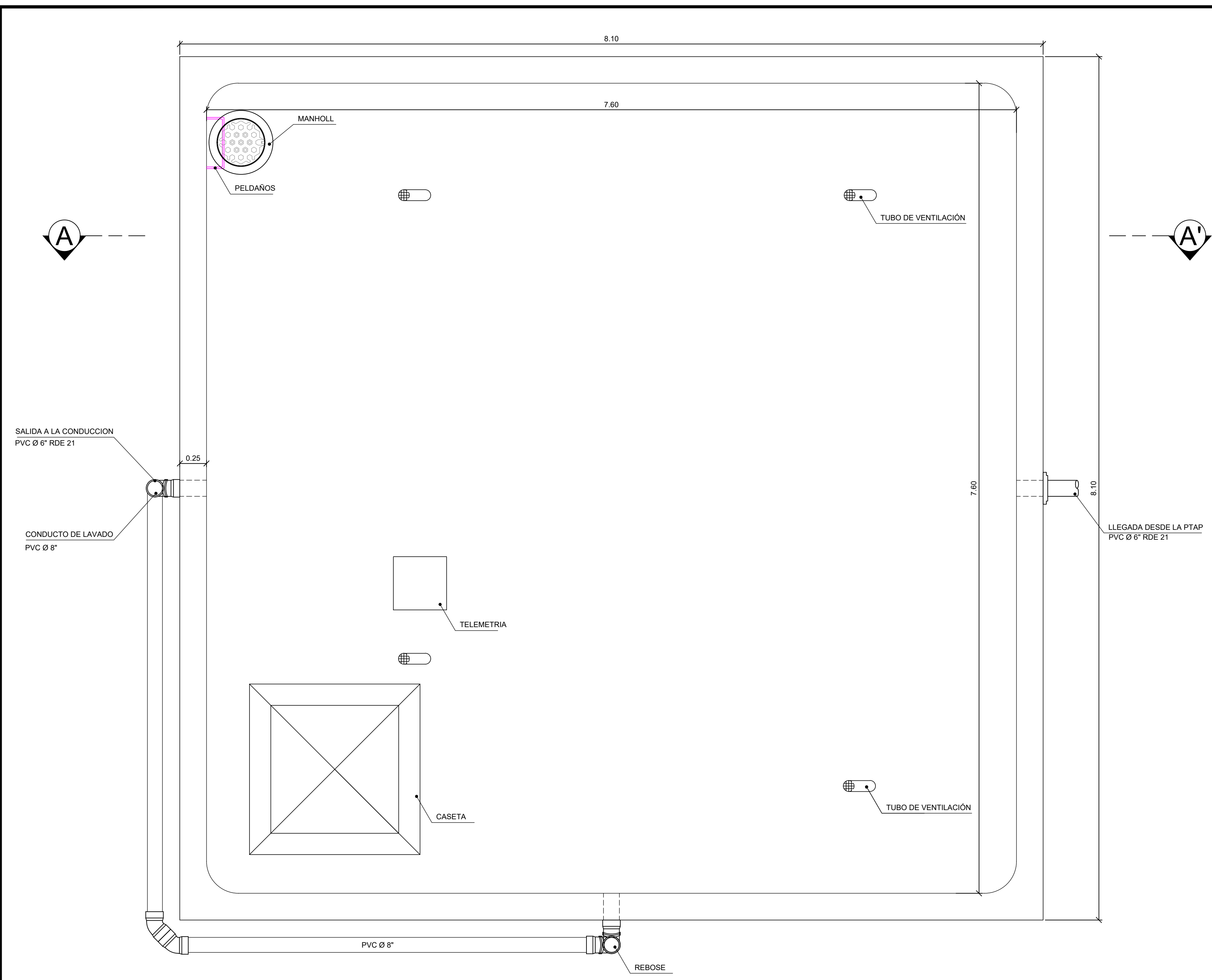
OBJETO	DESCRIPCION

Propietario: UNIVERIDAD ANTONIO NARIÑO SEDE PEREIRA

