

**Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en proyectos de la empresa IMMA S.A.S**

**Daniela Andrea Pico Acevedo**

**Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Civil**

**Director**

**Mario García Solano**

**Magíster en Informática**

**Universidad Industrial de Santander**

**Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas**

**Escuela de Ingeniería Civil**

**Bucaramanga**

**2020**

## Agradecimientos

Primeramente, agradezco a mis padres Eduardo Pico, y Blanca Acevedo, y a mi hermanita María Alejandra por el amor y apoyo permanente a lo largo del recorrido hacía esta meta.

A Cristian quién ha estado a mi lado incondicionalmente durante este camino, y quién ha compartido conmigo su vida, sus alegrías, y sus tristezas.

A los amigos para la vida que este memorable viaje que fue la universidad me dejó.

Y finalmente, a la empresa IMMA S.A.S. y a todas las personas que allí conocí por permitirme vivir la experiencia de la práctica empresarial.

*Daniela Andrea Pico Acevedo*

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	13
1. Objetivos .....	15
1.1 Objetivo general.....	15
1.2 Objetivos específicos .....	15
2. Información de la empresa.....	16
3. Marco de referencia .....	17
3.1 Sistema de acueducto.....	17
3.1.1 Componentes físicos de un sistema de acueducto. ....	17
3.1.1.1 <i>Fuente de abastecimiento.</i> ....	17
3.1.1.2 <i>Obras de captación</i> .....	18
3.1.1.3 <i>Línea de aducción</i> .....	18
3.1.1.4 <i>Desarenador.</i> ....	19
3.1.1.5 <i>Línea de conducción.</i> ....	21
3.1.1.6 <i>Tanque de almacenamiento y compensación.</i> .....	22
3.1.1.7 <i>Redes de distribución.</i> .....	22
3.2. Sistema de alcantarillado. ....	23

3.2.1 Tipos de sistemas de alcantarillado. Los sistemas de alcantarillado se clasifican según el tipo de agua que conduzcan, así: .....	24
3.2.1.1 Clasificación del tipo de tuberías de un alcantarillado.....	24
4. Desarrollo de la práctica empresarial.....	25
4.1 Diseño de plantillas de registro y revisión por factor. ....	26
4.1.1 Sistema de acueducto rural. ....	27
4.1.1.1 Obra de captación.....	27
4.1.1.2 Desarenador. ....	28
4.1.1.3 Tanque de almacenamiento. ....	29
4.1.2 Sistema de alcantarillado. ....	30
4.1.2.1 Pozos de inspección. ....	30
4.2 Diseño de protocolos para el diagnóstico del funcionamiento de unidades físicas de acueductos y alcantarillados rurales. ....	32
4.3 Visita de inspección ocular y apoyo en el diagnóstico de las unidades físicas del acueducto veredal de Aguablanca – CORPOAGUAS, del municipio de Floridablanca.....	36
4.3.1 Información preliminar. ....	37
4.3.2 Georreferenciación del acueducto. ....	38
4.3.3 Información obtenida de la visita de inspección ocular.....	39
4.3.3.1 Obra de captación.....	39
4.3.3.2 Desarenador. ....	41
4.3.3.3 Tanque de almacenamiento. ....	44
4.3.3.4 Pasos elevados.....	46
4.3.3.5 Conducción. ....	48

---

5. Otras actividades.....	48
6. Conclusiones.....	49
7. Recomendaciones.....	50
Referencias bibliográficas.....	52

**Lista de tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. <i>Objetivo y metodología propuesta para realizar el diseño de plantillas de registro y revisión por factor.</i> .....	26
Tabla 2. <i>Consideraciones técnicas generales de la unidad física: Obra de captación.</i> .....	27
Tabla 3. <i>Consideraciones técnicas generales de la unidad física: Desarenador.</i> .....	28
Tabla 4. <i>Consideraciones técnicas generales de la unidad física: Tanque de almacenamiento.</i> ...	30
Tabla 5. <i>Consideraciones técnicas generales de la unidad física: Pozos de inspección.</i> .....	31
Tabla 6. <i>Objetivos y metodología propuesta para la construcción del protocolo de diagnóstico.</i> ... .....	33
Tabla 7. <i>Coordenadas, obra de captación del acueducto veredal de Aguablanca - CORPOAGUAS.</i> .....	40
Tabla 8. <i>Coordenadas, desarenador del acueducto veredal CORPOAGUAS.</i> .....	42
Tabla 9. <i>Coordenadas, tanque de almacenamiento del acueducto veredal CORPOAGUAS.</i> .....	45

**Lista de figuras**

	<b>Pág.</b>
<i>Figura 1.</i> Logo de la empresa IMMA S.A.S. ....	16
<i>Figura 2.</i> Vista en planta de un desarenador convencional.....	20
<i>Figura 2.</i> Vista lateral de un desarenador convencional.....	21
<i>Figura 3.</i> Etapas que conforman el diagnóstico de un sistema de acueducto y alcantarillado....	34
<i>Figura 4.</i> Obra de captación del acueducto veredal CORPOAGUAS. ....	40
<i>Figura 5.</i> Detalle de filtración de agua en la parte inferior de la bocatoma del acueducto veredal CORPOAGUAS .....	41
<i>Figura 6.</i> Desarenador del acueducto veredal CORPOAGUAS. ....	42
<i>Figura 7.</i> Detalle de la zona de entrada al desarenador del acueducto veredal CORPOAGUAS.	43
<i>Figura 8.</i> Detalle de la zona de salida del desarenador del acueducto veredal CORPOAGUAS.	44
<i>Figura 9.</i> Tanque de almacenamiento del acueducto veredal CORPOAGUAS. ....	45
<i>Figura 10.</i> Detalle de la tubería de entrada al tanque de almacenamiento del acueducto veredal CORPOAGUAS. ....	46
<i>Figura 11.</i> Paso elevado No. 1 del acueducto veredal CORPOAGUAS.....	47
<i>Figura 12.</i> Paso elevado No. 2 del acueducto veredal CORPOAGUAS.....	47

## Lista de apéndices

**Ver Apéndices adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en la Base de Datos de la Biblioteca UIS.**

Apéndice A. Formato de diagnóstico para obra de captación de un acueducto rural

Apéndice B. Formato de diagnóstico para desarenador de un acueducto rural

Apéndice C. Formato de diagnóstico para tanque de almacenamiento de un acueducto rural

Apéndice D. Formato de diagnóstico para pozos de inspección de un alcantarillado rural

Apéndice E. Protocolo de diagnóstico de unidades físicas de sistemas de acueducto y alcantarillado

