

DESARROLLO DE PASANTÍA COMO APOYO EN LA ELABORACIÓN DE
PROGRAMAS DE ÍNDICE DE AGUA NO CONTABILIZADA EN LA EMPRESA
DEPARTAMENTAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DE BOYACÁ

CESAR IVAN RUSSI SUAREZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
DIVISIÓN DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2020

DESARROLLO DE PASANTÍA COMO APOYO EN LA ELABORACIÓN DE
PROGRAMAS DE ÍNDICE DE AGUA NO CONTABILIZADA EN LA EMPRESA
DEPARTAMENTAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DE BOYACÁ

CESAR IVAN RUSSI SUAREZ

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero civil

Director, Ph. D. Carlos Andrés Caro Camargo
Ph. D, Ingeniería civil

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
DIVISIÓN DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2020

Nota de Aceptación:

Firma del director de pasantía

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Tunja 27 de marzo del año 2020

DEDICATORIA

Este libro es dedicado primeramente a mi padre León Cesar Russi Velandia y mi madre Delsa Emerita Suarez Coy, de quienes siempre recibí su apoyo incondicional, a mis hermanas Katherin y Valentina, quienes siempre estuvieron para aconsejarme en los momentos que lo necesitaba, y, a toda mi familia, quienes de una u otra manera estuvieron presentes en el desarrollo de esta etapa de mi vida, la cual, considero de gran importancia para los proyectos de vida personales que tengo para mí futuro.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios, quien me brindo el conocimiento y las capacidades para llevar a cabo este proceso correctamente, y quien siempre fue guía en los momentos difíciles que se presentaron.

Agradezco a mis padres, quienes siempre estuvieron presentes en cada circunstancia, de quienes siempre recibí apoyo y preocupación en cada situación que lo requería, de igual manera, por su manera de guiarme en este camino, y de proyectarme a ser una persona a quien inculcaron grandes propósitos y metas que me ayudaran a ser una persona correcta y un ejemplo a seguir a lo largo de mi vida.

De igual manera, agradezco a la Empresa de Servicios Públicos de Boyacá, la cual fue el ente público que me brindó la oportunidad de poner en práctica los conocimientos recibidos en el mi desarrollo académico, los cuales me ayudaron en esta entidad con el cumplimiento de las labores propuestas.

Por otra parte, agradezco a la universidad Santo Tomas, institución por medio de la cual, y con ayuda de sus profesionales quienes se desempeñan como profesores, me brindaron los conocimiento y saberes para formarme como un ingeniero íntegro y de calidad. Personas éstas, que se esforzaron por que cada estudiante tuviera las más completas y mejores herramientas para desempeñar esta profesión en el gran campo que abarca la misma.

Por último, agradezco a mis amigos y compañeros, quienes siempre fueron de gran apoyo para llevar a cabo este logro. Agradezco por haber coincidido con personas de tan buenas intenciones, quienes siempre estuvieron en cada una de las etapas académicas para que todos pudiéramos salir adelante de la mejor manera.

CONTENIDO

	Pág.
1. OBJETIVOS	21
1.1 OBJETIVO PRINCIPAL	21
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
2. EMPRESA DEPARTAMENTAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DE BOYACÁ	22
2.1 MISIÓN.....	23
2.2 VISIÓN	24
2.3 OBJETIVOS.....	24
2.4 UBICACIÓN.....	25
2.5 ORGANIGRAMA EMPRESARIAL.....	26
3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	29
4. APORTES DEL TRABAJO.....	77
4.1 APORTES COGNITIVOS.....	77
4.2 APORTES A LA COMUNIDAD	81
5. IMPACTOS DEL TRABAJO DESARROLLADO	89
6. CONCLUSIONES	94
7. RECOMENDACIONES	96
8. GLOSARIO	98
9. BIBLIOGRAFÍA	102
10. ANEXOS	105
10.1 BITÁCORAS.....	105

10.2	CONVENIO	105
10.3	REGISTRO FOTOGRÁFICO	105
10.4	PLANOS	105
10.5	FUNCIONES	106

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Datos prueba de pitometria. Municipio de Motavita.	54
Tabla 2. Datos prueba de pitometria. Municipio de C6mbita.	55
Tabla 3. Datos prueba de pitometria. Municipio de Sotaquir6	56
Tabla 4. Datos prueba de pitometria. Municipio de Bel6n.....	57
Tabla 5. Datos prueba de pitometria. Municipio de Saboy6	58
Tabla 6. Datos prueba de pitometria. Municipio de Firavitoba.	59
Tabla 7. Calculo carga superficial	62
Tabla 8. Calculo tiempo de retenci6n.....	62
Tabla 9. Verificaci6n de velocidad en l6neas de aducci6n.....	63
Tabla 10. Plantas y procesos de tratamiento de cada municipio	64
Tabla 11. Recomendaciones de proyecto comercial	68
Tabla 12. Recomendaciones de proyecto t6cnico	69
Tabla 13. Porcentajes de 6ndice de agua no contabilizada.....	71

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 1. Reunión de socialización de programas de índice de agua no contabilizada. Municipio de Belén.....	30
Fotografía 2. Reunión de socialización de programas de índice de agua no contabilizada. Municipio de Motavita	31
Fotografía 3. Entrega de programa de índice de agua no contabilizada. Municipio de Tota.....	32
Fotografía 4. Entrega de programa de índice de agua no contabilizada. Municipio de Saboyá.....	32
Fotografía 5. Captación y fuente de abastecimiento 1 municipio de Oicatá.	35
Fotografía 6. Captación y fuente de abastecimiento 1 municipio de Cómbita	36
Fotografía 7. Captación y fuente de abastecimiento 2 municipio de Cómbita	36
Fotografía 8. Captación 3 municipio de Cómbita	37
Fotografía 9. Fuente y captación 1. Municipio de Sotaquirá	38
Fotografía 10. Fuente y captación 1. Municipio de Sotaquirá	38
Fotografía 11. Fuente y estructura de captación. Municipio de Saboyá.	39
Fotografía 12. Paso elevado. Municipio de Oicatá.....	40
Fotografía 13. Desarenador. Municipio de Oicatá.....	41
Fotografía 14. Fugas en la línea de aducción. Municipio de Sotaquirá.....	42

Fotografía 15. Desarenador. Municipio de Sotaquirá.....	43
Fotografía 16. Desarenador. Municipio de Saboyá.....	44
Fotografía 17. Fuga desarenador. Municipio de Saboyá	44
Fotografía 18. Prueba lámina de agua. Municipio de Tota	46
Fotografía 19. Planta de tratamiento de agua potable. Municipio de Tota	46
Fotografía 20. Toma de aforos volumétricos. Municipio de Firavitoba.....	47
Fotografía 21. Planta de tratamiento de agua potable. Municipio de Firavitoba	48
Fotografía 22. Planta de tratamiento de agua potable. Municipio de Belén.....	49
Fotografía 23. Prueba de lámina de agua. Municipio de Belén	50
Fotografía 24. Realización de aforos de llegada. Municipio de Belén.....	50
Fotografía 25. Planta de tratamiento de agua potable. Municipio de Saboyá.....	51
Fotografía 26. Prueba de lámina de agua. Municipio de Saboyá	52
Fotografía 27. Procedimiento realización prueba de pitometria. Municipio de Cómbita	53
Fotografía 28. Grieta en tanque de almacenamiento. Municipio de Oicatá	74
Fotografía 29. Pandeo en la tapa del tanque de almacenamiento. Municipio de Oicatá	74
Fotografía 30. Tubería temporal para conducción de agua directa.....	75
Fotografía 31. Actualización de catastro. Municipio de Cómbita	85
Fotografía 32. Actualización de catastro. Municipio de Firavitoba	86

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación Empresa Departamental de Servicios Públicos	25
Figura 2. Localización de la Empresa Departamental de Servicios Públicos.....	26
Figura 3. Plano plan maestro de acueducto de Motavita	87
Figura 4. Plano de actualización de catastro.	87

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Comportamiento de presiones. Municipio de Motavita.....	54
Gráfica 2. Comportamiento de presiones. Municipio de Cómbita	55
Gráfica 3. Comportamiento de presiones. Municipio de Sotaquirá	56
Gráfica 4. Comportamiento de presiones. Municipio de Belén	57
Gráfica 5. Comportamiento de presiones. Municipio de Saboya	58
Gráfica 6. Comportamiento de presiones. Municipio de Firavitoba.....	59
Gráfica 7. Porcentajes de índice de agua no contabilizada	71
Gráfica 8. Porcentajes de índice de agua no contabilizada excedidos según lo permitido (25%).....	72

RESUMEN

Con el fin de obtener el título de ingeniero civil, se desarrolló la opción de pasantía en la Empresa Departamental de Servicios Públicos de Boyacá, donde se desarrolló un trabajo como apoyo a la dirección técnico operativa, en los programas de índice de agua no contabilizada.

Inicialmente los programas de índice de agua no contabilizada, tienen como objetivo principal, determinar las pérdidas que se están generando en una red de acueducto urbano de un municipio cuya población no exceda los 12000 habitantes. Elegidos por presentar problemas de desabastecimiento en el año 2018; por lo que también, se pretende llevar control del estado actual de todo el servicio de agua potable. En cuanto a las pérdidas, éstas pueden presentar dos tipos: las primeras, denominadas perdidas comerciales, son aquellas generadas por volúmenes de agua no facturados causados por error en las lecturas o defectos en micromedidores, conexiones clandestinas, entre otras. Las segundas denominadas, perdidas físicas, producidas por fugas en las tuberías, reboces de los tanques de almacenamiento o de las platas de tratamiento de agua potable; éstas se dividen en dos tipos, fugas visibles y no visibles, donde las últimas son más difíciles de controlar.

Para el desarrollo de dichos proyectos, se seleccionaron 8 municipios así: Motavita, Oicata, Belén, Cómbita, Tota, Firavitoba, Saboya y Sotaquirá. Inicialmente, se realizaron visitas técnicas a cada uno de los mencionados, donde se realizaron diagnósticos de las fuentes de abastecimiento; de las plantas de tratamiento de agua potable y de las redes donde fue posible. También se realizaron pruebas de lámina de agua, de estanqueidad y de pitometría. Datos con los cuales se realizó un informe, que contiene el diagnóstico general de toda la red de acueducto; un análisis empresarial, el cual se desarrolla con información proporcionada por las unidades y empresas de servicios públicos de cada municipio. Además, se generó un plan de choque, el cual consiste en brindar alternativas de solución a cada

inconveniente encontrado y por último, se calculó el porcentaje de índice de agua no contabilizada, donde se relacionó los problemas con mayor grado de importancia y de ser solucionados, como cambiaría este porcentaje.

Se determinó que la totalidad de municipios no cumplen con el valor máximo de pérdidas técnicas permitido por la normativa colombiana, ya que, la resolución 0330 de 2017 menciona que el porcentaje no debe superar el 25% de pérdidas. Se encontró que el Municipio de Motavita presentó el menor porcentaje, con un valor de 27.01% y Sotaquirá el mayor con un 68.10%. En general para todos los municipios, estas pérdidas son en gran parte por fugas no visibles; como conexiones clandestinas o fugas en las tuberías. También se pudo observar que en los Municipios de Firavitoba, Sotaquirá y Belén, el caudal captado es mucho mayor al caudal de diseño de capacidad de las plantas de tratamiento de agua potable, por lo que esta fue causa de las pérdidas presentadas. En virtud de los mencionados programas, se pudo determinar que el Municipio de Motavita presenta desabastecimiento y mala calidad de agua, por lo que la empresa inició a desarrollar un proyecto para solucionarlo y mejorar las condiciones del líquido vital. En Firavitoba, la PTAP se encuentra subdiseñada, por lo que se requiere hacer una optimización de ésta. Por último, en el Municipio de Oicata, se requiere cambiar el tanque de almacenamiento principal, el cual se encuentra en malas condiciones estructurales y de funcionamiento.

Palabras clave: Pérdidas técnicas, diagnóstico, aspectos comerciales, aspectos técnicos, agua potable, plan de choque, funcionalidad.

Abstract

To obtain the title of civil engineer, the internship option was developed at the Departmental Company of Public Services of Boyacá, where, a job was developed to support the operational technical direction, in the unaccounted water index programs.

Initially, the unaccounted water index programs, have as their main objective, to determine the losses that are being generated in an urban aqueduct network of a municipality whose population does not exceed 12,000 inhabitants, which were chosen for presenting shortages problems in 2018, so it is also intended to keep track of the current state of the entire drinking water service. As for the losses, these can present of two types, the first, called commercial losses, are those generated by unbilled volumes of water caused by error in the readings or defects in micrometers, clandestine connections, among others. On the other hand, there are physical losses, these are produced by leaks in the pipes, overflow of the storage tanks or in the drinking water treatment plants, these losses are divided into two types, visible and not visible leaks, in where the latter are more difficult to control.

For the development of these projects, 8 municipalities were selected, these were Motavita, Oicata, Belén, Cómbita, Tota, Firavitoba, Saboyá and Sotaquirá, initially, technical visits were made to each of these, where diagnoses of the sources of supply, of the drinking water treatment plants and of the networks where it was possible, also, water foil tests, tightness and pitometry tests were performed. With these data, a report was made, which contains the general diagnosis of the entire aqueduct network, a business analysis, which is developed with information provided by the units and public service companies of each municipality, a plan was generated shock, which consists of providing alternative solutions to each inconvenience that has been found, and, finally, the percentage of unaccounted

water index programs is calculated, where the problems are related to a greater degree of importance, and if they are solved, it shows how the future behavior of the network would be

It was determined that all municipalities do not meet the maximum value of technical losses allowed by Colombian regulations, since resolution 0330 of 2017 mentions that the percentage should not exceed 25% of losses. It was found that the municipality of Motavita was the one who presented the lowest percentage with a value of 27.01%, and Sotaquirá the largest with 68.10%. In general, for all municipalities, these losses are largely due to non-visible leaks, such as clandestine connections or leaks in the pipes, it was also observed that in the municipalities of Firavitoba, Sotaquirá and Belén, the flow rate captured is much greater than the flow rate of capacity design of drinking water treatment plants, so this was the cause of the losses presented. Due to these programs, it was determined that the municipality of Motavita has a shortage and poor water quality, so the company began to develop a project to solve this, in Firavitoba, the PTAP is under-designed, so it is required to make an optimization of it, and finally, in the Oicata municipality, it is required to change the main storage tank, which is in poor structural and operating conditions.

Keywords: Technical losses, diagnosis, commercial aspects, technical aspects, drinking water, shock plan, functionality.

INTRODUCCIÓN

En la sociedad actual, la gran mayoría de las personas presentan necesidades en temas básicos como agua potable y saneamiento básico. De los más de siete mil millones de habitantes, muchos se encuentran en situación de pobreza, desnutrición, falta de vivienda y otros, que, de ser controlados, brindarían a la sociedad mejores condiciones de vida. Uno de los problemas que más aquejan a los países, y que al mismo tiempo buscan solucionar, es el de brindar un eficiente servicio de agua potable, a fin de garantizar su consumo y utilización por parte de las personas de una comunidad.