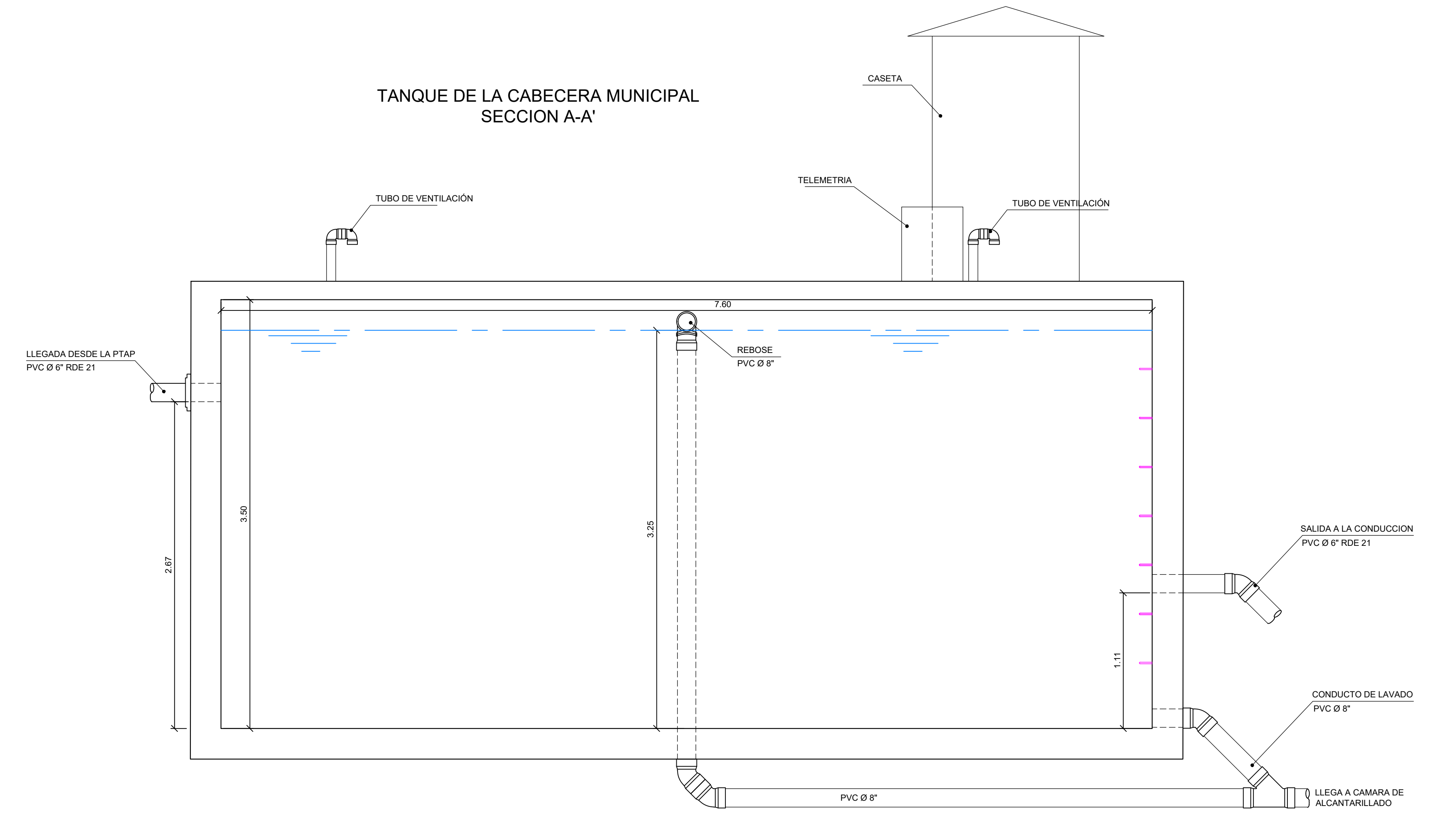
Contiene: LEVANTAMIENTO DESARENADORES: LA FLORIDA GENERAL