Apéndice F. Registro fotográfico

Apéndice G. Informe técnico



## Resumen

**Título:** Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en proyectos de la empresa IMMA S.A.S\*

**Autor:** Daniela Andrea Pico Acevedo\*\*

**Palabras Clave:** Sistemas de acueducto rural, sistema de alcantarillado, diagnóstico, práctica empresarial.

### Descripción:

El presente documento tiene por finalidad mostrar las actividades ejecutadas por la estudiante durante la práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en el área de acueductos y alcantarillados dentro de la elaboración de la consultoría para el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado para la zona rural del municipio de Floridablanca en la empresa Ingeniería, Mantenimiento & Medio Ambiente IMMA S.A.S, ubicada en la ciudad de Bucaramanga. Esta práctica se llevó a cabo entre los meses de septiembre del 2019 a enero del presente año. En este periodo se apoyó en el diseño de protocolos y plantillas de campo que permiten estandarizar el proceso de diagnóstico del funcionamiento de las unidades físicas que comprenden los acueductos y alcantarillados rurales. Posterior a esto, se apoyó en la realización del diagnóstico del funcionamiento y levantamiento estructural de los componentes físicos de un acueducto rural del municipio de Floridablanca, Santander comprendido en el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado de dicha zona. Durante el transcurso de la práctica empresarial se hace énfasis en aplicar, reforzar y mejorar conceptos de acueductos y alcantarillados para ponerlos al servicio de la empresa, y por consiguiente de las comunidades a las cuáles que beneficia la realización Plan maestro anteriormente mencionado.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Mario García Solano, Magíster en Informática

### Abstract

**Title:** Business practice as engineering assistant in projects of the company IMMA S.A.S\*

**Author:** Daniela Andrea Pico Acevedo \*\*

**Key words:** Rural aqueduct systems, sewerage system, diagnosis, business practice.

**Description:**

The purpose of this document is to show the activities carried out by the student during her business practice as an engineering assistant in the area of aqueducts and sewers within the elaboration of the consultancy for the Aqueduct and Sewerage Master Plan for the rural area of the municipality of Floridablanca in the company Ingeniería, Mantenimiento & Medio Ambiente IMMA S.A.S, located in the city of Bucaramanga. This practice was carried out between the months of September 2019 and January of this year. During this period, the company designed protocols and field templates that allow the standardization of the diagnostic process of the operation of the physical units that comprise the rural aqueducts and sewers. Subsequently, the project was supported by the diagnosis of the operation and structural survey of the physical components of a rural aqueduct in the municipality of Floridablanca, Santander, included in the Master Plan for Aqueduct and Sewerage in that area. During the course of the business practice, emphasis is placed on applying, reinforcing and improving concepts of aqueducts and sewers to put them at the service of the company, and consequently of the communities which benefit from the realization of the aforementioned Master Plan.

---

\* Degree work

\*\* Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Mario García Solano, Master in Computer Science

## Introducción

Colombia cuenta con una ubicación privilegiada en el mundo al localizarse en la zona ecuatorial, y es por esto que disfruta de la existencia de una amplia variedad de climas y ecosistemas en toda la extensión de su territorio y de la misma forma su hidrografía es abundante. Sin embargo, a pesar de estas ventajas, solo el 86,4% de hogares en Colombia cuenta con servicio de servicio de acueducto y el 76,6% cuenta con servicio de alcantarillado. (Departamento Administrativo de Estadística (DANE), 2018)

Algunos sectores presentan problemáticas que se vinculan estrechamente al manejo inadecuado y deficiente de los vertimientos, particularmente aquellos que se incorporan a las fuentes hídricas que abastecen los acueductos veredales. Asimismo, la infraestructura y los sistemas que componen los acueductos veredales, como lo son sistemas de captación, conducción y distribución que abastecen de agua el sector rural no son los adecuados, a causa de que no cumplen los requisitos legales, técnicos, ambientales y de higiene para funcionar. En algunos casos prestan el servicio de manera precaria y con agua cruda sin potabilizar.

Con la realización de la práctica empresarial en IMMA S.A.S, la estudiante se incorpora a un nuevo flujo de trabajo en el cual aplica los conocimientos adquiridos durante su tiempo de estudio de pregrado, para dar solución a problemas de tipo ingenieril en el área de acueductos y alcantarillados, desarrolla competencias laborales para su futuro y adquiere experiencia a fin de formar un profesional integral.

En el presente artículo se busca mostrar las actividades realizadas y metodologías utilizadas durante el período de ejecución de la práctica empresarial como auxiliar de ingeniería. Tiempo en

el cual se tuvo la oportunidad de participar en la consultoría para el Plan Maestro de Acueducto y alcantarillado para la zona rural del municipio de Floridablanca en el departamento de Santander.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo general**

Realizar la práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en proyectos en la empresa IMMA S.A.S.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Diseñar los protocolos y las plantillas de campo que permitan estandarizar el proceso de diagnóstico del funcionamiento de unidades físicas comprendidas en acueductos y alcantarillados para acciones futuras.
- Ayudar en la realización del diagnóstico del funcionamiento y el levantamiento arquitectónico de las unidades físicas comprendidas en el desarrollo del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado PMAA de la zona rural del municipio de Floridablanca.

## 2. Información de la empresa

IMMA S.A.S es una empresa consultora y constructora ubicada en la Calle 52 No. 31 – 162 en la ciudad de Bucaramanga. Cuenta con experiencia desde el año 2003 y ofrece soluciones en el sector infraestructura, desarrollando alternativas para una adecuada gestión de proyectos en todas sus etapas desde la planeación, construcción, puesta en marcha y operación. En la Figura 1 se muestra el logo de la empresa Ingeniería Mantenimiento & Medio Ambiente, IMMA S.A.S.



*Figura 1.* Logo de la empresa IMMA S.A.S. Adaptado de IMMA (2020). Logo empresa [imagen], (Ingeniería Mantenimiento & Medio Ambiente, IMMA S.A.S. Obtenido de <https://imma.com.co/>

Esta empresa cuenta con un equipo de trabajo multidisciplinario que les garantiza ofrecer a sus clientes de los sectores públicos y privados un servicio ágil, eficaz y de óptima calidad, diferenciándose por una gran competitividad, y con aportes al medio ambiente.

IMMA S.A.S realizó la consultoría del proyecto del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado para la zona rural del municipio de Floridablanca, para ello requirió efectuar un proceso de diagnóstico de las condiciones físicas a detalle de los acueductos y alcantarillados

contemplados en este proyecto, a fin de estructurar adecuadamente las soluciones y adecuaciones necesarias para poner en funcionamiento las estructuras hidráulicas.

### **3. Marco de referencia**

#### **3.1 Sistema de acueducto**

Un sistema de acueducto, o también conocido como un sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales hasta las viviendas de los habitantes que serán favorecidos con dicho sistema. (Cardenas & Patiño, 2010)

##### **3.1.1 Componentes físicos de un sistema de acueducto.**

**3.1.1.1 Fuente de abastecimiento.** En el medio rural casi todas las comunidades cuentan con fuentes de agua ya que este es un requisito indispensable para su establecimiento y supervivencia. Las principales tres categorías de las que suelen disponer las comunidades son las fuentes subterráneas, las superficiales y las pluviales. (Organización Panamericana de la Salud; , Organización Mundial de la Salud, 2005)

Las aguas subterráneas suelen estar libres de bacterias y microorganismos patógenos, la capa acuífera de la que se extraen constituye generalmente un depósito natural en el punto de la captación. (Organización Panamericana de la Salud; , Organización Mundial de la Salud, 2005)

Las aguas superficiales proceden en su mayor parte de la lluvia y son una mezcla del agua que corre por el suelo y de la que brota del subsuelo. (Organización Panamericana de la Salud; , Organización Mundial de la Salud, 2005)

Y por último las fuentes pluviales que constituyen otra de las fuentes más importantes de agua, cuyo aprovechamiento está aún en desarrollo para la utilización como agua para consumo en poblaciones del sector rural. (Organización Panamericana de la Salud; , Organización Mundial de la Salud, 2005)