Según los datos históricos, el servicio de acueducto, se ha venido presentando desde la antigüedad. La primera estructura, según un estudio del Diario la Nación, fue construida en el año 700 a. C. en Nínive, capital de Asiria¹. Para ese entonces, los estudios comenzaban a desarrollarse, todo con el fin de ir mejorando los diseños, y planificando cada vez mejor las estrategias para llevar el flujo de agua a un sector específico. Tiempo desde entonces, muchos gobernantes, y líderes que dirigían las sociedades, comenzaron a estudiar y aplicar este tipo de infraestructura, la cual hasta la actualidad se ha venido desarrollando de maneras diferentes a fin de modernizarla, pero siempre con el mismo objetivo; esto es, mejorar su calidad.

En Colombia, al igual que en muchos países del mundo, se ha venido presentando un aumento de la población nacional. Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), para el año 2019 se censaron 44.1 millones de personas, de las cuales el 51.2% son mujeres y el restante 48.8%, hombres². Ante el crecimiento de dicha población, la cual en su mayoría se encuentra en

¹ Los acueductos en la historia [En línea]. En: LA NACIÓN. Enero de 2014.

² OVIEDO ARANGO, Juan. Población de Colombia es de 48,2 millones de habitantes, según el DANE [En línea]. En: Presidencia de la república. Julio de 2019. [Consultado: 13 de octubre de 2019].

condiciones de vulnerabilidad, las personas elegidas por la comunidad, como gobernadores y alcaldes, luchan por poder llevar el servicio de agua potable a toda su comunidad, en las mejores y óptimas condiciones. Razón por la que, cada departamento, desarrolla políticas públicas, convertidos en planes, programas y proyectos, los cuales ejecuta, esperando que el servicio llegue de manera correcta, constante, y en condiciones óptimas para el consumo humano, esto es, en cantidad y calidad.

Colombia, al ser un país poseedor de paramos, lagos y ríos, tiene una reserva hídrica suficiente y con capacidad de llevar agua a cada hogar durante un largo periodo de tiempo; sin embargo, se debe tener presente que en la actualidad debido a los efectos naturales como el cambio climático y a fenómenos producidos por hombre, como la minería y la tala indiscriminada, se ha visto reducido, lo cual nos lleva a replantearnos, el cuidado e importancia de este recurso hídrico, pues al encontrarse en peligro de desaparecer, no solo afectaría a las comunidades más vulnerables, sino la existencia misma de los seres humanos. Por esta razón, se deben preservar las fuentes de abastecimiento en condiciones adecuadas y optimas y además, hacer un uso adecuado y racional de este líquido en las labores cotidianas, donde más se malgasta, pues con este aporte de la comunidad, se puede brindar sin ningún costo el cuidado del recurso tan limitado y cada vez más escaso.

En el caso de Boyacá, al ser una región de paramos, ríos y lagos con gran capacidad de almacenamiento y conducción de agua, lleva trabajando desde hace ya varios años para que se le suministre agua potable a toda la población del departamento, especialmente a la más necesitada. Para dicho fin, existen entidades, cuya función es llevar a cabo los estudios y diseños de acueductos que tengan las mejores características y puedan satisfacer las necesidades de cada región del departamento. Ejemplo de esto, es que desde el año 2009 la Empresa Departamental de Servicios Públicos de Boyacá, ha venido desarrollando un trabajo

arduo, a fin de garantizar que la red de acueducto abarque la mayor extensión posible del territorio boyacense. Además, en esta entidad, se lleva a cabo un programa, cuyo objetivo es determinar el índice de agua no contabilizada de cada municipio; programa que tiene como objetivo evaluar el estado de los acueductos urbanos ya existentes, hacer un diagnóstico y poder determinar soluciones pertinentes para cada caso.

El índice de agua no contabiliza (IANC), se está desarrollando en municipios cuya población no excede los 12.000 habitantes. Según el DANE, para el año 2019, aproximadamente 105 municipios del Departamento de Boyacá contarían con una población menor a los 12.000 habitantes, los cuales, son aproximadamente el 85.36%, entre ellos: Oicatá, Motavita, Cómbita, Firavitoba, Tota, Saboyá, Sotaquirá y Belén, los cuales fueron seleccionados para el desarrollo de estos proyectos.

Lo primero en señalar, es que el índice de agua de un municipio, es la relación que hay entre el agua captada y el agua facturada, esta variación se puede dar por diferentes circunstancias, las cuales se pueden dividir en pérdidas físicas y pérdidas comerciales. Las pérdidas físicas, son aquellas que se dan por fugas en las tuberías, accesorios, tanques de almacenamiento o procesos de tratamiento, estas se pueden dividir en fugas visibles y no visibles. Las pérdidas comerciales se dan por los volúmenes no facturados, por micromedidores o conexiones clandestinas³.

La importancia de los proyectos de índice de agua no contabilizada a los acueductos urbanos de estos municipios, está dada por las pérdidas que cada administración de la unidad de servicios puede presentar, esto según el porcentaje de pérdidas que cada acueducto presenta hasta la fecha del diagnóstico. Las pérdidas en su mayoría

³ Ministerio de desarrollo, Agua no contabilizada, Municipios menores y zonas rurales. Agosto de 2002. Pág. 12.

son económicas, ya que el agua no facturada reduce los costos que realmente deberían estar ingresando a las entidades, que, además, podrían ser utilizados para optimizaciones o procedimientos que mejoren la calidad de agua y la infraestructura que se presenta actualmente en cada municipio. Para el desarrollo de estos programas, se realizaron vistas técnicas, informes de diagnóstico, solución de las necesidades y de los aspectos vistos en cada municipio, los cuales fueron tabulados y analizados. Estos informes son puestos en conocimiento a los gerentes de cada unidad de servicios de cada municipio, los cuales pretenden llevar a cabo las soluciones pertinentes en cada sector donde se encontraron inconsistencias.

Con base a lo anteriormente descrito, este informe pretende demostrar los resultados, procedimientos y análisis desarrollados en los municipios atrás mencionados, los cuales fueron base de estudio, debido a problemas presentados, según la información proporcionada por la ESPB. Además, pretende demostrar el trabajo de pasantía desarrollado para optar por el título de ingeniero civil, en el cual se demostraron conocimientos del área de hidráulica, los cuales son la base fundamental para la comprensión y adecuado análisis de los diferentes temas presentados en la actualidad.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Desarrollar la pasantía de ingeniería civil en la Empresa Departamental de Servicios Públicos de Boyacá (ESPB), generando programas de índice de agua no contabilizada (IANC) en 8 municipios del Departamento de Boyacá, cuya población sea inferior a 12.000 habitantes para el control de pérdidas de los acueductos de la zona urbana.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Diagnosticar las redes de aducción, conducción y distribución de los 8 acueductos urbanos de municipios del departamento de Boyacá.

Realizar pruebas de pitometría, estanqueidad y lámina de agua en las redes de acueductos de los 8 municipios de estudio.

Determinar el porcentaje de pérdidas en cada acueducto de los 8 municipios de estudio.

Brindar soluciones a los posibles inconvenientes presentados en los acueductos urbanos de 8 municipios del Departamento de Boyacá.

Generar un producto final con el diagnóstico y soluciones de los resultados de los estudios del programa de índice de agua no contabilizada.

Poner en práctica los conocimientos del área de hidráulica, los cuales fueron adquiridos en la formación académica.

2. EMPRESA DEPARTAMENTAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DE BOYACÁ

La Empresa Departamental de Servicios Públicos de Boyacá S.A. E.S.P. – ESPB - se constituyó el 19 de mayo de 2009 con Escritura Pública N° 0970. La sociedad propone desarrollar como objeto social principal, la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo y todos aquellos que la Ley 142 de 1994 permite.

En la actualidad, la ESPB se desempeña como Gestora del Plan Departamental Para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento – PDA- , que es *“un conjunto de estrategias de planeación y coordinación interinstitucional, formuladas y ejecutadas con el objeto de lograr la armonización integral de los recursos, y la implementación de esquemas eficientes y sostenibles en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básico”*, de acuerdo con el Decreto 3200 de 2008.⁴

Dentro de las principales funciones de la ESPB se encuentran:

- Prestar los servicios públicos y sus actividades complementarias en el departamento de Boyacá y en las demás zonas del territorio nacional o internacional.
- Actuar como operadora de los servicios públicos, asociarse con tal propósito o entregar la operación a un tercero.
- Gestionar y recibir recursos del orden municipal, departamental, nacional o internacional.

⁴ Empresa Departamental de Servicios Públicos. ¿Quiénes somos?

- Prestar directamente los servicios públicos de su objeto, actuar como operadora de los mismos, asociarse con tal propósito, o entregar la operación a un tercero.
- Promover y desarrollar programas y proyectos de Uso Racional del Agua y de Protección de las fuentes de Abastecimiento.
- Adelantar directamente o contratar la construcción, la administración, la operación, el mantenimiento y la reparación de todo tipo de infraestructura para la prestación de los servicios públicos, así como realizar las labores propias de la distribución y la comercialización.
- Dar apoyo técnico y seguimiento al cumplimiento de metas municipales y departamentales en mejoramiento de la calidad del agua y continuidad del servicio de acueducto;
- Realizar estudios de consultoría, ejercer interventorías, dirección, administración técnica, construcción, operación y mantenimiento en cualquiera de las actividades de los servicios públicos de su objeto.
- Apoyar y/o ejecutar las actividades de gestión ambiental, tales como estudios de Impacto Ambiental, planes de Manejo Ambiental, gestión de licenciamientos ambientales, planes de reforestación de las cuencas hidrográficas, explotación industrial y comercial de las mismas;
- Realizar estudios que permitan la instalación y mejoramiento de sistemas adecuados de abastecimiento de agua potable y de prestación de servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, así como la reforestación y mantenimiento de las cuencas hidrográficas requeridas para el suministro de agua.

2.1 MISIÓN

La Empresa Departamental de Servicios Públicos de Boyacá S.A E.S.P., gestiona la prestación y fortalecimiento de los servicios públicos en el departamento de Boyacá, brindando apoyo, asesoría y asistencia técnica a nivel municipal y regional

para el desarrollo empresarial de los mencionados servicios, propendiendo por el respeto del medio ambiente, la participación social y el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad.⁵

2.2 VISION

La Empresa Departamental de Servicios Públicos de Boyacá S.A. E.S.P., para el año 2025 será una empresa reconocida a nivel nacional, por su liderazgo en la gestión, asesoría, apoyo y fortalecimiento en la prestación de los servicios públicos en el departamento de Boyacá, reconocida por su competitividad, eficiencia, eficacia y efectividad en cada uno de sus procesos, a partir del cumplimiento de la normatividad vigente y la adecuada administración de los recursos.⁶

2.3 OBJETIVOS

- Contribuir al cumplimiento de las metas sectoriales contempladas en los Objetivos de Desarrollo del Milenio, definidos en el Documento CONPES - SOCIAL 091 de 2005, y los que lo modifiquen o adicionen; así como en los Planes de Desarrollo Territoriales.
- Promover y consolidar la efectiva coordinación interinstitucional entre los diferentes participantes del PDA.
- Promover estructuras operativas que generen economías de escala en la formulación e implementación de los PDA.
- Promover y consolidar procesos de transformación empresarial y fortalecimiento institucional.

⁵ Empresa Departamental de Servicios Públicos. Empresa: Misión.

⁶ Empresa Departamental de Servicios Públicos. Empresa: Visión.

- Fomentar y consolidar esquemas regionales buscando economías de escala en la prestación de los servicios.
- Articular y focalizar las diferentes fuentes de financiamiento para la implementación del PDA.
- Facilitar el acceso a esquemas eficientes de financiación para el sector.
- Optimizar el control sobre la asignación y ejecución de recursos y proyectos.
- Fomentar una adecuada planeación de inversiones y la formulación de proyectos integrales.
- Articular el desarrollo de proyectos con las políticas de desarrollo urbano.

2.4 UBICACIÓN

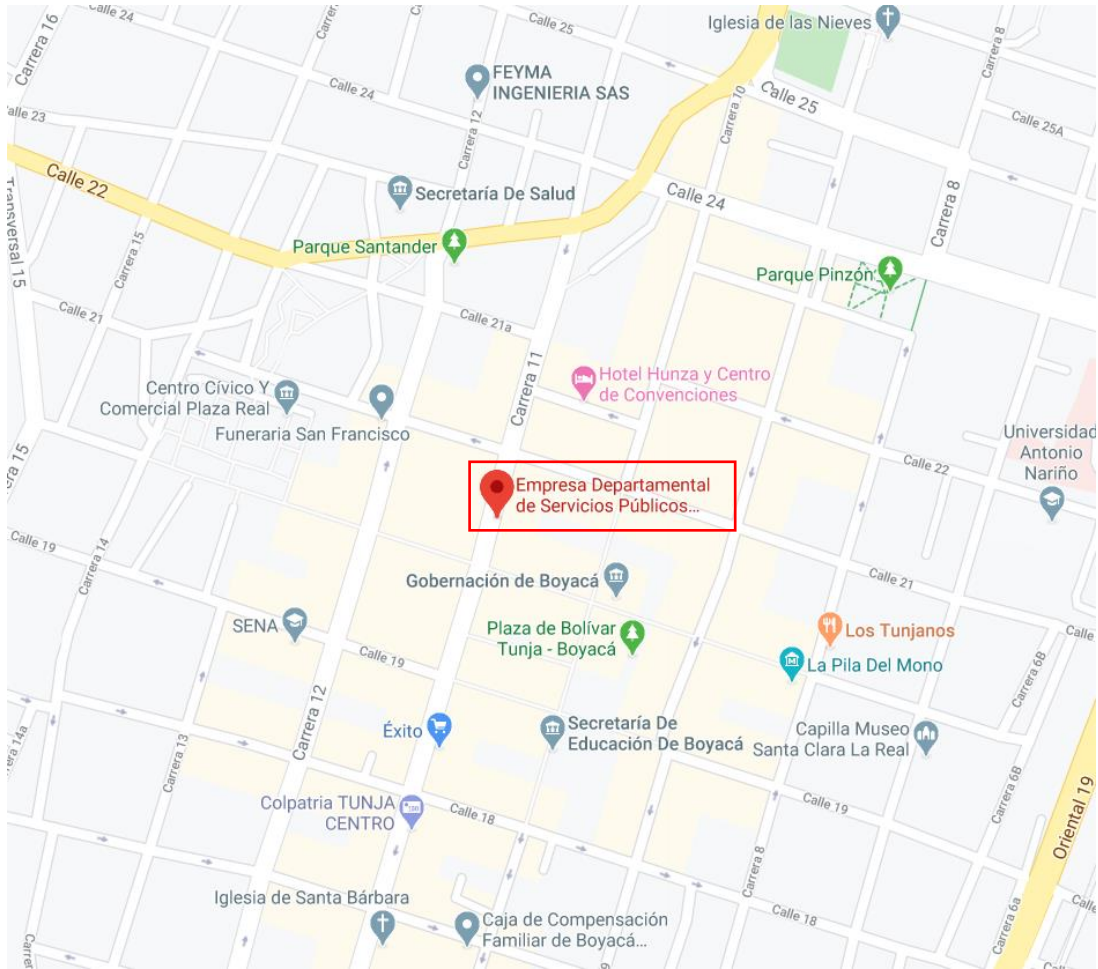
La Empresa de Servicios Públicos de Boyacá, cuenta con sus oficinas en la ciudad de Tunja, capital del departamento de Boyacá, esta dependencia se encuentra ubicada en la dirección sobre la carrera 11 número 29-54, donde se encuentran todas las dependencias y oficinas que marchan para el correcto funcionamiento de constitución de esta.