Escala: 1 : 25
Fecha: ABRIL DE 2020
Archivo: LEVANTAMIENTO

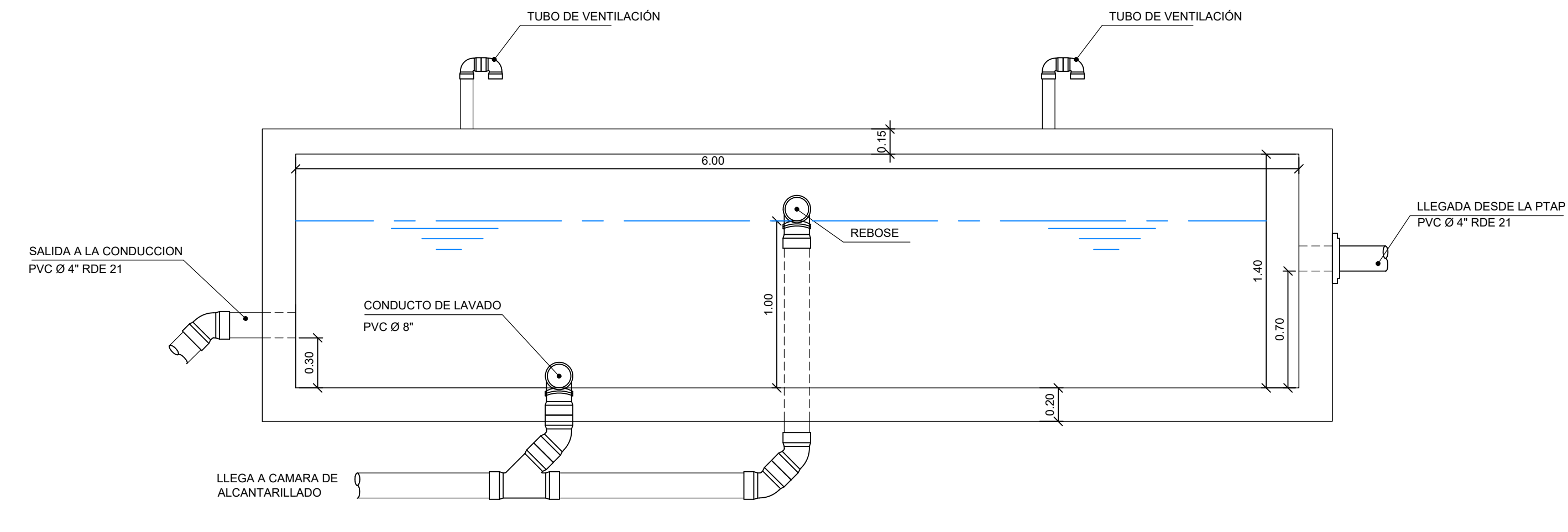
Plano No. 1/3



TANQUE DE LA CABECERA MUNICIPAL VISTA SUPERIOR

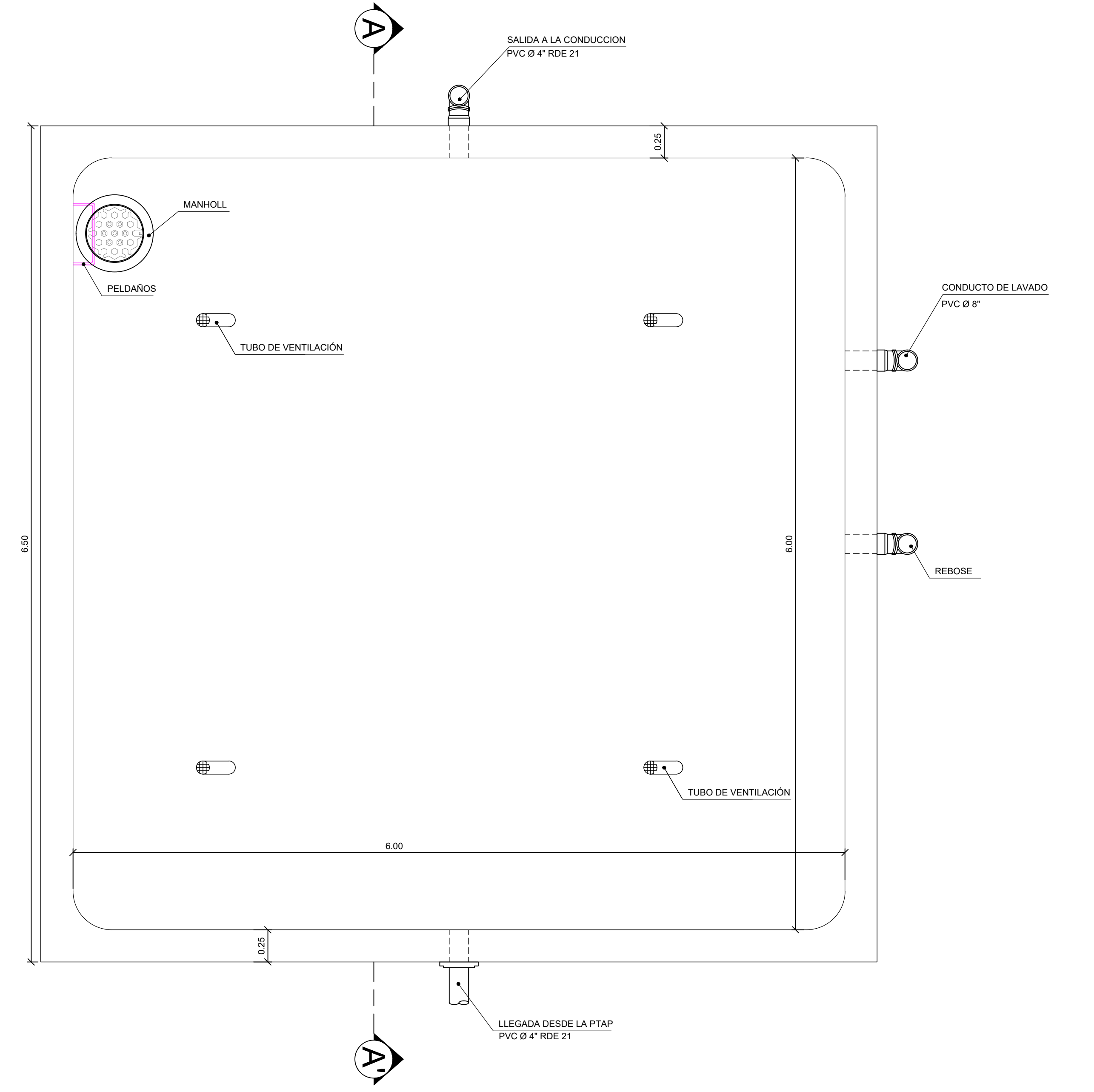


TANQUE DE LA CABECERA MUNICIPAL SECCION A-A'



TANQUE DEL BARRIO ASPRODICA SECCION A-A'

TANQUE DEL BARRIO ASPRODICA VISTA SUPERIOR



DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO EL ÁGUILA

Levanto: _____
 JHONER GRAJALES GÓMEZ
 Dibujó: _____
 JHONER GRAJALES GÓMEZ

LOCALIZACION:
 EL ÁGUILA, VALLE DEL CAUCA

PROYECTO:
 ANALISIS DEL ESTADO DE LAS ESTRUCTURAS

CUADRO DE OBSERVACIONES	
OBJETO	DESCRIPCION

Propietario:
 UNIVERIDAD ANTONIO NARIÑO SEDE PEREIRA

Contiene:
 LEVANTAMIENTO TANQUES: CABECERA MUNICIPAL BARRIO ASPRODICA

Escala: 1 : 25
 Fecha: ABRIL DE 2020
 Archivo: LEVANTAMIENTO

Plano No.
 3/3