**3.1.1.2 Obras de captación.** Se conocen con el nombre de obras de captación a las estructuras que se colocan directamente sobre la fuente de abastecimiento que se ha seleccionado como económicamente utilizable para surtir una red de acueducto. (Corcho Romero & Duque Serna, Acueductos, Teoría y Diseño, 1997)

Los tipos de captación son esencialmente diferentes según se deseen captar las aguas de ríos, manantiales, lagos, embalses, pozos profundos o someros. (Corcho Romero & Duque Serna, Acueductos, Teoría y Diseño, 1997)

**3.1.1.3 Línea de aducción.** Se conoce como línea de aducción en un sistema de acueducto al conducto que transporta el agua desde la obra de captación hasta el desarenador. Esta línea puede ser un canal abierto o un canal cerrado (tubería). (Corcho Romero & Duque Serna, Acueductos, Teoría y Diseño, 1997)



La línea de aducción funciona en la gran mayoría de casos a flujo libre; para esta condición de flujo se debe evaluar cuánto caudal transporta a fin de diseñar los dispositivos en el desarenador que permitan evacuar el excedente de caudal antes de entrar al proceso de desarenación. (Corcho Romero & Duque Serna, Acueductos, Teoría y Diseño, 1997)

**3.1.1.4 Desarenador.** Un desarenador es un tanque construido con el propósito de sedimentar partículas en suspensión por la acción de la gravedad. La finalidad de este es la remoción de partículas hasta el tamaño de arenas (0,1 mm) (López Cualla R. A., 1995).

Este elemento debe estar ubicado lo más cerca posible de la estructura de captación con el fin de evitar obstrucciones en la línea de aducción desde esta hasta el desarenador. (López Cualla R. A., 1995).

Un desarenador está dividido en las siguientes cinco zonas (López Cualla R. A., 1995):

**Zona I:** Esta se conoce como cámara de aquietamiento, en esta se produce la disipación del exceso de energía de velocidad debido al incremento de sección que se da entre la línea de aducción y el desarenador. En la parte lateral de esta zona se encuentra el vertedero de excesos de caudal que dirige este de nuevo a la fuente de abastecimiento. Mediante una pantalla con orificios se da el paso del agua a la siguiente zona.

**Zona II:** Esta zona está limitada por la pantalla con orificios y la cortina para sólidos flotantes. La cortina tiene la función de hacer descender rápidamente las líneas de flujo de manera que se inicie a sedimentar el material más grueso.

**Zona III:** En esta zona se sedimentan las partículas restantes y se cumplen las leyes de sedimentación.

**Zona IV:** Es la salida del desarenador, empieza en la pantalla de salida y se compone por el vertedero de salida y el canal de recolección hacia la línea de conducción.

**Zona V:** En esta se almacenan los lodos, se encuentran entre la cota de profundidad útil en la Zona III y el fondo del tanque que tiene pendientes longitudinales y transversales hacia la tubería de lavado.

La Figura 2 grafica la vista en planta de un desarenador convencional y la Figura 3 la vista lateral de este mismo.

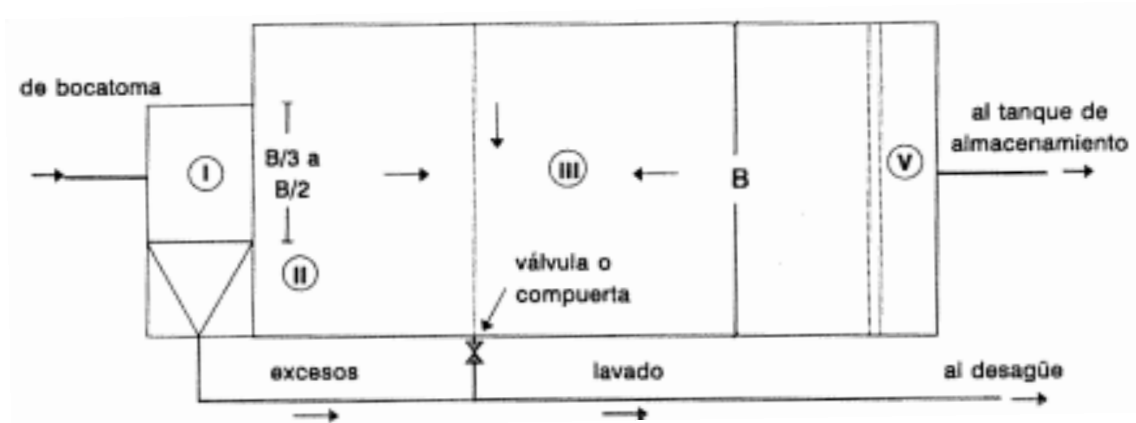


Figura 2. Vista en planta de un desarenador convencional. Adoptada de López Cualla, R. A. (1995). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados (Primera ed.). Bogotá, Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. 153-155.

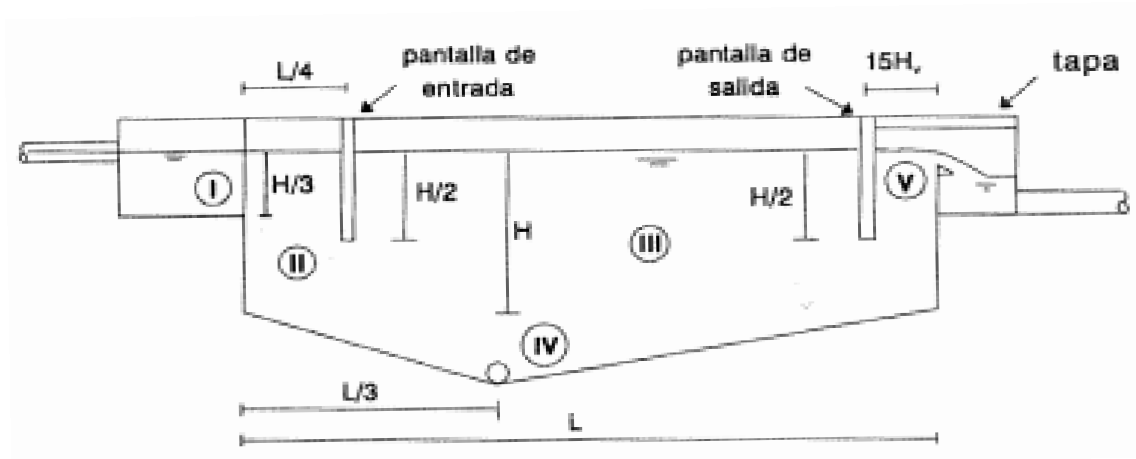


Figura 2. Vista lateral de un desarenador convencional. Adoptada de López Cualla, R. A. (1995). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados (Primera ed.). Bogotá, Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. 153-155

**3.1.1.5 Línea de conducción.** La línea de conducción es el componente de un sistema de abastecimiento de agua a través del cual se transporta el agua desde el desarenador hasta la planta de tratamiento de agua potable, al tanque de almacenamiento o directamente a la red de distribución del acueducto. A qué se conecte la línea de conducción desde el desarenador dependerá del tamaño del proyecto, de las características del agua, de la capacidad financiera, de la inversión del municipio, de las condiciones topográficas, etcétera. (Corcho Romero & Duque Serna, Acueductos, Teoría y Diseño, 1997)

De acuerdo con el comportamiento hidráulico del flujo las conducciones pueden ser:

- Canales abiertos.
- Conductos cerrados sin presión.
- Conductos cerrados a presión.