Figura 1. Ubicación Empresa Departamental de Servicios Públicos



Fuente: Google Maps. Ubicación ESPB.

Figura 2. Localización de la Empresa Departamental de Servicios Públicos



Fuente: Google Maps. Ubicación ESPB.

2.5 ORGANIGRAMA EMPRESARIAL

GERENCIA:

Ejecutar labores de planeación, dirección, coordinación y control en la administración de la Empresa Departamental de Servicios Públicos de Boyacá con el fin de cumplir la misión, visión y garantizar el desarrollo coordinado de las Políticas. Planes, programas y proyectos y estrategias de la empresa.

OFICINA ASESORA DE CONTROL INTERNO:

Asesorar a la Gerencia y todas las áreas funcionales de la ESPB S.A E.S.P para la operación del Sistema de Control Interno y Modelo Integrado de Planeación y Gestión, ejerciendo su control, verificación, evaluación y estado de cumplimiento e implementación en concordancia con los procedimientos establecidos por la Ley.

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ASUNTOS JURÍDICOS Y DEFENSA JUDICIAL:

Formular, organizar, dirigir asesorar, ejecutar y controlar los planes, programas, proyectos y asuntos del ámbito jurídico de la Empresa, en especial en los que tome parte el Gerente, con el fin de orientar las decisiones y actuaciones institucionales de la entidad en el marco de la política jurídica y la legislación vigente.

SECRETARIA GENERAL:

Planear, coordinar, dirigir y controlar las actividades inherentes al Modelo Integrado de Planeación y Gestión, la Gestión del Talento Humano. Gestión Documental, Plan de aseguramiento, Plan de Gestión Social y Sistemas de Comunicación e información, mediante la formulación de políticas, planes, programas, procedimientos y demás documentación que deba implementar la Empresa en cumplimiento de su objeto misional, realizar el control oportuno y específico de las compras y de la administración de los recursos físicos que se efectúen para el buen funcionamiento de la Empresa.

DIRECCIÓN TÉCNICA Y OPERATIVA:

Coordinar toda el área técnica en los procesos de gestión ambiental, pre-inversión y ejecución en las consultorías y en los proyectos de obras que se ejecuten para

construcción, optimización, mantenimiento y operación de sistemas para los servicios públicos.

DIRECCIÓN FINANCIERA:

Planear, dirigir, organizar y controlar todas las actividades relacionadas con el manejo de los recursos financieros, ejecución de) presupuesto, os pagos de las obligaciones financieras y el reporte de la información contable para garantizar el cumplimiento de las obligaciones y buen funcionamiento de la Empresa Departamental de Servicios Públicos de Boyacá S.A. E.S.P.⁷

⁷ Empresa Departamental de Servicios Públicos. Empresa: Organigrama.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

El programa de índice de agua no contabilizada, es un proyecto de la Gobernación de Boyacá, llevado a cabo por la Empresa Departamental de Servicios Públicos. Se busca apoyar y brindar soluciones a los inconvenientes presentados en las redes de acueductos urbanos de cada uno de los municipios de estudio. Según lo anterior, los municipios a los cuales se les realizó el estudio mencionado, fueron Oicatá, Motavita, Combita, Belén, Sotaquirá, Tota, Firavitoba y Saboya, en donde se encontraron varios problemas; algunos con mayor grado de dificultad para solucionar que otros. Dentro de las labores desarrolladas en la pasantía, se cumplió con las siguientes funciones dadas por la mencionada entidad.

- Apoyar en las reuniones técnicas de la Empresa Departamental de servicios Públicos de Boyacá o entidades sobre el desarrollo del programa de “Agua No contabilizada”.
- Apoyar actividades de campo y visitas técnicas para el diagnóstico de los sistemas de acueducto, relacionadas con el programa de agua no contabilizada en los municipios.
- Apoyar en la elaboración y formulación de programas de agua no contabilizada en los municipios acordados.
- Presentar reportes de avance de las actividades asignadas a la Dirección Técnica y Operativa de la ESPB S.A E.S.P.
- Cumplir con las demás actividades que le sean asignadas por la Dirección Técnica y operativa que correspondan a la naturaleza de la dependencia de acuerdo al objeto contractual.

A continuación, se describe como fue el desarrollo de cada una de estas actividades descritas anteriormente.

ACTIVIDAD 1: APOYAR EN LAS REUNIONES TÉCNICAS DE LA EMPRESA DEPARTAMENTAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DE BOYACÁ O ENTIDADES SOBRE EL DESARROLLO DEL PROGRAMA DE “AGUA NO CONTABILIZADA”.

Esta actividad se tuvo que realizar en dos periodos de tiempo diferentes. En la primera parte, se busca realizar una reunión con los gerentes de las unidades o empresas de servicios públicos de cada municipio, donde se explica, en qué consisten los programas de agua no contabilizada que se les va a realizar a cada acueducto; además, se llega a un acuerdo, en donde el municipio se compromete a facilitar personal, instrumentos necesarios, acceso y en lo posible, transporte a cada uno de los sitios que lo requiera. En esta reunión se firma un acta con cada uno de los compromisos establecidos, y se inicia el proceso para establecer las fechas para iniciar con las visitas técnicas requeridas.

Fotografía 1. Reunión de socialización de programas de índice de agua no contabilizada. Municipio de Belén



Fuente: Autor

Fotografía 2. Reunión de socialización de programas de índice de agua no contabilizada. Municipio de Motavita



Fuente: Autor

La segunda parte, es realizar una reunión de socialización de los programas de índice de agua no contabilizada; para esto, se solicita a cada gerente, la disponibilidad de tiempo, con el fin de entregar el producto final, el cual es un libro previamente revisado y aprobado por la dirección técnico operativa de la empresa, de esta manera se busca informar del porcentaje de agua no contabilizada, los problemas actuales que se están presentando en cada acueducto, y el plan de choque o soluciones pertinentes que se pueden aplicar para la solución de estos mismos. En esta reunión, se solucionan las dudas que cada gerente llega a tener, y así mismo, se realiza un acta, donde cada municipio, por medio de las entidades de servicios públicos, se compromete con la solución de los inconvenientes encontrados en sus redes de acueducto.

Fotografía 3. Entrega de programa de índice de agua no contabilizada. Municipio de Tota



Fuente: Autor

Fotografía 4. Entrega de programa de índice de agua no contabilizada. Municipio de Saboyá



Fuente: Autor

ACTIVIDAD 2: APOYAR ACTIVIDADES DE CAMPO Y VISITAS TÉCNICAS PARA EL DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO, RELACIONADAS CON EL PROGRAMA DE AGUA NO CONTABILIZADA EN LOS MUNICIPIOS.

Las actividades de campo se realizan después de haber realizado la primera socialización del programa de índice de agua no contabilizada, y después de haber firmado el acta con los compromisos que se deben cumplir por las dos partes. Se realizó visita de campo a 8 municipios, donde se realizaron las siguientes actividades.

1. VISITA A LAS CAPTACIONES Y FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE LOS ACUEDUCTOS URBANOS DE CADA MUNICIPIO.

En esta actividad, primeramente, se realiza una inspección a la fuente de abastecimiento utilizada para suministrar de agua a la población de los municipios. Para ello se debe verificar que las captaciones estén transportando el suficiente caudal, el cual se aprecia visualmente, además, se debe verificar que no se esté afectando el ecosistema, causado por la disminución del agua captada.

Seguido, se verifica el estado de las captaciones de los acueductos, donde se tomaron dimensiones en caso de las bocatomas, las cuales son comparadas con los planos del plan maestro de acueducto y alcantarillado de cada municipio, las que además, son un valor necesario para el cálculo de la capacidad de captación, donde se determina si dicha estructura está funcionando de manera adecuada para la demanda requerida para el año 2019.

De igual manera, se realiza un diagnostico estructural de las captaciones, donde se debe verificar las posibles fisuras o grietas presentes, el estado de corrosión de las

rejillas si éstas lo presentan. El estado de la tubería y del terreno, donde se debe verificar que se encuentre libre de desechos que impidan el libre flujo de agua hacia la estructura de captación.

Por último, en lo posible se requiere llevar a cabo aforos volumétricos de cada una de estas estructuras de captación. Para esto en muchas ocasiones se utilizó un recipiente de volumen conocido, y en el caso de los pozos profundos, se tomaron medidas de macromedidor que se encuentra instalado en la tubería de salida; de esta manera, el valor es utilizado para determinar las pérdidas en la línea de aducción.

Dentro de las visitas técnicas desarrolladas en la pasantía, se encontró la siguiente información de los tipos de captación construidas en cada uno de los acueductos urbanos de los municipios de estudio.

OICATÁ: En este municipio se encontraron tres fuentes de abastecimiento. Dos de ellas son quebradas, y la tercera, es un pozo profundo. Se pudo evidenciar que las quebradas en la fecha de estudio contaban con el suficiente caudal, por lo que no se presentan problemas que causen desabastecimiento de la población. De igual manera, el pozo profundo cuenta con suficiente capacidad, y es utilizado cada cierto periodo de tiempo, ya que, si se utiliza constantemente, los gastos de funcionamiento serían muy elevados. En el diagnóstico de las fuentes se encontró que se debe realizar limpieza de la vegetación en una de ellas, para así evitar que el material de gran tamaño obstruya el flujo normal de agua.

Por otra parte, al aprovechar tres fuentes de abastecimiento, se tienen tres captaciones, donde dos de ellas se trata de bocatoma de fondo, y la tercera se realiza por medio de una tubería que extrae agua del pozo profundo mediante una

motobomba de impulsión. Se realizó un diagnóstico de las captaciones, las cuales se encontraron en buenas condiciones.

Fotografía 5. Captación y fuente de abastecimiento 1 municipio de Oicatá.



Fuente: Autor

COMBITA: Para este municipio se encontraron tres fuentes de abastecimiento. La primera es una quebrada, la segunda un humedal y la tercera un pozo profundo, todas estas mostraron buenas condiciones, y además brindan la suficiente agua a la población urbana de este municipio. La primera captación es una bocatoma de fondo, en buenas condiciones, la segunda es una galería filtrante, que cuenta con tubería de PVC de 4 pulgadas de diámetro, la cual se encuentra perforada, y la tercera se hace por medio de tubería instalada en el pozo profundo. A todos estos sistemas se le hace un mantenimiento periódico que ayuda a preservar las buenas condiciones.

Fotografía 6. Captación y fuente de abastecimiento 1 municipio de Cóbbita



Fuente: Autor

Fotografía 7. Captación y fuente de abastecimiento 2 municipio de Cóbbita



Fuente: Autor

Fotografía 8. Captación 3 municipio de Cómbita



Fuente: Autor

SOTAQUIRÁ: Para este municipio, se encontró que se utilizan 2 fuentes de abastecimiento, las cuales son aledañas a una quebrada de nombre agua virgen. Estas captaciones son galerías que presentan tuberías enterradas cuyo objetivo principal es la de recolectar agua y conducirla hasta unas cámaras construidas en concreto, donde se distribuye el flujo a la tubería de aducción. Las estructuras se encontraron en buenas condiciones, pero, debido al balance hídrico realizado, estas dos estructuras están captando un valor mucho mayor al requerido, por lo que el índice de agua no contabilizada presentó un gran porcentaje a causa de la falta de regulación de caudal de captación.

Fotografía 9. Fuente y captación 1. Municipio de Sotaquirá



Fuente: Autor

Fotografía 10. Fuente y captación 1. Municipio de Sotaquirá



Fuente: Autor

SABOYÁ: Para el municipio de Saboyá, se encontró que la fuente de abastecimiento es una quebrada, la cual su cauce se encuentra muy cerca de la PTAP del acueducto urbano. La captación se hace por medio de una bocatoma de

fondo, donde se presenta una rejilla que regula la cantidad de agua captada. Además, presenta dos cámaras en concreto, las cuales controlan el caudal hacia la línea de aducción; por otra parte, se encuentra instalada una tubería de reboce que conduce el agua nuevamente a la fuente de abastecimiento. La estructura de captación presentó buenas condiciones, ya que no se presentó fugas visibles que conlleven a problemas de pérdidas.

Fotografía 11. Fuente y estructura de captación. Municipio de Saboyá.



Fuente: Autor

2. VISITA Y DIAGNOSTICO DE LAS LÍNEAS DE ADUCCIÓN Y DESARENADORES

Para la realización de esta actividad, se tiene que llevar a cabo una inspección de la tubería de aducción, cuyo objetivo es conducir el agua de las captaciones a las

diferentes plantas de tratamiento de los acueductos urbanos de cada municipio. El trabajo que el pasante realizó en campo, se describe a continuación.

OICATÁ: Para el municipio de Oicatá se realizó visita a una de las líneas de aducción, la cual en su mayoría está totalmente enterrada, pero se encontró un tramo que presenta un paso elevado de la tubería; este paso cuenta con un cable de güaya, la cual asegura que la carga hidráulica de la tubería no presenta problemas futuros de rupturas. Además, se evidencio que esta tubería presenta una válvula de purga, la cual garantiza el adecuado flujo de agua hacia la PTAP.

Fotografía 12. Paso elevado. Municipio de Oicatá



Fuente: Autor

En cuanto al desarenador, se evidencio que esta estructura se encuentra ubicada metros delante de la captación, este sistema de pretratamiento cuenta con buenas condiciones de funcionamiento, pero se pudo observar, que no se le realiza un mantenimiento adecuado, ya que presentaba material solido sobre y dentro de la estructura.

Fotografía 13. Desarenador. Municipio de Oicatá



Fuente: Estudio

SOTAQUIRÁ: Para el Municipio de Sotaquirá se encontró que la línea de aducción se encuentra totalmente enterrada, lo que impidió realizar una inspección visual a gran parte de esta tubería. En algunos puntos se pudo notar que esta red cuenta con un sistema de purga, el cual consiste en perforaciones de la tubería de aducción, las cuales no presentan instalación de válvulas ventosas, lo que conlleva a que se presenten fugas visibles que aumentan el índice de agua no contabilizada de este municipio. En total se encontraron 4 fugas de este tipo, las cuales dada su condición es representada por la siguiente imagen.