- Conducciones mixtas.

La mayoría de las conducciones aplicadas a sistemas de acueductos implican el flujo en tuberías, no obstante, en ocasiones por razones económicas y topográficas, es posible diseñar conducciones en canales abiertos. (Corcho Romero & Duque Serna, Acueductos, Teoría y Diseño, 1997)

**3.1.1.6 Tanque de almacenamiento y compensación.** Dado que el consumo de agua de una población a lo largo del día no es constante, sino que, por el contrario, presenta picos de máximo y mínimo consumo, resulta la necesidad de contar con un tanque de almacenamiento y compensación. Estos son depósitos de agua que tienen la función de almacenar agua y compensar las variaciones permitiendo una recuperación del volumen en las horas de bajo consumo para poder suministrar, sin problema, el agua demandada en las horas de máximo consumo y a lo largo del día (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio & Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, 2010).

Por otro lado, los tanques de almacenamiento, además de cumplir con la función de compensación, tienen el objetivo de almacenar agua para seguir cubriendo la demanda durante un cierto período de tiempo en caso de alguna falla en la red matriz (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio & Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, 2010)..

**3.1.1.7 Redes de distribución.** La red de distribución es el conjunto de tuberías destinadas al suministro en ruta de agua potable a las viviendas y demás establecimientos municipales, públicos y privados. Estas redes parten de los tanques de almacenamiento y/o compensación e incluyen además de las tuberías, los nodos, las válvulas de control, las válvulas reguladoras de presión, las

ventosas, los hidrantes, las acometidas domiciliarias y todos los demás accesorios y estructuras complementarias necesarios para la correcta operación del sistema (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio & Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, 2010)..

### **3.2. Sistema de alcantarillado.**

El sistema de alcantarillado es un conjunto de series de tuberías y de obras complementarias, que juntas reciben y evacuan las aguas residuales de la población y, en determinados casos, también la escorrentía superficial producida por la lluvia (López Cualla R. A., 1995).

Las aguas residuales pueden clasificarse en (López Cualla R. A., 1995):

- Aguas residuales domésticas: Son aquellas provenientes de baños, lavaderos, cocinas, y otros elementos de carácter doméstico. El agua se caracteriza por estar compuesta de sólidos suspendidos como materia orgánica biodegradable, materia inorgánica, nutrientes y organismos patógenos.
- Aguas residuales industriales: Se originan de los desechos de procesos industriales o manufactureros, su particularidad es que pueden contener residuos tóxicos que requieren ser removidos en vez de ser vertidos al sistema de alcantarillado.
- Aguas lluvias: Proviene de la precipitación pluvial, y a su efecto de lavado sobre tejados, calles y suelos, llegan a contener sólidos suspendidos y en zonas con alta contaminación atmosférica, puede contener algunos metales pesados.

**3.2.1 Tipos de sistemas de alcantarillado.** Los sistemas de alcantarillado se clasifican según el tipo de agua que conduzcan, así:

- Alcantarillado sanitario: Sistema recolector diseñado para transportar solo agua residuales domésticas e industriales.
- Alcantarillado pluvial: Es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la lluvia.
- Alcantarillado combinado: Es un alcantarillado que transporta simultáneamente las aguas residuales domésticas e industriales y las lluvias (López Cualla R. A., 1995).

#### ***3.2.1.1 Clasificación del tipo de tuberías de un alcantarillado***

- Acometida de alcantarillado: Derivación que parte de la caja de inspección domiciliaria y llega hasta la red secundaria de alcantarillado o al colector.
- Secundarias: Reciben el caudal de dos o más tuberías.
- Colector: Recibe desagüe e dos o más tuberías secundarias.
- Colector principal o matriz: Conducto sin conexiones domiciliarias directas que recibe.
- Emisario final: Colectores cerrados que llevan parte o la totalidad
- Interceptor: Es un colector colocado paralelamente a un río o canal (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, & Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, 2012).

#### 4. Desarrollo de la práctica empresarial

Durante el tiempo de desarrollo de la práctica empresarial en la empresa Ingeniería, Mantenimiento & Medio Ambiente IMMA S.A.S, se realizó la ejecución y acompañamiento de diferentes actividades que hicieron parte del desarrollo de la consultoría del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado – PMAA para la zona rural de municipio de Floridablanca. Estas actividades se pueden describir brevemente como:

- Diseño de plantillas de registro y revisión por factor para cada unidad física de acueductos y alcantarillados para futuros proyectos que realice la empresa Ingeniería, Mantenimiento & Medio Ambiente IMMA S.A.S.
- Diseño del protocolo que estandarice el proceso de diagnóstico del funcionamiento de unidades físicas comprendidas en acueductos y alcantarillados rurales en la empresa Ingeniería, Mantenimiento & Medio Ambiente IMMA S.A.S.
- Realizar acompañamiento en la visita de inspección ocular realizada por la empresa Ingeniería Mantenimiento & Medio Ambiente IMMA S.A.S al acueducto veredal de Aguablanca – CORPOAGUAS del municipio de Floridablanca, y posteriormente dar apoyo al diagnóstico del funcionamiento de las unidades físicas del mismo.

En los siguientes subtítulos se desglosará detalladamente el proceso ejecutado por el practicante durante cada una de las labores anteriormente mencionadas.

#### 4.1 Diseño de plantillas de registro y revisión por factor.

Para el desarrollo de esta actividad, la empresa le suministró al practicante los lineamientos y requerimientos establecidos por la entidad contratante para que estipulara cuáles eran las unidades físicas que como consultor la empresa debía evaluar.

El practicante estableció una estrategia de trabajo que consistió en determinar los propósitos que tenía realizar la evaluación a cada componente del sistema y en función de estos objetivos estableció una metodología que le permitiera a la empresa cumplirlos.

La Tabla 1 agrupa el objetivo que establecía los lineamientos y requerimientos del contrato para el diagnóstico de cada una de las unidades físicas y la metodología propuesta por el practicante para llevarlo a cabo.

Tabla 1.

*Objetivo y metodología propuesta para realizar el diseño de plantillas de registro y revisión por factor.*

Objetivo	Metodología
Establecer criterios para evaluar y analizar el estado de los componentes físicos los sistemas de acueductos y alcantarillados rural.	Recopilar los lineamientos técnicos generales de los sistemas de acueducto y alcantarillado. Diseñar y elaborar las plantillas para posterior validación por parte de la empresa IMMA S.A.S.

Teniendo como referencia principal el RAS (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio & Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, 2010). (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, & Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, 2012), el practicante estableció los



parámetros básicos que deben cumplir las unidades físicas que componen los sistemas de acueducto y alcantarillado rural para efectuar las funciones para las cuales fueron diseñadas, y los adaptó al nivel de complejidad establecido previamente.

A continuación, se muestran los lineamientos y referentes que fueron seleccionados por el practicante para ser utilizados en el diseño de las plantillas de registro y revisión.

**4.1.1 Sistema de acueducto rural.** Se determinó que para sistema de acueducto rural las unidades físicas solicitadas para evaluación en el contrato obedecían a: Obra de captación, desarenador y tanque de almacenamiento.

#### ***4.1.1.1 Obra de captación.***

*4.1.1.1.1 Consideraciones técnicas:* La Tabla 2 expone los lineamientos con el respectivo referente que fueron tenidos en cuenta para evaluar una obra de captación.

Tabla 2.

*Consideraciones técnicas generales de la unidad física: Obra de captación.*

<b>Lineamiento</b>	<b>Referente</b>
Debe estar ubicada en un tramo recto del río, lago o laguna. De no ser así, debe estar situada en la orilla externa de una curva en una zona donde no haya erosión.	RAS, 2000 (B4.3.2)
Debe estar alejada de toda fuente de contaminación.	RAS, 2000 (B4.3.6)
La zona debe ser de fácil acceso para permitir la reparación, limpieza y mantenimiento.	RAS, 2000 (B4.3.11)

Tabla 2. (Continuación)

Lineamiento	Referente
Debe disponer de medios de protección y cercado para evitar la entrada de personas no autorizadas y animales.	RAS, 2000 (B4.3.12)
Debe ser estable con respecto a la calidad del suelo de cimentación.	RAS, 2000 (B4.3.4)
Debe tener rejilla con el fin de limitar la entrada de material flotante hacia las estructuras de captación.	RAS, 2000 (B4.4.5)
Periodo de diseño de 25 años.	RAS, 2000 (B4.4.1)

*Nota:* Adaptado de Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, & Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico. (2010). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS. TÍTULO B. Sistemas de Acueducto (Segunda). Bogotá, D.C., Colombia. Recuperado el 2020, de <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULO B%2030714.pdf>.

#### 4.1.1.2 Desarenador.

4.1.1.2.1 *Consideraciones técnicas:* La Tabla 4 expone los lineamientos con su respectivo referente que fueron tenidos en cuenta para evaluar un desarenador.

Tabla 3.

*Consideraciones técnicas generales de la unidad física: Desarenador.*

Lineamiento	Referente
Debe estar ubicado lo más cerca posible del sitio de la captación.	RAS, 2000 (B4.6.1)
La zona debe ser de fácil acceso.	RAS, 2000 (B4.3.11)
Debe disponer de medios de protección y cercado para evitar la entrada de personas no autorizadas y animales.	Resolución 0330, 2017, art. 55
El largo (L) debe ser mínimo 4 veces el ancho (B).	RAS, 2000 (B4.6.4)
La profundidad (H) debe ser mínimo 1,50 m y máximo 4,50 m.	RAS, 2000 (B4.6.4)

Tabla 3. (Continuación)

Lineamiento	Referente
Debe poseer una estructura para el paso directo del agua mientras se ejecutan labores de operación y/o mantenimiento.	RAS, 2000 (B4.6)
Debe tener un vertedero lateral ubicado en la entrada del desarenador.	RAS, 2000 (B4.6.5)
Componente: Pantalla deflectora de entrada.	RAS, 2000 (B4.6.5)
Componente: Cortina para sólidos flotantes.	Corcho & Duque, 1997
La zona de lodos debe tener una profundidad máxima de 0.40 m. Las pendientes del fondo deben estar entre el 1% y 8%.	López Cualla, 1995
Componente: Pantalla deflectora de salida.	RAS, 2000 (B4.6.5)
Debe poseer un vertedero de salida que separe la zona de sedimentación de la de salida.	Corcho & Duque, 1997
Debe poseer cámara de inspección que reciba la tubería de rebose y la tubería que evacúa los lodos de la zona de lodos.	Corcho & Duque, 1997
Periodo de diseño de 25 años.	RAS, 2000 (B4.4.1)

*Nota:* Adaptado de Corcho Romero, F. H., & Duque Serna, J. I. (1997). *Acueductos, Teoría y Diseño* (Segunda ed.). Medellín, Colombia: Universidad de Medellín. 39, 171, 205; (López Cualla R. A., 1995); Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, & Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico. (2010). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS. TÍTULO B. Sistemas de Acueducto* (Segunda). Bogotá, D.C., Colombia. Recuperado el 2020, de <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULO B%20030714.pdf>, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (08 de Junio de 2017). Resolución 0330. Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0330%20-%202017.pdf>.

#### **4.1.1.3 Tanque de almacenamiento.**

*4.1.1.3.1 Consideraciones técnicas:* La Tabla 4 muestra los lineamientos con los respectivos referentes que fueron tenidos en cuenta para evaluar un tanque de almacenamiento.

Tabla 4.

*Consideraciones técnicas generales de la unidad física: Tanque de almacenamiento.*

Lineamiento	Referente
La tubería de salida debe ubicarse de tal manera que, para niveles mínimos de operación, no se generen vórtices, ni entrada de aire a la red, ni se permita la resuspensión de sedimentos.	Resolución 0330, 2017, art. 79
Debe contar con una pendiente en el fondo que facilite la evacuación de los lodos y las labores de limpieza.	Resolución 0330, 2017, art. 79
El terreno sobre el que estén construidos los tanques de almacenamiento debe contar con un sistema de drenaje.	Resolución 0330, 2017, art. 79
Debe contar con sistema de alivio que permita evacuar los excesos.	Resolución 0330, 2017, art. 79

*Nota:* Adaptado de Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (08 de Junio de 2017). Resolución 0330. Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0330%20-%202017.pdf>.

**4.1.2 Sistema de alcantarillado.** Se determinó que para sistema de acueducto rural las unidades físicas solicitadas para evaluación en el contrato obedecían a: Pozos de inspección.

#### **4.1.2.1 Pozos de inspección.**

*4.1.2.1.1 Consideraciones técnicas:* La Tabla 5 muestra los lineamientos con los respectivos referentes que fueron tenidos en cuenta para evaluar los pozos de inspección.

Tabla 5.

*Consideraciones técnicas generales de la unidad física: Pozos de inspección.*

Lineamiento		Referente
Las estructuras de conexión para inspección, limpieza e ingreso del personal de mantenimiento deben diseñarse con los diámetros mínimos estipulados en la siguiente Tabla.		Resolución 0330, 2017, art. 154
<b>Mayor diámetro de las tuberías conectadas (mm)</b>	<b>Diámetro interno de la estructura (m)</b>	
200 a 500	1,20	
501 a 750	1,50	
750 a 900	1,80	
Diámetro mínimo de acceso de 0,6 m que debe contar con tapa.		Resolución 0330, 2017, art. 154
Debe tener escalera de acceso anticorrosiva, la cuál puede ser permanente o móvil.		Resolución 0330, 2017, art. 154
Diferencia entre cotas bateas de entrada y de salida.		Resolución 0330, 2017, art. 154
Deben tener cañuela en el fondo, para disminuir las pérdidas de energía. Su ancho debe ser mínimamente el ancho de diámetro interno de la tubería de menor tamaño que se conecte en la estructura.		Resolución 0330, 2017, art. 154
Debe contar con impermeabilización interna y externa.		Resolución 0330, 2017, art. 154

*Nota:* Adaptado de Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (08 de Junio de 2017). Resolución 0330. Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0330%20-%202017.pdf>.

Con los parámetros establecidos el practicante prosiguió a crear la plantilla para cada unidad. Éstas se diseñaron bajo las instrucciones del tutor designado por la empresa que exigió que dichas plantillas debían ser prácticas de diligenciar, debían evaluar los parámetros básicos establecidos y

debían ser lo más compactas posible, sin que dieran lugar a ningún tipo de ambigüedad en las interpretaciones posteriores a sus diligenciamientos.