Fotografía 14. Fugas en la línea de aducción. Municipio de Sotaquirá



Fuente: Autor

Como se puede evidenciar en la imagen mostrada, la fuga se presenta por falta de una válvula de purga. La condición de las demás fugas es similar a la expuesta.

En cuanto al desarenador, se encontró con una estructura en concreto, la cual es apta para realiza este proceso; así mismo, se encontró que éste presenta un sistema de reboce, donde por medio de un canal, vuelve a dirigir el agua a la quebrada que es utilizada como fuente de abastecimiento. El desarenador no presentó problemas de fugas visibles, por lo que no es causa de aumento en el porcentaje del índice de agua no contabilizada.

Fotografía 15. Desarenador. Municipio de Sotaquirá.



Fuente: Autor

SABOYÁ: En la visita realizada al Municipio de Saboyá, se encontró que la línea de aducción está totalmente enterrada, por lo que no se pudo realizar un diagnóstico visual de esta misma. Por otra parte, se observó que el sistema de acueducto presenta un desarenador, el cual se encuentra en el mismo sector donde está construida la planta de tratamiento de agua potable de la población urbana. En esta estructura se encontró una fuga en un accesorio de la tubería, el cual es causa de pérdidas.

Fotografía 16. Desarenador. Municipio de Saboyá.



Fuente: Autor

Fotografía 17. Fuga desarenador. Municipio de Saboyá



Fuente: Autor

3. REALIZAR VISITA Y DIAGNOSTICO GENERAL A LA PTAP, REALIZACIÓN DE AFOROS, TOMA DE DATOS DE LAMINA DE AGUA Y PRUEBA DE ESTANQUEIDAD.

Para la realización de esta actividad es necesario realizar una visita a las plantas de tratamiento de agua potable de cada municipio y verificar el funcionamiento de los diferentes procesos que se puedan presentar. Además, se tienen que realizar pruebas de estanqueidad, de lámina de agua para determinar el consumo, y realizar aforos para establecer el caudal de funcionamiento. Dentro de las actividades que realizó el pasante, se elaboraron estos análisis a los siguientes sistemas de acueducto.

TOTA: Dentro de las actividades ejecutadas, en primera medida se realizó la prueba de lámina de agua. Consistente en tomar mediciones de la variación de altura de la lámina de agua en el tanque de almacenamiento principal. Ejercicio llevado a cabo cada hora durante un lapso de 12 horas, o por el mayor tiempo posible. Información con la que se puede determinar las horas de mayor y de menor consumo. La información recolectada es la base para determinar el factor de consumo, el cual es calculado una vez realizado la recolección de los datos.

Otra actividad ejecutada durante esta visita, fue la toma de medidas de las estructuras de tratamiento, esto con el fin de conocer el volumen de pérdidas de mantenimiento, las cuales ocurren cuando se lleva a cabo el lavado de cada uno de los componentes de la PTAP.

Fotografía 18. Prueba lámina de agua. Municipio de Tota



Fuente: Autor

Por otra parte, durante la visita se encontró que la planta de tratamiento consta de 3 filtros rápidos, dos filtros lentos y sistema de cloración. El sistema de almacenamiento cuenta con un tanque principal y uno de almacenamiento auxiliar, los cuales están conectados entre si, abasteciendo a la zona urbana de este municipio.

Fotografía 19. Planta de tratamiento de agua potable. Municipio de Tota



Fuente: Autor

FIRAVITOPA: En la visita realizada a la PTAP de este municipio, se realizó una prueba de lámina de agua en los dos tanques de almacenamiento, corroborado el volumen con la toma de datos de dos macromedidores que se encuentran instalados en la tubería de distribución. Por otra parte, se realizó la prueba de estanqueidad por un periodo de 4 horas y media, esto debido a que los sistemas de tratamiento se empezaron a colmatar, por lo que tuvo que abrir las válvulas para el flujo normal hacia la red de distribución. También, se tomaron las medidas de los tanques de almacenamiento y de los diferentes filtros que se encuentran. Para el cálculo del caudal de llegada se tomó un aforo volumétrico con un recipiente de volumen, donde, por la cantidad de caudal de llegada, se presentaron complicaciones al momento de la toma de estos datos.

La planta de tratamiento de agua potable del casco urbano fue construida en tipo filtración en múltiples etapas (FIME), donde se encontró un sedimentador, un filtro dinámico, tres filtros lentos y un sistema de cloración gaseosos. Para el sistema de almacenamiento se encuentran construidos dos tanques de almacenamiento, los cuales distribuyen el agua potable al casco urbano, y a cuatro veredas urbanas pertenecientes a este mismo municipio.

Fotografía 20. Toma de aforos volumétricos. Municipio de Firavitoba



Fuente: Estudio

Fotografía 21. Planta de tratamiento de agua potable. Municipio de Firavitoba



Fuente: Autor

BELÉN: En la visita realizada a la planta de tratamiento de este municipio, se encontró que esta fue construida tipo FIME. Cuenta con 4 filtros dinámicos, 6 filtros gruesos, 3 filtros lentos y un sistema de cloración gaseoso. El sistema de almacenamiento está constituido por un tanque de 502.14 m³ de capacidad, el cual se encontró en buenas condiciones, pues no se evidenciaron fugas visibles o humedades en alguna de las caras externas de la estructura. Por otra parte, se encontró una fuga en la tubería de distribución que sale del tanque de almacenamiento hacia el casco urbano; fuga presentada en una de las uniones de la tubería, la cual puede ser causa de un desajuste de la unión, o ruptura por la elevada presión del agua.

Esta PTAP cuenta con un operario, quien se encarga de realizar el mantenimiento y la operación de los procesos de tratamiento. Además, se encontró que el caudal

captado en la fuente de abastecimiento, es mucho mayor al caudal de diseño de la PTAP; por esta razón, se presentan pérdidas, a causa de que el agua de reboce es dirigida hacia el sistema de alcantarillado, lo cual no debería presentarse. Como consecuencia del exceso de caudal, se pudo notar que el mantenimiento de los filtros debe realizarse en periodos de tiempo más cortos, donde a los filtros dinámicos se les realiza lavado todos los días, a los gruesos cada tres días, y los filtros lentos cada ocho días.

Fotografía 22. Planta de tratamiento de agua potable. Municipio de Belén



Fuente: Autor

Durante la visita, se realizó la prueba de lámina de agua, la cual no pudo corroborarse con otro valor, debido a que no se presenta macromedición en la tubería de distribución. Se realizaron toma de aforos, de llegada y de salida, los cuales se realizaron en los filtros gruesos, y en los filtros lentos.

Fotografía 23. Prueba de lámina de agua. Municipio de Belén



Fuente: Autor

Fotografía 24. Realización de aforos de llegada. Municipio de Belén



Fuente: Autor

SABOYÁ: En la visita técnica realizada a este municipio, se encontró una planta de tratamiento tipo FIME, la cual trata 2 L/s aproximadamente. ésta cuenta con sistema de coagulación, el cual se hace en la estructura del desarenador que se encuentra en el mismo sector que la PTAP; además cuenta con dos filtros rápidos y un sistema de cloración. Esta PTAP cuenta con estructura para realizar el proceso de filtración lenta, pero esta no se encuentra funcionando, debido a problemas de flujo del agua hacia el sistema de almacenamiento. El sistema el cual cuenta con dos tanques, el primero con capacidad de 161.68 m³, y el segundo, el cual se llena con el agua de reboce del primero, cuenta con una capacidad de 195.96 m³.

Fotografía 25. Planta de tratamiento de agua potable. Municipio de Saboyá



Fuente: Autor

Las actividades que se desarrollaron en esta PTAP, fueron la toma de medidas de cada una de las estructuras de tratamiento; además, se realizaron aforos a la llegada y salida, los cuales determinaron los caudales de entrada y de salida. Por último, se realizó la toma de valores de lámina de agua, con el fin de determinar el consumo de la población del casco urbano.

Fotografía 26. Prueba de lámina de agua. Municipio de Saboyá



Fuente: Autor

4. REALIZACIÓN DE PRUEBA DE PITOMETRIA DEL CASCO URBANO

La prueba de pitometria, se basa en la recolección de datos de las presiones de los diferentes sistemas de acueductos, para ello, se utilizan manómetros, los cuales son instalados en los diferentes puntos de muestreo que presentan los acueductos. Estas presiones son base fundamental para la modelación hidráulica, ya que un procedimiento que se lleva a cabo es la realización de la calibración de la red actual de acueducto mediante el programa Epanet, donde permite simular las condiciones

reales de funcionamiento del sistema de acueducto urbano, y así poder determinar si se requieren realizar adecuaciones para aumentar o disminuir las presiones según sea el caso. Las pruebas de pitometría de los programas de agua no contabilizada, fueron desarrolladas en diferentes periodos de tiempo, donde se realizaban tomas de datos cada hora. Durante la pasantía, se realizaron estas pruebas en los municipios de Motavita, Cóbbita, Sotaquirá, Belén, Saboyá y Firavitoba.

Fotografía 27. Procedimiento realización prueba de pitometría. Municipio de Cóbbita



Fuente. Autor

Los resultados de estas pruebas se utilizaron para la realización de calibración de los modelos hidráulicos, actividad desarrollada por un profesional encargado, con conocimiento en el tema. Los datos recolectados en campo son los siguientes.

MUNICIPIO DE MOTAVITA:

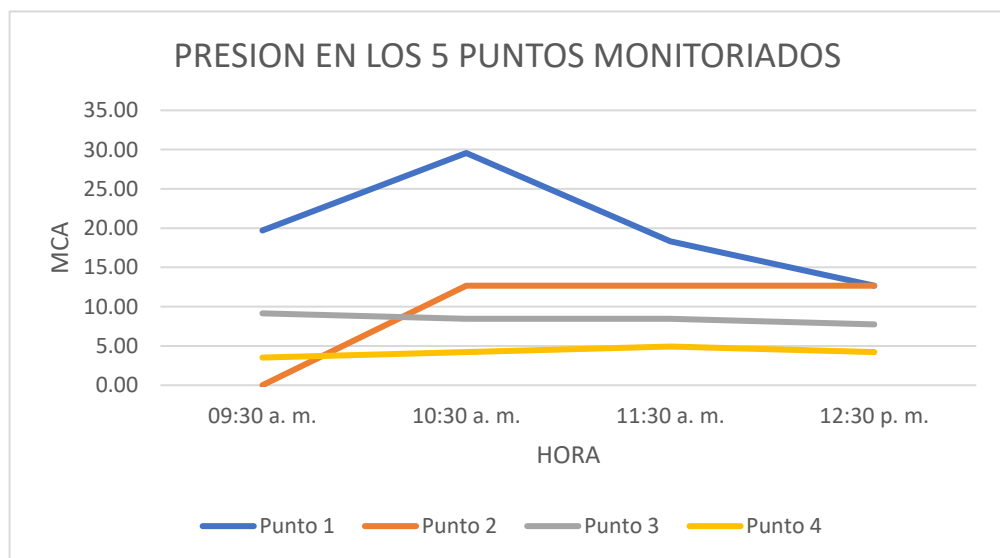
Como se ha visto mencionando, este municipio presentó problemas de desabastecimiento, por lo que la prueba de pitometria se realizó en un periodo de tiempo corto.

Tabla 1. Datos prueba de pitometria. Municipio de Motavita.

	09:30 a. m.	10:30 a. m.	11:30 a. m.	12:30 p. m.
Punto 1	19.71	29.57	18.30	12.67
Punto 2	0.00	12.67	12.67	12.67
Punto 3	9.15	8.45	8.45	7.74
Punto 4	3.52	4.22	4.93	4.22

Fuente: Autor

Gráfica 1. Comportamiento de presiones. Municipio de Motavita.



Fuente: Autor

MUNICIPIO DE CÓMBITA:

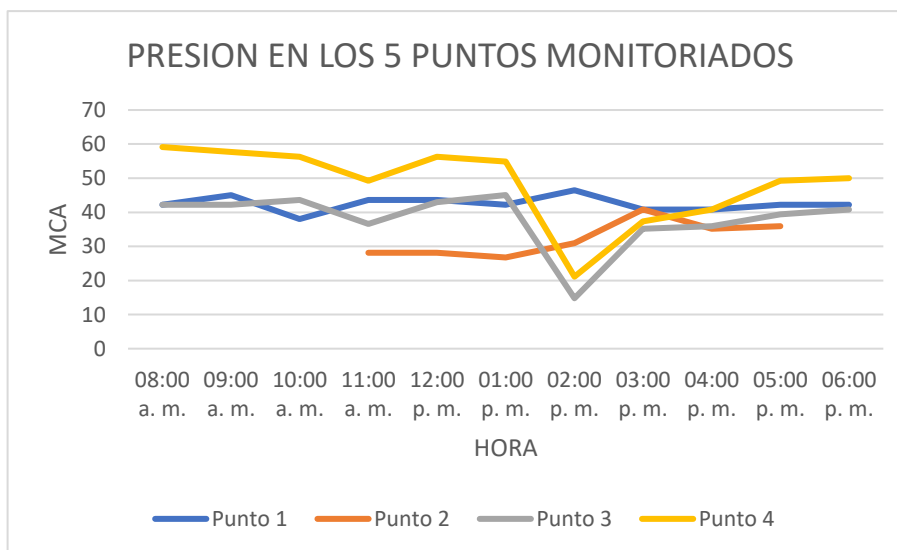
Tabla 2. Datos prueba de pitometria. Municipio de Cómbita.

	08:00 a. m.	09:00 a. m.	10:00 a. m.	11:00 a. m.	12:00 p. m.
Punto 1	42	45	38	44	44
Punto 2	-	-	-	28	28
Punto 3	42	42	44	37	43
Punto 4	59	58	56	49	56

	01:00 p. m.	02:00 p. m.	03:00 p. m.	04:00 p. m.	05:00 p. m.	06:00 p. m.
42	46	41	41	42	42	
27	31	41	35	36		
45	15	35	36	39	41	
55	21	37	41	49	50	

Fuente: Autor

Gráfica 2. Comportamiento de presiones. Municipio de Cómbita



Fuente: Autor

MUNICIPIO DE SOTAQUIRÁ:

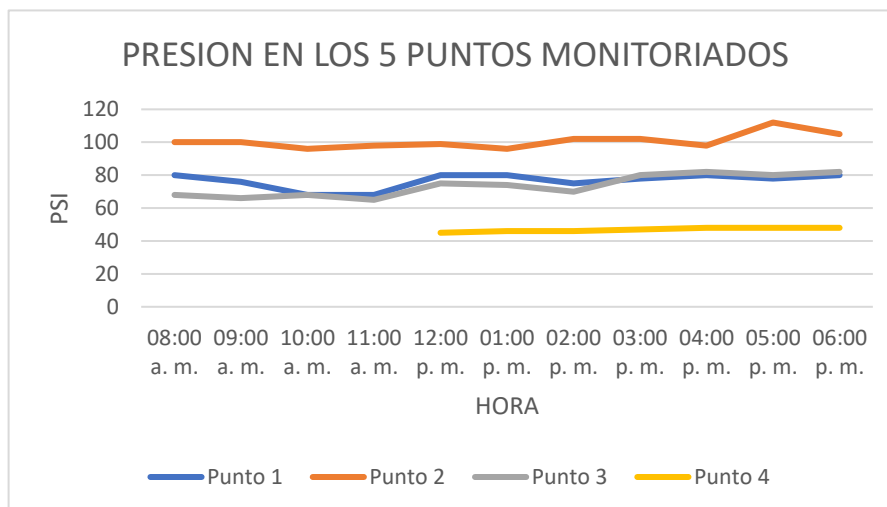
Tabla 3. Datos prueba de pitometria. Municipio de Sotaquirá

	08:00 a. m.	09:00 a. m.	10:00 a. m.	11:00 a. m.	12:00 p. m.
Punto 1	80	76	68	68	80
Punto 2	100	100	96	98	99
Punto 3	68	66	68	65	75
Punto 4	48				45

	01:00 p. m.	02:00 p. m.	03:00 p. m.	04:00 p. m.	05:00 p. m.	06:00 p. m.
80	75	78	80	78	80	
96	102	102	98	112	105	
74	70	80	82	80	82	
46	46	47	48	48	48	

Fuente: Autor

Gráfica 3. Comportamiento de presiones. Municipio de Sotaquirá



Fuente: Autor

MUNICIPIO DE BELÉN:

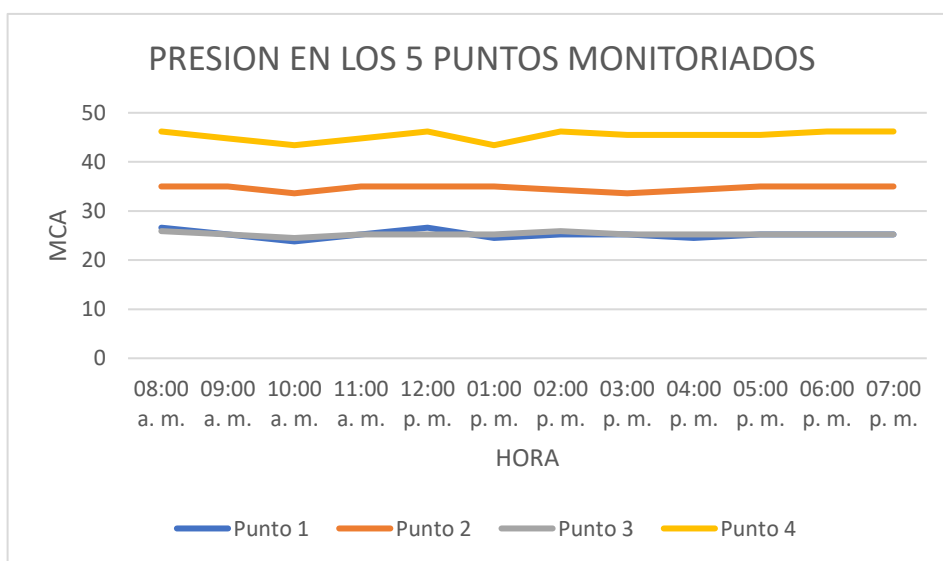
Tabla 4. Datos prueba de pitometria. Municipio de Belén.

	08:00 a. m.	09:00 a. m.	10:00 a. m.	11:00 a. m.	12:00 p. m.	01:00 p. m.
Punto 1	26.6	25.2	23.8	25.2	26.6	24.5
Punto 2	35	35	33.6	35	35	35
Punto 3	25.9	25.2	24.5	25.2	25.2	25.2
Punto 4	46.2	44.8	43.4	44.8	46.2	43.4

02:00 p. m.	03:00 p. m.	04:00 p. m.	05:00 p. m.	06:00 p. m.	07:00 p. m.
25.2	25.2	24.5	25.2	25.2	25.2
34.3	33.6	34.3	35	35	35
25.9	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2
46.2	45.5	45.5	45.5	46.2	46.2

Fuente: Autor

Gráfica 4. Comportamiento de presiones. Municipio de Belén



Fuente: Estudio

MUNICIPIO DE SABOYÁ:

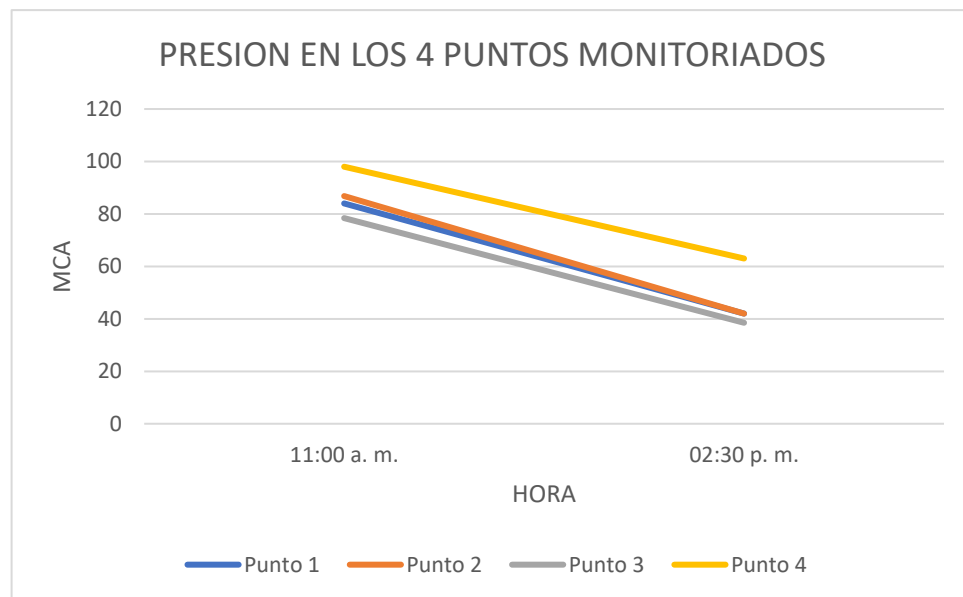
Debido a que el día de la visita técnica en este municipio no se encontraba en funcionamiento la captación de agua, solo se realizó la medida de datos en dos horas.

Tabla 5. Datos prueba de pitometria. Municipio de Saboyá.

	11:00 a. m.	02:30 p. m.
Punto 1	84	42
Punto 2	86.8	42
Punto 3	78.4	38.5
Punto 4	98	63

Fuente: Autor

Gráfica 5. Comportamiento de presiones. Municipio de Saboya



Fuente: Autor

MUNICIPIO DE FIRAVITOBA:

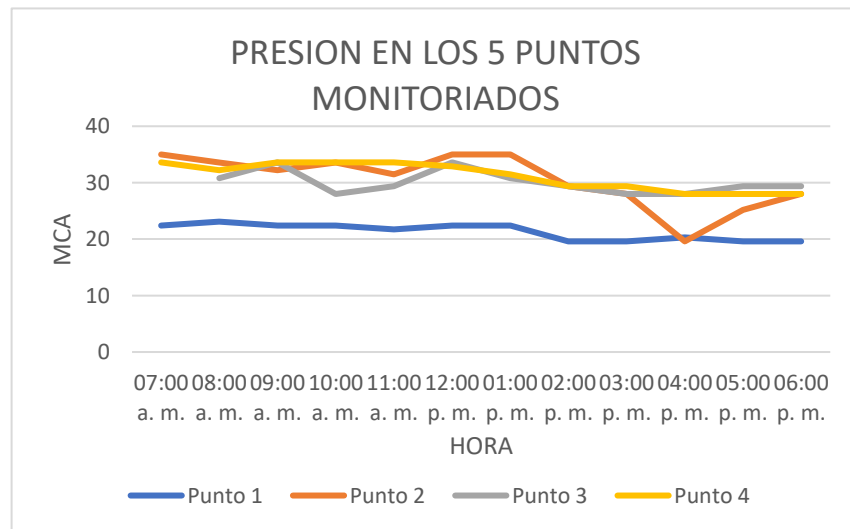
Tabla 6. Datos prueba de pitometria. Municipio de Firavitoba.

	07:00 a. m.	08:00 a. m.	09:00 a. m.	10:00 a. m.	11:00 a. m.	12:00 p. m.
Punto 1	22.4	23.1	22.4	22.4	21.7	22.4
Punto 2	35	33.6	32.2	33.6	31.5	35
Punto 3		30.8	33.6	28	29.4	33.6
Punto 4	33.6	32.2	33.6	33.6	33.6	32.9

01:00 p. m.	02:00 p. m.	03:00 p. m.	04:00 p. m.	05:00 p. m.	06:00 p. m.
22.4	19.6	19.6	20.3	19.6	19.6
35	29.4	28	19.6	25.2	28
30.8	29.4	28	28	29.4	29.4
31.5	29.4	29.4	28	28	28

Fuente: Autor

Gráfica 6. Comportamiento de presiones. Municipio de Firavitoba



Fuente: Autor

ACTIVIDAD 3: APOYAR EN LA ELABORACIÓN Y FORMULACIÓN DE PROGRAMAS DE AGUA NO CONTABILIZADA EN LOS MUNICIPIOS ACORDADOS.

Los programas de índice de agua no contabilizada, tienen como objetivo principal brindar información acerca del estado del acueducto, los problemas que causan pérdidas, y su respectiva solución. Para hacer conocer esta información, se elaboraron documentos, entregados en cada municipio, donde se describe la siguiente información.

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.

En la introducción, como es conocida en cualquier tipo de trabajos o documentos oficiales, describe los procedimientos, el contenido y el fin al que se quiere llegar con la elaboración de los programas de índice de agua no contabilizada. Dicha introducción se desarrolla con el fin de informar brevemente el porque es importante un programa de agua no contabilizada; además, permite conocer los aspectos que se encontraran en cada capítulo desarrollado. Por otra parte, los antecedentes describen por qué el municipio de estudio fue escogido para llevar a cabo un programa de índice de agua no contabilizada, donde, se describe que estos municipios estuvieron presentando problemas de desabastecimiento en el año 2018, lo cual fue la base fundamental para realizar un seguimiento de las condiciones al año 2019. También, se debe describir brevemente la población que está siendo beneficiada con este servicio público, las mejoras, cambios o ampliaciones del sistema de acueducto en general, y demás características informativas para tener presente y así poder entender de una manera completa el contenido del trabajo realizado.

2. DIAGNOSTICO TÉCNICO

El diagnostico técnico se realiza con base a la información recolectada en campo, y a la encontrada en el plan maestro de acueducto de cada municipio. Inicialmente, se desarrolla la identificación de los componentes del sistema de acueducto. En esta sección se describe en general el acueducto, haciendo conocer las fuentes y el tipo de tratamiento que se presenta en cada municipio. Seguido, se realiza un diagnóstico de las fuentes de abastecimiento, en esto, se describe el estado en el que se encontraron; además, se incluye un plano hidrográfico, en el cual, se ubican mediante coordenadas tomadas en campo, la posición exacta de las fuentes, para que de esta manera se pueda conocer la posición de los afluentes de agua dentro la cuenca donde se encuentra ubicada.

Posterior a esto, se realiza el diagnostico de las captaciones. En esta sección, se describe el estado estructural de cada captación, los componentes que esta presenta, las dimensiones y la forma de captación; para el caso de las bocatomas de fondo, se realiza un cálculo matemático, el cual determina si la captación tiene la capacidad necesaria para recolectar el caudal de suministro requerido. Por último, con los resultados de los aforos volumétricos realizados, se determina el caudal actual de captación y se verifica si este valor es el permitido en lo descrito en la concesión de aguas. Seguido a lo anterior, se realiza un diagnóstico de los desarenadores encontrados, inicialmente se describe la estructura y el estado de esta misma; también, según el caudal de entrada, se realiza el cálculo de la carga superficial y del tiempo de retención, donde según la resolución 0330, la carga hidráulica debe estar entre el rango de 15 m³/m²/día y 80 m³/m²/día, y el tiempo de retención debe ser mayor a 20 minutos.⁸

⁸ Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. Resolución 0330 del 08 de junio de 2017.

A continuación, se muestra los resultados del análisis realizado.

Tabla 7. Calculo carga superficial

MUNICIPIO	ESTRUCTURA	CAUDAL DESARENADOR (m3/día)	ÁREA LAMINA DE AGUA (m2)	CARGA SUPERFICIAL (m3/m2/día)
BELÉN	DESARENADOR 1	1736.76	23.14	75.49
	DESARENADOR 2	1478.29	26.18	56.46
MOTAVITA	DESARENADOR 1	55.3	0.64	86.4
SABOYA	DESARENADOR 1	177.95	11.34	15.68
SOTAQUIRÁ	DESARENADOR 1	1565.5	25.61	61.12

Fuente: Autor

Como se puede observar, el desarenador del municipio de Motavita no cumple con la resolución 0330, mientras que los demás están en el rango permitido.

Tabla 8. Calculo tiempo de retención

MUNICIPIO	ESTRUCTURA	CAUDAL DESARENADOR (m3/hora)	VOLUMEN DESARENADOR (m3)	TIEMPO DE RETENCIÓN (min)
BELÉN	DESARENADOR 1	72.37	43.97	36.4
	DESARENADOR 2	61.60	47.12	45.98
MOTAVITA	DESARENADOR 1	2.30	0.9	23.33
SABOYA	DESARENADOR 1	7.41	28.36	229.56
SOTAQUIRÁ	DESARENADOR 1	65.23	52.24	48.05

Fuente: Autor

Se puede observar que todos los desarenadores cumplen con el tiempo de retención mínimo, el cual es 20 minutos según la normativa.

En el diagnóstico técnico se realiza el análisis de la línea de aducción, la cual va desde las captaciones hasta la PTAP. En ésta se describe el material, la longitud y el diámetro de cada tubería. Para estas líneas de aducción se realiza el cálculo a fin de determinar la capacidad hidráulica, donde se determina la velocidad del flujo, el cual según la normativa colombiana no debe ser menor a 0.5 m/s.

Tabla 9. Verificación de velocidad en líneas de aducción.