Se tuvo en cuenta realizar la respectiva codificación de cada una de las herramientas de diagnóstico diseñadas de acuerdo a los protocolos establecidos en la empresa. Cada plantilla fue revisada por el tutor designado al practicante y fue aprobada por el gerente de la empresa IMMA S.A.S.

Las plantillas de generadas en esta actividad se encuentran al final de este documento en los Apéndices A, B, C y D.

#### **4.2 Diseño de protocolos para el diagnóstico del funcionamiento de unidades físicas de acueductos y alcantarillados rurales.**

La segunda actividad desarrollada por el practicante consistió en construir una herramienta de protocolo en la que se integren los procedimientos necesarios y acordes al nivel de complejidad de los sistemas de acueducto y alcantarillado rural para obtener información que permita conocer el estado de las unidades físicas de los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento.

La Tabla 6 muestra los objetivos establecidos para la construcción del protocolo de diagnóstico y la metodología establecida para desarrollarlos.

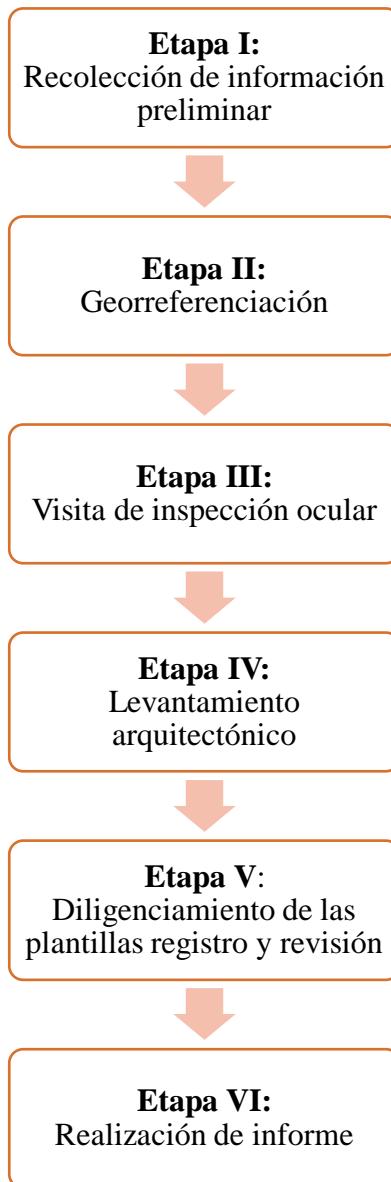
Tabla 6.

*Objetivos y metodología propuesta para la construcción del protocolo de diagnóstico.*

<b>Objetivos</b>	<b>Metodología</b>
Recopilar la mayor cantidad de información sobre el sistema.	Realización de visitas de inspección ocular junto a la persona encargada del
Comprobar el cumplimiento de parámetros de diseño y funcionamiento establecidos por los referentes.	acueducto. Posteriormente realizar una evaluación de lo observado en la plantilla
Conocer el manejo operativo realizado por la persona encargada del sistema.	de registro y revisión por factor de la obra de captación.

Esta herramienta se planteó como un documento que contiene aspectos necesarios para el diagnóstico como los equipos y personal necesario para llevarlo a cabo.

En este documento también se planteó el procedimiento para ejecutar el diagnóstico en el desarrollo de las siguientes seis etapas, como se observa en la Gráfica 1:



*Figura 3.* Etapas que conforman el diagnóstico de un sistema de acueducto y alcantarillado.

El practicante, con constante asesoramiento del tutor profesional de la empresa que estaba a su cargo determinó cada una de las etapas de la siguiente manera:



**Etapa I:** Recolección de información preliminar. Durante esta etapa se propuso utilizar el método de entrevista estructurada en la cual se establece qué información es la que se requiere obtener y se realizan las respectivas preguntas para conseguirla. (Folgueiras Bertomeu, 2016)

De esta etapa en la que se relacionan el ingeniero o técnico responsable del diagnóstico del sistema con la persona a cargo del funcionamiento del mismo, se obtiene información como: Año de construcción, planos de lineamiento de la red, planos de diseño de estructuras, número de usuarios, y ubicación.

**Etapa II:** Georreferenciación. Esta etapa está a cargo de una comisión de topografía. Para el desarrollo de esta se formuló que como primer paso se realiza la materialización y colocación de puntos GPS en la zona del proyecto. Posteriormente se determinan las coordenadas geodésicas de estos puntos, realizando la georreferenciación por una red geodésica, es decir, desde un punto GPS oficial del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, cuyas coordenadas son conocidas y por tanto sirven como base de partida.

**Etapa III:** Visita de inspección ocular. Esta etapa está a cargo el ingeniero o técnico responsable del diagnóstico del acueducto o alcantarillado, junto al encargado del funcionamiento del respectivo sistema. En esta etapa se planteó que el profesional concerte la fecha, y hora, además de los elementos o equipos necesarios para la visita. El resultado de esta etapa son registros fotográficos del sistema y datos de campo.

**Etapa IV:** Levantamiento arquitectónico. Se realiza el proceso de toma de medidas de las unidades físicas que componen los sistemas para conocer su planimetría real y contrastarla con la información preliminar obtenida.

**Etapa V:** Diligenciamiento de las plantillas de registro y revisión. El profesional o técnico responsable del diagnóstico consigna la información solicitada en las plantillas.

**Etapa VI:** Realización de informe. En esta última etapa se propuso analizar y evaluar la situación encontrada, recopilar toda la información adquirida en las etapas previas, y consignar resultados, recomendaciones y/o sugerencias.

El documento que generó el practicante en esta actividad se encuentra en el Apéndice E.

#### **4.3 Visita de inspección ocular y apoyo en el diagnóstico de las unidades físicas del acueducto veredal de Aguablanca – CORPOAGUAS, del municipio de Floridablanca.**

Para continuar con el desarrollo de las actividades en la práctica empresarial, se realizó acompañamiento a la visita de inspección ocular ejecutada por el tutor asignado por la empresa.

Esta visita tuvo lugar dentro del marco del desarrollo del diagnóstico de las unidades físicas del acueducto veredal de Aguablanca – CORPOAGUAS en la zona rural del municipio de Floridablanca. La visita constó de un procedimiento básico, en el que primeramente se ubicó el sector a partir de la información suministrada por el encargado del funcionamiento del acueducto y la previa georreferenciación realizada por una comisión de topografía. El lugar de inicio de la visita fue en la bocatoma ubicada en la Quebrada Aguablanca. Se procedió a inspeccionar

visualmente el sitio, tomando coordenadas y registro fotográfico para las evidencias pertinentes, además de la toma de medidas para llevar a cabo el levantamiento estructural. Lo anteriormente descrito se repitió en el lugar donde se encuentra ubicado el desarenador y posteriormente en el tanque de almacenamiento. A continuación, algunas de las evidencias tomadas en campo:

**4.3.1 Información preliminar.** Para iniciar el proceso de diagnóstico, se contactó al operador del acueducto, y se obtuvieron los planos de lineamientos y diseños este. Según la información sustraída de los planos de diseño del acueducto se contempló suministro para 77 usuarios de la vereda Aguablanca; pero, según el operador, en la actualidad cerca de 96 predios presentan conexión a este. No obstante, de este número solo 16 reciben el suministro de agua, por los siguientes motivos:

- Existe un movimiento de masa que ocasionó la ruptura de un tramo de tubería y por consiguiente la suspensión del servicio de algunos de los usuarios pertenecientes a la red.
- Ciertos tramos de la red de distribución presentan un aumento considerable en cuanto sus cotas de elevación y seguidamente de manera abrupta esta cota disminuye considerablemente de elevación; esta condición de variación en alturas de la conducción genera la carencia del suministro de agua.
- Las tuberías de los pasos elevados presentan constantes rupturas por las elevadas presiones, ocasionando el corte del servicio hasta que se realiza su sustitución.