MUNICIPIO	TRAMO	CAUDAL (L/s)	DIÁMETRO (")	ÁREA TUBERÍA (m ²)	VELOCIDAD (m/s)
TOTA	CAPTACIÓN-PTAP	4.83	3	0.0046	1.0591
SOTAQUIRÁ	CAPTACIÓN 1-DESARENADOR	3.6	4	0.0081	0.4440
	CAPTACIÓN 2-DESARENADOR	14.72	3	0.0046	3.2278
	DESARENADOR-PTAP (TRAMO 1)	11.69	6	0.0182	0.6408
	DESARENADOR-PTAP (TRAMO 2)	11.69	4	0.0081	1.4419
OICATA	POZO PROFUNDO-PTAP	4.26	3	0.0046	0.9341
	CAPTACIÓN 1-PTAP	0.32	2	0.0020	0.1579
	CAPTACIÓN 2-PTAP	0.68	3	0.0046	0.1491
FIRAVITOBA	CAPTACIÓN-PTAP (TRAMO 1)	25.58	4	0.0081	3.1552
	CAPTACIÓN-PTAP (TRAMO 2)	25.58	6	0.0182	1.4023
COMBITA	CAPTACIÓN 1-PTAP	1.7	3	0.0046	0.3728
	GALERÍAS-PTAP	0.42	3	0.0046	0.0921
	POZO PROFUNDO-PTAP	2.48	3	0.0046	0.5438
SABOYA	CAPTACIÓN-DESARENADOR	2.06	3	0.0046	0.4517
MOTAVITA	CAPTACIÓN 1-PTAP	0.67	3	0.0046	0.1469
	CAPTACIÓN 2-PTAP	0.61	3	0.0046	0.1338
BELÉN	CAPTACIÓN-DESARENADOR 1	20.14	8	0.0324	0.6210
	DESARENADOR 1-DESARENADOR 2	17.11	6	0.0182	0.9380
	DESARENADOR 2-PTAP	15.57	8	0.0324	0.4801

Fuente: Programas de índice de agua no contabilizada-2019

Como se puede observar en la tabla anterior, los municipios de Tota y Firavitoba, son los que cumplen con la velocidad mínima permitida, los demás presentan

velocidades inferiores a 0.5 m/s en alguno de sus tramos de las diferentes líneas de aducción, esto posiblemente puede ser causa del cambio de caudal de diseño, o el mal diseño hidráulico del diámetro de tubería requerido.

En cuanto a los procesos de tratamiento, se realiza un análisis detallado de cada estructura que se encontró. En primer lugar, se describió el tipo de PTAP construida, la cual en las visitas se encontraron de tres tipos, compacta, convencional y filtración en múltiples etapas (FIME). En las dos primeras se pueden encontrar procesos de aireación, floculación, sedimentación, filtración, cloración, entre otros. Las PTAP tipo FIME, están diseñadas con procesos de filtración y desinfección, en esta se encuentran filtros dinámicos, filtros gruesos, filtros lentos, entre otros, este tipo de PTAP muestra mayor grado de efectividad, ya que han generado mejores resultados en los parámetros del agua analizados por cada municipio.

Tabla 10. Plantas y procesos de tratamiento de cada municipio

MUNICIPIO	TIPO DE PTAP	PROCESOS DE TRATAMIENTO	ALMACENAMIENTO
TOTA	FIME	3 filtros rápidos, 2 filtros lentos y cloración	2 tanques
SOTAQUIRÁ	COMPACTA	floculador, 3 sedimentadores, 7 filtros rápidos y cloración	2 tanques
OICATA	CONVENCIONAL	coagulación, floculación, sedimentación y filtración	1 tanque
	COMPACTA	aireación, coagulación, floculación, sedimentación y filtración	1 tanque
	FIME	1 filtro dinámico descendente, 1 filtro grueso ascendente y 1 filtro lento	1 tanque
FIRAVITوبا	FIME	1 sedimentador, 1 filtro dinámico, 3 filtros lentos y cloración	2 tanques
CÓMBITA	CONVENCIONAL	sistema de aireación, coagulación, floculación, sedimentación, 3 filtros rápidos	1 tanque
SABOYÁ	FIME	1 filtro dinámico, 2 filtros gruesos, 1 filtro lento (no funciona) y cloración	2 tanques
MOTAVITA	COMPACTA	aireación, floculación, sedimentador y 3 filtros rápidos	2 tanques
BELÉN	FIME	4 filtros dinámicos, 6 filtros gruesos y 3 filtros lentos	1 tanque

Fuente: Programas de índice de agua no contabilizada-2019

Como se pudo evidenciar, de las 10 plantas de tratamiento que fueron diagnosticadas, el 50% fue construida con sistema de filtración en múltiples etapas, el 30% es tipo convencional, y el 20% restante, es una PTAP convencional. Cabe resaltar que la diferencia entre la PTAP convencional y la PTAP compacta, radica en que en la primera cada uno de los procesos de tratamiento ocurren en estructuras diferentes, y en el tipo compacta, los procesos de coagulación, floculación y sedimentación ocurren en una misma unidad.⁹

En este diagnóstico técnico, se realiza un análisis de los tanques de almacenamiento, para esto, se utiliza la información recolectada en campo, donde se describe el estado estructural, el cual no debe presentar fisuras, grietas o humedades visibles, que son aspectos para detectar fugas. De igual manera, con las medidas tomadas en las actividades de campo, se realiza un cálculo para determinar la capacidad de cada tanque, donde éstos deben cumplir con parámetros establecidos en la resolución 0330 de 2017. Por otra parte, para detectar las fugas no visibles, se realiza la prueba de estanqueidad, donde se determina la cantidad de caudal que se está perdiendo. Según los resultados de esta prueba de estanqueidad, se encontró que se están generando pérdidas en los tanques de los municipios de Firavitoba, Cómbita y Oicatá, mientras que, por el contrario, los municipios de Belén, Tota, Sotaquirá, Saboyá y Motavita no presentaron problema alguno.

Por otra parte, es necesario realizar el diagnóstico de la red de distribución, donde se realiza el cálculo para determinar los porcentajes de la tubería según el diámetro y el material, también se debe tener en cuenta el número de válvulas de corte y los hidrantes que se presentan en el plan maestro de acueducto, al cual se le realiza una actualización para presentar la información actualizada. En este mismo

⁹ Plantas de tratamiento de agua potable (PTAP).

numeral, se realiza el análisis de los datos de la prueba de pitometría recolectados en campo, para esto, se calcula las presiones en cada punto en las diferentes horas; se determina cuáles son las mayores y menores presiones y se comparan estos resultados con lo mencionado en la resolución 0330 de 2017, donde menciona que la presión máxima para poblaciones menores a 12500 habitantes, es de 50 MCA, y la presión mínima para estos municipios debe ser de 10MCA. Según los datos recolectados, los municipios que cumplen con la normativa son Belén, Tota y Firavitoba. Con base a estas presiones, se realiza la calibración de la red, la cual busca que la modelación en el programa Epanet, las presiones sean lo más cercanas a las encontradas en campo. Para poder realizarlo, se deben modificar parámetros de rugosidad y se incluyen las pérdidas que generan los accesorios como tees, codos, reducciones entre otras. Dentro de ese capítulo, se incluyen los resultados de la modelación en Epanet, donde el trabajo del pasante fue realizar el análisis de los datos, describiendo el comportamiento y el procedimiento llevado a cabo, el cual es la base para realizar las medidas correctivas a los problemas que se puedan presentar.

3. DIAGNOSTICO EMPRESARIAL

El diagnostico empresarial, se basa en el análisis de los componentes de las unidades y de las empresas de servicios públicos de cada municipio. Para esto, se hace llegar a los gerentes de cada unidad de servicios públicos, el formato diagnóstico de empresas prestadoras de servicios públicos. En estos formatos, la empresa debe diligenciar información relacionada con los aspectos institucionales, legales, administrativos, financieros, diagnóstico del personal, número de suscriptores y estructura tarifaria. De toda esta información, se realiza un análisis de los datos, donde se analiza los usuarios, la micromedición, la cual es causa de perdidas; la estructura tarifaria, la cual debe estar actualizada para generar los ingresos adecuados y el consumo mensual, el cual es el dato fundamental para determinar el índice de agua no contabilizada.

4. BALANCE DE AGUAS

En este numeral, se analiza y se muestra la información de los consumos y las pérdidas en general de cada sistema de acueducto. Ésta información se basa en los caudales calculados en campo y las pérdidas que se pudieron encontrar, para esto se muestra las pérdidas en el proceso de aducción, tratamiento y distribución; así mismo, se elaboró un diagrama que muestra estas pérdidas, del acueducto en general.

5. PROYECTO DE REDUCCIÓN DE PERDIDAS

Este numeral se divide en dos tipos de proyectos de reducción de pérdidas. El primero, es el proyecto comercial, el cual se basa en la solución con las pérdidas que están ligadas directamente a aspectos económicos de las empresas y unidades de servicios públicos. Dentro de estas se pueden encontrar las pérdidas clandestinas masivas, que pueden ser causadas por las obras de construcción, los cultivos y los lavaderos. También, se pueden encontrar las pérdidas clandestinas dispersas, donde pueden verificar a usuarios que consuman 0 m³ al mes y usuarios con lecturas de 1 a 3 m³ por mes. Otras pérdidas se pueden dar por los micromedidores, donde éstos pueden estar dañados, o puede haber ausencia de los mencionados instrumentos para algunos usuarios. Por último, se pueden encontrar desactualizaciones de la estructura tarifaria, la cual es una causa principal de pérdidas de ingresos, los cuales pueden ser destinados a mejoras, adecuaciones o ampliaciones en el sistema de acueducto. En la siguiente tabla se puede ver las recomendaciones comerciales que se realizaron a los 8 municipios.

Tabla 11. Recomendaciones de proyecto comercial

RECOMENDACIÓN	TOTA	SOTAQUIRÁ	OICATÁ	FIRAVITOBA	CÓMBITA	SABOYÁ	MOTAVITA	BELÉN
Detección y control de conexiones clandestinas	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio micromedidores	X	X	X			X	X	X
Instalación de flotadores en los tanques de las viviendas	X							
Diversificación de la estructura tarifaria		X	X	X			X	

Fuente: Autor

Como se puede evidenciar, todos los municipios presentan problemas de posibles conexiones clandestinas. En cuanto a los micromedidores, Firavitoba y Cómbita son los dos únicos municipios que cuentan con sistema de medición domiciliaria para todos sus usuarios. El municipio de Tota presenta problemas con los tanques de almacenamiento de las viviendas, donde, éstos no cuentan con un sistema de control de llenado, por lo que se evidenciaron reboces, que, aunque el volumen sea facturado, es de gran importancia la preservación del agua. Por ultimo, 4 de los 8 municipios cuentan con una desactualización de la tarifa de cobro.

La segunda parte es la realización de proyectos técnicos, los cuales se basan en el estado estructural o de funcionamiento del sistema de acueducto. Inicialmente, se puede encontrar que se deba realizar la instalación de macromedidores, realizar contextualización del recurso hídrico a la comunidad, detección de fugas no visibles, cambios e tramo de tuberías, adecuaciones en la PTAP, impermeabilización de los tanques de almacenamiento, instalación de válvulas reductoras de presión, entre otras.

Tabla 12. Recomendaciones de proyecto técnico

RECOMENDACIÓN	TOTA	SOTAQUIRÁ	OICATÁ	FIRAVITIBA	CÓMBITA	SABOYÁ	MOTAVITA	BELÉN
Instalación de macromedidores	X	X	X	X	X	X	X	X
Contextualización del recurso hídrico	X	X	X	X	X	X	X	X
Detección de fugas no visibles	X	X	X	X	X	X	X	X
Realización análisis físico químicos								X
Adecuación de acueducto tipo malla		X			X			
Cambio de accesorios en los filtros								X
Revisión de conexiones en la tubería								X
Regulación de caudal en las captaciones		X						X
Instalación de rejilla en la captación								X
Funcionamiento desarenadores							X	
Mantenimiento de fuentes			X				X	
Optimización de la PTAP				X			X	
Instalación de válvula reductora de presión		X			X	X		
Instalación de válvulas de purga		X		X		X		
Puesta en marcha de filtros						X		
Reparación de fugas visibles en estructuras				X		X		
Reparación de tanques			X	X	X			
Cambio de tuberías	X			X	X			
Rehabilitación de redes			X					
Reparación de válvulas de corte	X							
Mejoramiento de paso elevado	X							

Fuente: Estudio

Como se pudo evidenciar, los problemas que más se presentan son la falta de macromedidores en la red de acueducto y la detección de fugas no visibles, como conexiones clandestinas o fugas por edad de las tuberías. Además, se propone realizar la contextualización de recurso hídrico, con el fin de concientizar el cuidado del agua. Finalmente, se encuentran diferentes problemas, donde, algunos presentan un menor grado de dificultad de solución que otros.

De la información anterior, se elaboran dos tablas, similares a las anteriormente mostradas, mencionando los aspectos comerciales y los aspectos técnicos, dentro de las cuales se menciona el posible tiempo para llevar a cabo una de las recomendaciones mencionadas.

6. CALCULO DEL PORCENTAJE DE ÍNDICE DE AGUA NO CONTABILIZADA

El porcentaje de índice de agua no contabilizada, es la relación que existe entre el caudal de captación y el caudal de facturación. Éste se determina mediante los datos de aforos recolectados en las visitas de campo y de igual manera, se utiliza el valor de la cantidad de caudal facturado en un mes. La fórmula utilizada es establecida por la CRA 135 de 2005, la cual se presenta a continuación:

$$IANC = \frac{\text{VOLUMEN DE AGUA CAPTADA} - \text{VOLUMEN DE AGUA FACTURADA}}{\text{VOLUMEN DE AGUA CAPTADA}} * 100$$

Este porcentaje de índice de agua no contabilizada, según la resolución 0330 de 2017, en su artículo número 44, establece que el valor máximo permitido de pérdidas técnicas es de 25%. A continuación, se muestra el porcentaje de índice de agua no contabilizada de cada uno de los municipios de estudio.

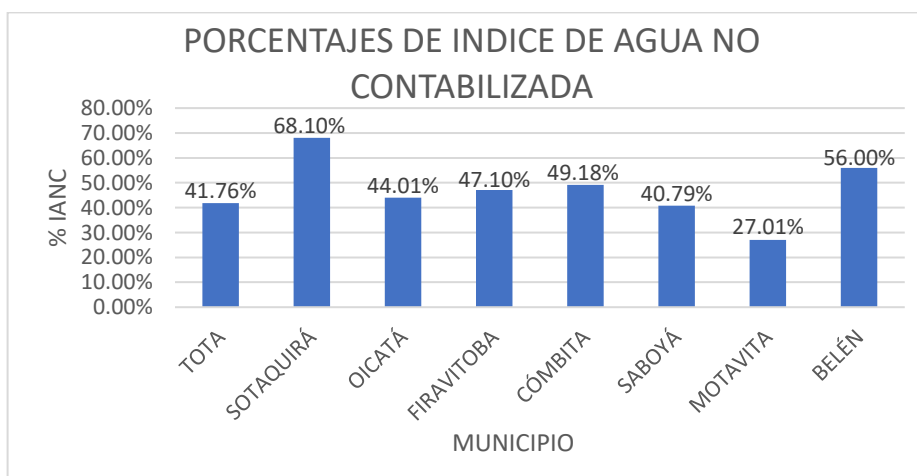
Tabla 13. Porcentajes de índice de agua no contabilizada

MUNICIPIO	% IANC	% IANC EXCEDIDO
TOTA	41.76%	16.76%
SOTAQUIRÁ	68.10%	43.10%
OICATÁ	44.01%	19.01%
FIRAVITOBA	47.10%	22.10%
CÓMBITA	49.18%	24.18%
SABOYA	40.79%	15.79%
MOTAVITA	27.01%	2.01%
BELÉN	56.00%	31.00%

Fuente: Programas de índice de agua no contabilizada-2019. ESPB

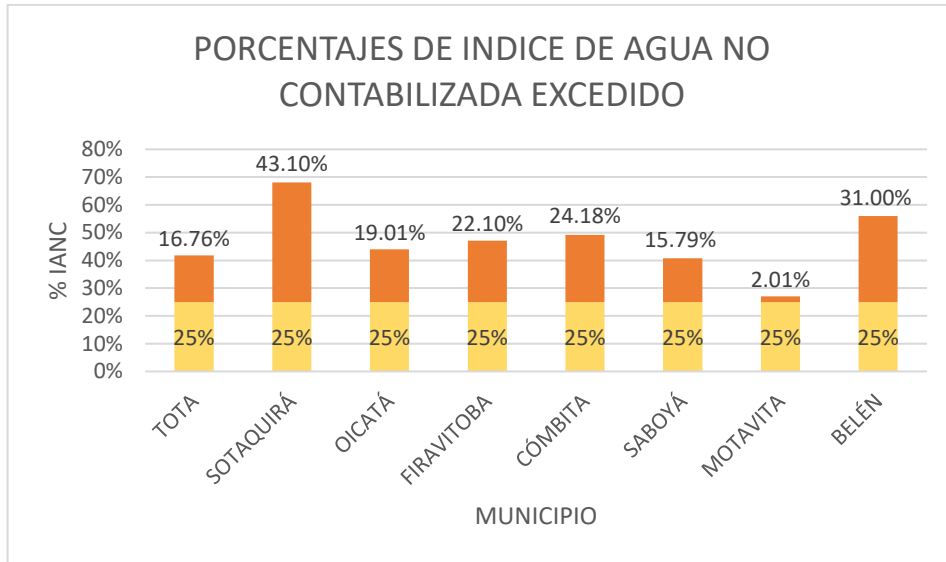
Para una mejor perspectiva de las magnitudes de estos valores entre cada municipio, se elaboró una gráfica de datos, en la cual se puede apreciar que el municipio de Sotaquirá tuvo el mayor índice de agua no contabilizada con un porcentaje de 68.10%, y el menor porcentaje lo obtuvo el municipio de Motavita, con un valor de 27.10%.

Gráfica 7. Porcentajes de índice de agua no contabilizada



Fuente: Autor

Gráfica 8. Porcentajes de índice de agua no contabilizada excedidos según lo permitido (25%)



Fuente: Autor

Como se puede ver en la gráfica anterior, todos los municipios sobrepasan el 25% de pérdidas permitidas, donde se afirma que el municipio de Sotaquirá cuenta con el mayor porcentaje de índice de agua no contabilizada, pues excede un 43.10%, y el municipio de Motavita sobrepasa lo permitido en un 2.01%. De igual forma, se pueden observar los resultados de los demás municipios.

7. ANÁLISIS DEL PROGRAMA DE ÍNDICE DE AGUA NO CONTABILIZADA

Por último, al proyecto de índice de agua no contabilizada se le realiza un análisis teniendo en cuenta los datos y resultados obtenidos. En primera medida, se realiza un análisis de sector administrativo; en este numeral, se recomienda a las unidades y empresas de servicios públicos, realizar una mejora en cuanto a sus procesos, ya que algunos mostraban características faltantes para tener mejores resultados de mayor calidad. Por otra parte, se encontró que la totalidad de los fontaneros

pertenecientes a las empresas y unidades de servicios públicos, presentan los conocimientos básicos y necesarios, para el adecuado manejo de las plantas de tratamiento de agua potable.

Por otra parte, se analiza un probable comportamiento, teniendo en cuenta que los gerentes decidan realizar las recomendaciones dadas; para esto, se realiza un análisis en tres periodos de tiempo, los cuales son a corto, mediano y largo plazo, en dicho acápite se menciona el tipo de actividad, y de esta manera, las empresas y unidades tendrán una base de como iniciar a aplicar las recomendaciones dadas en los proyectos realizados. De igual manera, cuando lo requiera, se dan costos aproximados de las mejoras o instrumentos que se deban llevar a cabo o que deban ser adquiridas.

ACTIVIDAD 4: PRESENTAR REPORTES DE AVANCE DE LAS ACTIVIDADES ASIGNADAS A LA DIRECCIÓN TÉCNICA Y OPERATIVA DE LA ESPB S.A E.S.P.

En esta actividad se realizaron en total 3 informes de avance de las actividades que se deban desarrollar en cuanto a los programas de índice de agua no contabilizada. Para esto se debía de informar a la dirección técnica operativa, las características más importantes que se encontraron en los municipios, lo cual permitía a esta dirección, desarrollar proyectos para optimizaciones, mejoras o ampliaciones de los acueductos de estos municipios. Basado en lo anterior, se desarrollaban unas recomendaciones, en las cuales se debía describir la prioridad de los proyectos de los municipios. Como primera medida, se recomendó intervenir el acueducto del municipio de Motavita, el cual, durante todo el año, presenta desabastecimiento de agua para su población. En segunda medida, se recomendó la reconstrucción del tanque de almacenamiento principal de Oicata, el cual sus condiciones estructurales son deficientes, lo que puede causar una falla repentina.

Fotografía 28. Grieta en tanque de almacenamiento. Municipio de Oicatá



Fuente: Estudio

Fotografía 29. Pandeo en la tapa del tanque de almacenamiento. Municipio de Oicatá



Fuente: Autor

Por último, se recomendó una optimización de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Firavitoba. Esto se debe a que en la visita técnica realizada, se encontró que las estructuras que conforman la PTAP, no cuentan con la suficiente capacidad para tratar el caudal de captación, el cual varía entre los 20 L/s y 25 L/s. La anterior afirmación se debe, a que se encontró una tubería de 4 pulgadas de diámetro que está ubicada desde la estructura de llegada, hasta los canales de distribución del agua hacia los filtros lentos; es decir, que el agua no pasaba por los procesos de tratamiento de sedimentación, ni de filtración dinámica.

Fotografía 30. Tubería temporal para conducción de agua directa



Fuente: Autor

ACTIVIDAD 5: CUMPLIR CON LAS DEMÁS ACTIVIDADES QUE LE SEAN ASIGNADAS POR LA DIRECCIÓN TÉCNICA Y OPERATIVA QUE CORRESPONDAN A LA NATURALEZA DE LA DEPENDENCIA DE ACUERDO AL OBJETO CONTRACTUAL.

Como última actividad realizada en la pasantía, se apoyó en una visita técnica a un pozo profundo ubicado en el municipio de Motavita. En éste se verificó el estado, y

se solicitó la información pertinente para el desarrollo de un proyecto de una línea de aducción, la cual fuera trazada desde este pozo hasta la planta de tratamiento de agua potable. Dicho pozo tiene una profundidad de aproximadamente 500 m, el cual, sus costos de operación son muy poco factibles para su utilización, pero debido a que esté se encontraba en fase final, el proyecto se tiene que realizar para beneficio de la comunidad. Dentro de esta visita, se tuvo en cuenta el programa de índice de agua no contabilizada, ya que el municipio de Motavita se declaró en estado de calamidad pública, por lo cual, la gobernación de Boyacá, por medio de la Unidad Departamental de Gestión de Riesgos, realizó un trabajo para abastecer a la comunidad con agua transportada mediante carrotanques; donde, se tenían dos opciones de abastecimiento, la primera, era el llenado de los tanque de almacenamiento principales ubicados en la PTAP, y de esta manera hacer llegar el agua por medio de la red de acueducto. La segunda opción era abastecer a la comunidad puerta a puerta directamente. Para esta decisión, se dio a conocer que el porcentaje de índice de agua no contabilizada de este municipio es del 27.10%, por lo que no era muy factible perder esta cantidad de volumen, ya que para esa fecha era fundamental hacer llegar a sus usuarios la mayor cantidad de agua posible, por esta razón, se decidió tomar la segunda opción, la cual consiste en entregar el volumen de agua directamente a sus habitantes.

Por otra parte, se apoyó en una reunión técnica, realizada en las instalaciones de la Empresa Departamental de Servicios Públicos de Boyacá, donde, se brindó información del estado actual del acueducto, para verificar que el agua captada en el pozo profundo no presentara perdida alguna, por posibles problemas en la PTAP. Además, el director técnico operativo, Marco Tulio Carvajal Manrique, asignó al pasante y al ingeniero encargado de los programas de agua no contabilizada, a desarrollar un informe para la presentación de un proyecto del trazado y construcción de la línea de aducción del municipio de Motavita, en el cual se eligiera uno de tres posibles trazados que el área de topografía entregó.

4. APORTES DEL TRABAJO

4.1 APORTES COGNITIVOS

Mediante la práctica desarrollada en la Empresa Departamental de Servicios Públicos de Boyacá, relacionado con los programas de índice de agua no contabilizada, se completó y finalizó un trabajo satisfactorio por parte del pasante. Con la ayuda y apoyo del tutor y de los profesionales de la empresa, se pudo realizar la totalidad de las actividades descritas, en un ámbito profesional, la cual es considerada como la primera etapa de experiencia, en una carrera con tan grandes campos, como lo es la ingeniería civil. El desenvolvimiento en trabajo laboral, conlleva a adquirir diferentes perspectivas, en cuanto a los enfoques que se deben tener y que se van adquiriendo en cada actividad desarrollada. Todo esto, ligado a la formación académica, la cual es el primer paso para el progreso de un profesional. Estas perspectivas, estas relacionadas a diferentes aspectos, como lo son los temas interpersonales, la resolución de problemas, las formas de expresión de información, la experiencia y la aplicación de conocimientos, entre otras muchas que se requieren para llevar a cabo un trabajo de la mejor manera.

Al ser la Empresa Departamental de Servicios Públicos un ente encargado de contribuir con el desarrollo de algunas necesidades básicas de la mayor parte de los municipios de Boyacá, en la práctica se interactuó con una de las más grandes e importantes ramas de la ingeniería civil, la cual es la hidráulica; donde, específicamente, se desarrollaron actividades directamente relacionadas con los sistemas de acueducto de agua potable de los municipios urbanos. Al ser ésta, una actividad que requiere un amplio estudio, los aportes que deja el trabajo desarrollado, son varios, y cada uno de ellos está enfocado a mejorar un aspecto en la parte profesional y personal, donde, muchas veces, estos están directamente relacionados con la experiencia y conocimientos de un tema en específico.

En primera medida, se encuentra el manejo de comunicación. En este tema tan importante, el cual es diferente a la comunicación habitual, se tuvo que manejar y aprender a transmitir la información correctamente, tanto verbalmente, como en forma escrita. Al ser la ingeniería civil, un campo que presenta conceptos diferentes a los comunes, se tuvo que garantizar, que todo el contenido desarrollado, fuera descrito de forma clara y entendible, pero sin dejar de lado, la parte técnica y profesional que este tipo de informes requiere. Los aportes cognitivos, desarrollados en la práctica, fueron constantes y de gran valor, ya que, en todo momento fue necesario estar en contacto con los gerentes de las unidades y empresas de servicios públicos. Todo esto para poder llevar a cabo el objetivo fundamental de los programas de agua no contabilizada y de esta manera realizar los procedimientos necesarios y obtener los resultados que se esperan entregar al final del estudio, los cuales, para realizar la respectiva socialización, se debía desarrollar y construir de una manera donde, las personas profesionales y no profesionales entendieran los temas y el contexto al que se llegó con el estudio. Esta clase de actividades, enfoca a una persona a desarrollar más ampliamente su forma de expresión, donde, la práctica que conlleva a la experiencia, permiten que, con el tiempo, se tenga un mejor dominio de esta parte profesional.

Por otro lado, en este tipo de procesos de aprendizaje, el pasante se introdujo en gran parte a la resolución de problemas que se presentaban constantemente. Para esto, se debía indagar, cual es el mejor procedimiento que lleve a una solución eficaz y duradera en el menor tiempo y con los menores costos posibles. Este proceso de resolución de problemas, es un tema que se aborda de manera más directa en la etapa profesional de cualquier persona, ya que es donde, se tiene que establecer criterios, y también, adquirir conocimiento para desenvolverse ante cualquier ambiente. Como bien se sabe, en el proceso académico el sistema de aprendizaje permite explorar un tema, y este obtener observaciones de personas especializadas, las cuales brindan las correcciones sin ningún problema; pero para este caso, la responsabilidad llega a un nivel mayor donde se debe garantizar que

cada acción conlleve a mejorar aspectos, y que por el contrario no causen algún tipo de pérdidas para las entidades. Lo anterior causaría un mal impacto de la condición profesional de la persona que estén desarrollando cualquiera de las actividades propuestas en algún campo laboral. Y como bien se sabe, la ingeniería civil es una profesión con alto grado de responsabilidad, debido a que la integridad de las personas recae en gran parte a la seguridad y adecuados procedimientos que se desarrollan. Por esta razón, en la pasantía realizada, se desarrolló un grado de responsabilidad mayor frente a los resultados que se deben presentar a la empresa y ante las entidades de servicios públicos de los municipios mencionados. Este valor de responsabilidad, no solo se centra en la entrega y finalización de un producto; sino además, en el campo profesional, la responsabilidad es un pilar que se debe tener en cada uno de los procedimientos realizados en el día a día de cada uno de los ingenieros, a quienes las entidades les han otorgado un alto grado de confianza en la ejecución de planes programas y proyectos, los cuales son la base fundamental para solucionar los problemas de la comunidad, como es el caso del agua potable. Soluciones de las cuales se espera, se realice a través de procesos claros, reales y lo más precisos posibles, que al mismo tiempo no sean causa de problemas futuros.

Los aportes cognitivos que deja este tipo de trabajos laborales son variados y de gran aprendizaje, pero considerando uno de los más importantes, la experiencia laboral; la cual, es la base fundamental para el desarrollo de cualquier tipo de trabajos que se deban llevar a cabo. Para un profesional, es de gran importancia adquirir conocimientos que funcionen como base para afrontar diferentes situaciones que puedan ocurrir; esta experiencia que se va desarrollando en el campo laboral y funciona como herramienta de avance; la cual, además de aportar conocimiento, ponen a prueba las capacidades adquiridas en el proceso de formación académica.

Por otra parte, se sabe que dentro de la ingeniería civil, como en muchas carreras, se deben desarrollar trabajos por medio de programas de computación, es por esta razón, dentro del aprendizaje de la pasantía desarrollada, se adquirieron nuevos conocimientos en cuanto al programa Epanet, diseñado para la modelación de redes de agua, como lo son los acueductos, dentro de esto, se desarrollaron modelos de algunos acueductos urbanos, en donde se establecía el comportamiento de las redes de distribución. También, se aprendió a calibrar una red, lo cual conlleva a que los resultados de presiones de la red sean lo más cercanas a los datos recolectados en campo, esto teniendo en cuenta el error cuadrático que este mismo programa calcula. Por otra parte, se puso en práctica modelos para aliviar las sobrepresiones de la red, esto haciéndolo con la implementación de válvulas reductoras de presión; y también, modificando los diámetros y la distribución de algunos tramos de tubería.