En esta primera etapa del diagnóstico, el operador del acueducto mostró el documento de la concesión de aguas, por medio de la cual se presenta el proyecto de distribución de las aguas de la fuente Quebrada Aguablanca perteneciente a la Microcuenca Rio Frio, Subcuenca Rio de Oro y Cuenca Rio Lebrija, en la vereda Aguablanca en jurisdicción del municipio de Floridablanca. Esta concesión se encuentra vigente desde el año 2011 con vencimiento en el año 2021.

**4.3.2 Georreferenciación del acueducto.** El trabajo consistió en la determinación de las coordenadas geodésicas de los puntos GPS materializados que fueron colocados en la zona del proyecto, realizando la georreferenciación por una red geodésica, es decir, desde un Punto GPS oficial del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, cuyas coordenadas son conocidas que sirven como base de partida y está formado por los siguientes puntos:

GPS-D-ST-012.

GPS-D-ST-043.

GPS-D-ST-024.

Para estas bases de partida se emplearon Sistemas de Posicionamiento Satelital GPS, de doble frecuencia, en modo Estático Diferencial y en los puntos de control GPS se colocaron los receptores durante un tiempo estimado de acuerdo con la distancia de rastreo, estos puntos van desde GPS-1 hasta GPS-12, consecutivamente.

### **4.3.3 Información obtenida de la visita de inspección ocular.**

**4.3.3.1 Obra de captación.** La estructura de bocatoma en el acueducto consistía inicialmente en una presa de concreto reforzado, la cual redireccionaba el flujo para su captación mediante una rejilla y posterior conducción hasta el desarenador.

En la actualidad la bocatoma no está cumpliendo su función inicial debido al grado de deterioro presente en la estructura, según el operador esto se debe a las constantes crecientes.

Dentro de los daños se evidencia la ruptura de la tubería de aducción, como alternativa provisional los usuarios intervinieron el muro de concreto para captar el agua directamente de la presa, otro aspecto de deterioro se evidencia en la ausencia de rejilla para captación y disposición de material pétreo en la cámara de captación. Además, se encontraron fugas en la parte inferior del muro de la represa ocasionando pérdidas y en temporadas bajas, según el operador, cuando disminuye el caudal, el agua no alcanza los niveles de la captación inicial, ya que se filtra en las fugas.

**4.3.3.1.1 Coordenadas:** La Tabla 7 posee las coordenadas tomadas en la ubicación de la obra de captación.

Tabla 7.

*Coordenadas, obra de captación del acueducto veredal de Aguablanca - CORPOAGUAS.*

<b>Latitud</b>	7,1097
<b>Longitud</b>	-73,03882
<b>Altitud</b>	1825.752

4.3.3.1.2 *Registro fotográfico:* La Figura 4 es una toma de la obra de captación.



*Figura 4.* Obra de captación del acueducto veredal CORPOAGUAS. Adaptada de *IMMA S.A.S,* 2019.

La Figura 5 es una toma de un detalle en la parte inferior de la obra de captación.



*Figura 5.* Detalle de filtración de agua en la parte inferior de la bocatoma del acueducto veredal CORPOAGUAS. Adaptado de IMMA S.A.S, 2019.

**4.3.3.2 Desarenador.** El desarenador existente en la actualidad se encuentra inhabilitado, según el operador del acueducto la cota de llegada con respecto la cota de captación es inferior y en periodos de verano, el flujo se detiene debido a que la cabeza presión no es suficiente; también, manifestó que inicialmente el rebose del desarenador se encontraba por debajo de la salida principal, generando así la desviación del recurso. La solución planteada para esta situación parte de la comunidad afectada consistió en el uso de un codo para elevar la cota de rebose.

**4.3.3.2.1 Coordenadas:** La Tabla 8 posee las coordenadas tomadas en la ubicación del desarenador.

Tabla 8.

*Coordenadas, desarenador del acueducto veredal CORPOAGUAS.*

<b>Latitud</b>	7,1094
<b>Longitud</b>	-73,03924
<b>Altitud</b>	1828.8m

4.3.3.2.2 *Registro fotográfico:* La Figura 6 muestra la vista superior del desarenador.



*Figura 6.* Desarenador del acueducto veredal CORPOAGUAS. Adaptada de IMMA S.A.S, 2019.



La Figura 7 muestra el detalle de la zona de entrada al desarenador.



*Figura 7.* Detalle de la zona de entrada al desarenador del acueducto veredal CORPOAGUAS.

Adaptada de IMMA S.A.S, 2019.

La Figura 8 muestra el detalle de la zona de salida del desarenador.



*Figura 8.* Detalle de la zona de salida del desarenador del acueducto veredal CORPOAGUAS.

Adaptada de IMMA S.A.S, 2019.

**4.3.3.3 Tanque de almacenamiento.** La red de acueducto cuenta con un tanque de almacenamiento de aproximadamente 3.6 m x 9.5 m, el cual carece de un pasa muro para la tubería de entrada y su flotador se encuentra averiado, de forma general el tanque de almacenamiento está cumpliendo su función. Según se evidenció en la visita de campo es necesario realizarle un mantenimiento exterior e impermeabilización, así como revisión de sus diseños.

**4.3.3.3.1 Coordenadas:** La Tabla 10 posee las coordenadas tomadas en la ubicación del tanque de almacenamiento.

Tabla 9.

*Coordenadas, tanque de almacenamiento del acueducto veredal CORPOAGUAS.*

<b>Latitud</b>	7,10912
<b>Longitud</b>	-73,04115
<b>Altitud</b>	1786.128 m

4.3.3.3.2 *Registro fotográfico:* La Figura 9 es una fotografía del tanque de almacenamiento.



*Figura 9.* Tanque de almacenamiento del acueducto veredal CORPOAGUAS. Adaptada de IMMA S.A.S, 2019.

La Figura 10 es una fotografía del detalle de la tubería de entrada al tanque de almacenamiento.



*Figura 10.* Detalle de la tubería de entrada al tanque de almacenamiento del acueducto veredal CORPOAGUAS. Adaptada de IMMA S.A.S, 2019.

**4.3.3.4 Pasos elevados.** Durante el transcurso de la visita se realizó inspección ocular a dos pasos elevados representativos en la red de acueducto con longitudes según planos de 556.9 m (Paso Elevado 1) y 60 m (Paso Elevado 2). Se encontró que estos están en buenas condiciones.

**4.3.3.4.1 Registro fotográfico:** La Figura 11 es una toma del Paso elevado No. 1 del acueducto.



*Figura 11.* Paso elevado No. 1 del acueducto veredal CORPOAGUAS. Adaptada de IMMA S.A.S, 2019.

La Figura 12 es una toma del Paso elevado No. 2 del acueducto.



*Figura 12.* Paso elevado No. 2 del acueducto veredal CORPOAGUAS. Adaptada de IMMA S.A.S, 2019.

**4.3.3.5 Conducción.** En el recorrido ejecutado por la conducción del acueducto se evidenció presencia de fugas, de tal manera que es necesario evaluar la vida útil de la conducción existente y determinar los tramos que requieren mantenimiento, y cuáles deben ser extraídos y sustituidos por nueva tubería.

Además, se resalta que en ciertos tramos de la conducción la tubería no cumple con la profundidad mínima requerida establecida en el Reglamento Técnico (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio & Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, 2010).

El formato con el registro fotográfico completo de todo el recorrido realizado en la visita de inspección se encuentra en el Apéndice F.

El diagnóstico con la información completa plasmada en este subtítulo se encuentra documentada en el Apéndice G.

## **5. Otras actividades**

Durante el periodo de tiempo del desarrollo de la práctica, la empresa IMMA S.A.S le solicitó al estudiante ser parte del equipo técnico que tuvo como tarea la creación, redacción, y organización de los documentos técnicos requeridos por el contratante como resultado de todo el trabajo realizado por la empresa en consultoría para el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado PMAA para la zona rural del municipio de Floridablanca. Para realizar satisfactoriamente esta labor asignada el estudiante tuvo que documentarse y realizar un exhaustivo trabajo de recopilación de los datos elaborados por los diferentes profesionales que participaron en

comisiones de topografía, y de los ingenieros diseñadores para las modificaciones y/o reparaciones que fueron consideradas pertinentes para cada uno de los sistemas que fueron contemplados para la consultoría.

## 6. Conclusiones

La realización de la práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en la empresa Ingeniería Mantenimiento & Medio Ambiente IMMA S.A.S bajo la supervisión de un tutor, fue una experiencia importante para el proceso de formación del estudiante, ya que le permitió adaptarse a nuevos flujos de trabajo, colaborar con un grupo técnico conformado por diferentes disciplinas, ampliar y aplicar a problemas de tipo ingenieril los conocimientos adquiridos durante el pregrado, desarrollando así criterios para dar soluciones eficientes y contribuir al propósito de formar un profesional de alta calidad.

Efectuar los diseños de plantillas y protocolos, bajo la supervisión y colaboración del tutor de la práctica y demás profesionales que hicieron parte del equipo técnico, le permitió al estudiante afianzar los conocimientos técnicos previamente adquiridos en el proceso de formación universitaria y crear experiencia, así como el desarrollo de criterio ingenieril para la valoración de las unidades físicas de acueductos y alcantarillados rurales.

El acompañamiento en las visitas de campo, brindó una visión más amplia y realista sobre las necesidades y problemáticas que pueden presentarse en los sistemas de acueducto y alcantarillado en diversas zonas, más específicamente las rurales. El estudiante pudo observar la importancia del

espacio que rodea los proyectos de agua potable y saneamiento básico, la topografía y la vegetación son factores que pueden alterar el correcto funcionamiento de acueductos y alcantarillados, por tanto, deben ser factores claves a considerar en el diseño integral para los sistemas necesarios en áreas rurales.

A medida que se contribuyó en la elaboración y estructuración de los informes, se adquirieron conocimientos en cuanto a los aspectos mínimos requeridos para el correcto funcionamiento de los componentes de estos sistemas, así como de las alternativas de solución que siempre deben velar por dar un máximo de aprovechamiento y optimización de la estructura existente.

En la estructura de bocatoma se recomienda reparar los muros de captación inicial con el fin solucionar los problemas de infiltración, hacer una reposición de rejillas y rehabilitación de la cámara de conducción y aducción, verificando las cabezas de presión para permitir un adecuado desempeño en cuanto la llegada y salida.

## **7. Recomendaciones**

El desarenador requiere mantenimiento general, adecuación de sistema y puesta en marcha reemplazando válvulas de entrada y salida.

El tanque de almacenamiento requiere mantenimiento exterior, revisar su diseño para evaluar su capacidad hidráulica y garantizar una conexión integral entre el sistema de acueducto y el tanque de almacenamiento.



Los pasos elevados necesitan un tensionamiento y aprovechamiento de guayas, así como corrección de deflexiones existentes en estos.

En la tubería existente se precisa realizar una reparación y reposición en los tramos que presenta fugas como resultado de deslizamientos o zonas donde la tubería experimenta daños debido a fenómenos naturales relacionados a la constante exposición a la intemperie.

Las redes de distribución requieren reconexión de usuarios inhabilitados por procesos de erosión. Así como rediseño del sistema para optimizarlo.

### Referencias bibliográficas

- Cardenas, & Patiño. (Octubre de 2010). *Estudios y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de Tutucán, Cantón Paute, Provincia del Azuay*. Cuenca, Ecuador. 1. Recuperado el 2020, Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/725/1/ti853.pdf>
- Corcho Romero, F. H., & Duque Serna, J. I. (1997). *Acueductos, Teoría y Diseño* (Segunda ed.). Medellín, Colombia: Universidad de Medellín. 39, 171, 205
- Departamento Administrativo de Estadística (DANE). (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda. Colombia*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>
- Folgueiras Bertomeu, P. (30 de Mayo de 2016). *La entrevista*. Recuperado el 2020, de Depòsit Digital de la Universitat de Barcelona: Obtenido de <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/99003/1/entrevista%20pf.pdf>
- IMMA S.A.S., (2020). *Logo empresa [imagen], Ingeniería Mantenimiento & Medio Ambiente*. Obtenido de <https://imma.com.co/>
- López Cualla, R. A. (1995). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados* (Primera ed.). Bogotá, Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. 153-155
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, & Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico. (2010). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS. TÍTULO B. Sistemas de Acueducto* (Segunda). Bogotá, D.C., Colombia. Recuperado el 2020, Obtenido

de

[http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULO\\_B%20030714.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULO_B%20030714.pdf)

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, & Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico.

(2012). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS. Título D.*

*Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales Domésticas y Aguas Lluvias*

*(Segunda)*. Bogotá, D.C., Colombia. Recuperado el 2020, Obtenido de

[http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULO\\_D.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULO_D.pdf)

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (08 de Junio de 2017). *Resolución 0330*. Bogotá D.C.,

Colombia. Obtenido de [http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0330%20-](http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0330%20-%202017.pdf)

[%202017.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0330%20-%202017.pdf)

Organización Panamericana de la Salud, & Organización Mundial de la Salud. (2005).

*Tecnologías para abastecimiento de agua en poblaciones dispersas*. Lima, Perú. 3-5.

Recuperado el 2020, Obtenido de

[https://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%201%20Sistemas%20de%20agua%20en%20gene](https://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%201%20Sistemas%20de%20agua%20en%20general/Tecnolog%C3%ADas%20para%20abastecimiento%20de%20agua%20en%20poblaciones%20dispersas.pdf)

[ral/Tecnolog%C3%ADas%20para%20abastecimiento%20de%20agua%20en%20poblaciones](https://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%201%20Sistemas%20de%20agua%20en%20general/Tecnolog%C3%ADas%20para%20abastecimiento%20de%20agua%20en%20poblaciones%20dispersas.pdf)

[%20dispersas.pdf](https://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%201%20Sistemas%20de%20agua%20en%20general/Tecnolog%C3%ADas%20para%20abastecimiento%20de%20agua%20en%20poblaciones%20dispersas.pdf)