Por otra parte, se interactuó con otro programa, el cual fue AutoCAD, donde se aprendió a presentar planos de redes, los cuales deben presentar claridad y la totalidad de la información requerida. Por último, tanto en los aspectos laborales, como profesionales, se desarrolló un mayor sentido de pertenencia hacia las actividades realizadas, teniendo en cuenta los valores éticos y morales que ha venido inculcando en el ámbito personal, como en la parte académica, estos valores conllevan a mejores relaciones con los demás profesionales, y, además, hablan del comportamiento y de la personalidad, las cuales son base fundamental para crear relaciones interpersonales.

4.2 APORTES A LA COMUNIDAD

El objetivo fundamental para el cual se forma un profesional, consiste en el desarrollo de actividades, que contribuyan al mejoramiento y facilitar las condiciones de vida de una sociedad, esto, realizando trabajos y generando estrategias, que, poniéndolas en práctica, funcionen de manera correcta y así mismo, cumplan con las condiciones para las cuales fueron propuestas. La ingeniería civil, llamada madre de las ingenierías, es una profesión, que está directamente relacionada con los aspectos sociales como base fundamental para proporcionar buenos y más fáciles estilos de vida a las personas que lo requieran. La Empresa Departamental de Servicios Públicos de Boyacá, tiene como objetivo central la de llevar proyectos a las comunidades, los cuales, se basan en satisfacer las necesidades básicas, como lo es el suministro de agua potable y aspectos de saneamiento básico. Como bien se sabe, un proyecto de agua potable, por todas las características que conlleva, puede llegar a necesitar de una suma elevada de recursos, por lo que, se debe garantizar que todas estas obras siempre se encuentren funcionando de la manera correcta; es decir, que las funciones planteadas para la vida útil de cada red, sean llevadas a cabo sin ningún problema.

En primera medida, los aportes que se generan a la comunidad son de gran importancia, ya que, al solucionar problemas de desabastecimiento, o de mala calidad del agua, las personas presentaran satisfacción en cuanto al servicios que cada municipio presta. Todos estos problemas son encontrados y diagnosticados en parte por los programas de índice de agua no contabilizada, donde se desarrolla un análisis general del acueducto, que conlleva a que cualquier tipo de inconveniente encontrado, sea informado a la dirección técnica operativa, la cual se encarga de generar una solución a la situación, cualquiera que sea.

En el desarrollo de los programas de índice de agua no contabilizada se encontraron diferentes aspectos que mostraron que en algunos municipios las redes estaban

fallando. Algunos con mayor grado de afectación que en otros. Inicialmente, se encontró que el municipio de Motavita, en la fecha de estudio, el casco urbano estaba presentando un problema de desabastecimiento; esto debido a que, el suministro de agua a los usuarios de la cabecera municipal se hace el lunes a mitad de población, el miércoles a la mitad restante, y el viernes a toda la población. Pero es de mencionar, que el tiempo de abastecimiento se realiza en periodos aproximados de cuatro horas, por lo que la población tiene que desarrollar estrategias para poder racionar el agua que se les está brindando. Este problema se debe a que el municipio no presentaba una fuente de abastecimiento que cuente con la suficiente capacidad para la demanda requerida.

Además, se encontró, según los reportes de los análisis físico químicos, realizados por el laboratorio departamental de salud, un índice de riesgo de calidad del agua con un valor de 20,64%; donde según la resolución 2115 de 2007 se clasifica como riesgo: medio, y también, indica que, de cada 100 personas, posiblemente 21 enfermen o presenten afectaciones en la salud a causa de la mala calidad del agua. Todas estas afectaciones, se pudieron ver reflejadas en el constante reclamo hacia la unidad de servicios públicos del municipio, entidad que, al no tener una solución al desabastecimiento, tenía que manifestarle a la población, la situación que se estaba presentando. Esta información fue llevada a la Empresa Departamental de Servicios Públicos, la cual, al ver la mala situación, indagó y encontró que en la dependencia de gestión de riesgos, perteneciente a la gobernación de Boyacá, estaban adelantado un proyecto de un pozo profundo en una vereda rural de este municipio. Teniendo en cuenta esto, la empresa al llegar a un acuerdo con esta entidad, inició un diseño de una línea de aducción, la cual conectara el agua extraída del pozo profundo, con la planta de tratamiento de agua potable.

Además, dentro de las recomendaciones que se dieron en el programa de agua no contabilizada a este municipio, se encontró que el proceso de cloración estaba presentando resultados no aceptables, esto debido a que la dosificación aplicada

no era la suficiente. Para esto se determinó la nueva dosis, la cual aumento para la cantidad de agua que está llegando a la PTAP. Otra alternativa de abastecimiento que se recomendó, fue la sectorización de la red de acueducto urbana; para esto, se realizaron cálculos y modelos hidráulicos, donde se determinó que para llevar a cabo esto, es necesario la instalación de tres válvulas reguladoras de caudal. Con estas válvulas, se garantiza que el caudal que ingresa a cada sector sea el suficiente para abastecer a cada número de usuarios. De esta manera, se asegura que todos los habitantes del casco urbano tengan acceso a agua la mayor parte del tiempo. Con base a todas estas recomendaciones, y contribución de información para generar el proyecto de la construcción de la nueva línea de aducción mencionada, los aportes a la comunidad fueron muy importantes, ya que, si se logra poner en marcha todas las soluciones descritas, las personas del casco urbano de este municipio contarán con mejor calidad de vida en cuanto a servicios básicos.

En el desarrollo de este trabajo, se encontraron aspectos diferentes a solucionar, uno de estos, en el municipio de Oicata, donde se pudo evidenciar que la estructura del tanque de almacenamiento se encuentra en mal estado, esto a que, el tanque fue construido aproximadamente hace 50 años, y durante este periodo de tiempo, no se le realizaron procesos de mejoras como impermeabilizaciones algún tipo de mantenimiento estructural. A la fecha, este tanque presenta malas condiciones, que conllevan al aumento de pérdidas de la red de este municipio. Como bien se ha mencionado anteriormente, estos municipios fueron seleccionados, debido a que, en el reporte del año 2018, presentaron problemas de desabastecimiento, por lo que, la solución de perdidas, es muy importante para que el agua captada, sea aprovechada al máximo. Debido a lo anterior, la reconstrucción del tanque de almacenamiento, se convirtió en un proyecto de gran importancia, ya que, esto conlleva a un mejor funcionamiento del acueducto, que de igual manera contribuye a un mejor servicio para la comunidad.

Por último, durante la realización de la pasantía, se desarrollaron algunos aportes a las unidades de servicios públicos de algunos municipios. Esta actividad fue el desarrollo de la actualización del catastro de redes de los acueductos urbanos, donde, de los 8 municipios de estudio, 5 requirieron de realizar esta actualización. Inicialmente, para el municipio de Motavita, se realizaron cambios de diámetro de varias tuberías, se introdujo la posición de válvulas de corte, las cuales no se encontraban denotadas en los planos del plan maestro de acueducto. Para el municipio de Cómbita, se introdujeron nuevas redes al plano, esto a que, en la fecha de estudio, se estaba terminando una optimización de red de acueducto del casco urbano, por lo que se debía de realizar la modificación del plano. También, se verifico y se modificaron las redes existentes, ya que estas no presentaban el diámetro real. Por último, se introdujeron nuevas válvulas e hidrantes que se habían instalado recientemente.

Otro municipio al que fue necesario realiza actualización fue Firavitoba, para éste, fue necesario revisar y cambiar algunos diámetros de la red de distribución. Además, en compañía del fontanero se tuvo que realizar un recorrido por el casco urbano, con el fin de ubicar las diferentes válvulas e hidrantes que no se encontraban registradas en el plano. Para el municipio de Belén, se tuvo que dibujar nuevos tramos de tuberías, las cuales corresponden a barrios que han sido construidos recientemente. Además, se verificaron las válvulas de corte, donde algunas que se encontraban dibujadas en el plano, no se encontraban instaladas en la red de distribución.

El último municipio al que se le realizo esta actualización fue a Sotaquirá. Para esto y debido a que la empresa de servicios públicos no contaba con un plan maestro de acueducto, en una visita de campo ejecutada, se realizó un boceto del casco urbano, donde con ayuda del fontanero, se dibujaron y se determinaron los diámetros de las tuberías que se presentan actualmente. Diseños que sirvieron como base para actualizar el plano, el cual fue facilitado por la dependencia de

archivo de la Empresa Departamental de Servicios de Boyacá, a la cual se realizó una petición para la revisión y utilización de esta información.

Estas actualizaciones de catastro, además de ser una forma de contribuir con la información de las entidades, es una forma de hacer conocer a las personas que deseen adquirir este servicio, como lo podría hacer. Con ayuda de estos planos se puede verificar si la red actual llega al sector requerido. Por otra parte, las actualizaciones de catastro son de importancia en las modelaciones hidráulicas, ya que como se ha venido mencionando, estas modelaciones permiten tomar decisiones para mejorar las presiones de la red, y de esta manera poder regularlas, para que así, todos los usuarios reciban un buen servicio.

Fotografía 31. Actualización de catastro. Municipio de Cóbbita



Fuente: Autor

Fotografía 32. Actualización de catastro. Municipio de Firavitoba

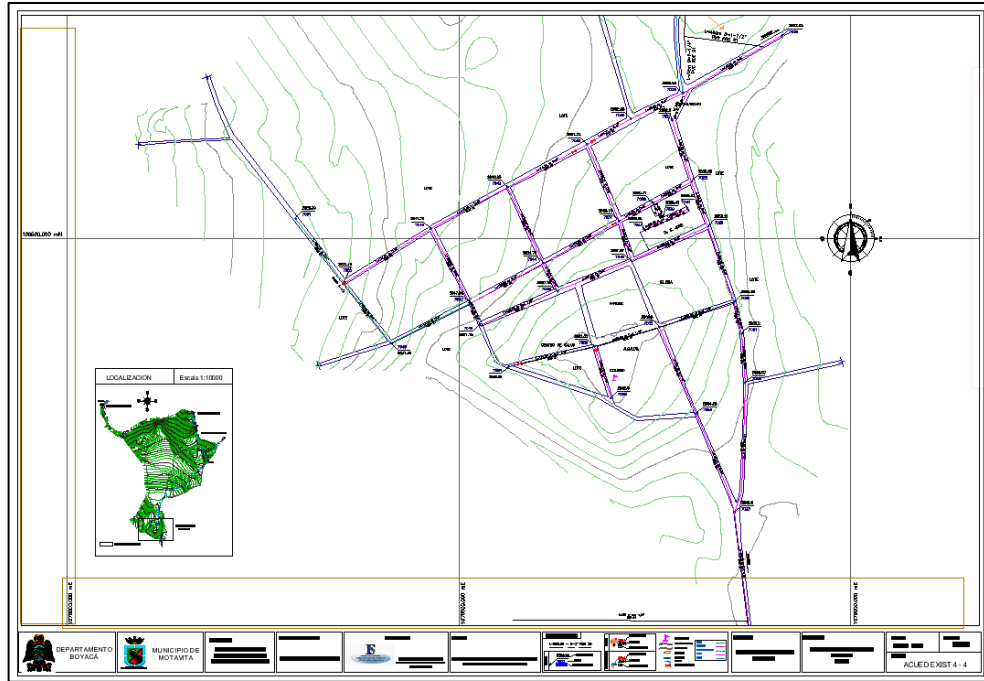


Fuente: Autor

A continuación, se muestran los planos del municipio de Motavita, donde inicialmente, se incluyó una figura del plano con la información antes de realizar el programa de agua no contabilizada, y la segunda figura, muestra el plano que se desarrolló para la actualización de catastro.

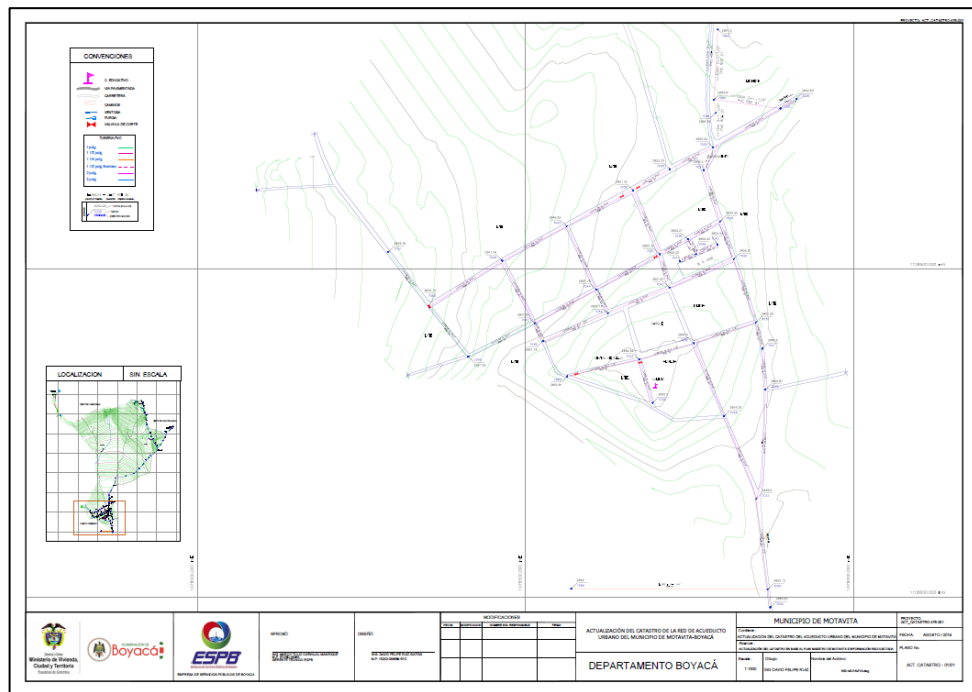
En primera medida se puede observar que el plano de actualización de catastro fue realizado con la información de topografía y de división del plano mostrado en la figura 1. En general se realizaron cambios en varios diámetros y adición de tramos de tubería, además, se incluyeron la ubicación de válvulas de corte.

Figura 3. Plano plan maestro de acueducto de Motavita



Fuente: Plan maestro de acueducto del municipio de Motavita

Figura 4. Plano de actualización de catastro.



Fuente: Autor

Igual al procedimiento anterior, fue realizada la actualización de catastro de los demás municipios de estudio. Los planos realizados, se pueden consultar en el anexo 10.4 de este proyecto.

En general, el trabajo realizado, deja impactos a cada unidad y empresa de servicios públicos, los cuales se basan en brindar soluciones a los problemas presentados en cada municipio estudiado. Problemas que afectan a la parte administrativa, ya que las pérdidas generan menores ingresos, los cuales pueden destinarse a mejoras o adecuaciones de la red cuando sea necesario. También, como bien se sabe, cualquier proyecto busca ayudar a una comunidad en general, por lo que todos los estudios y actividades realizadas tenían este objetivo.

5. IMPACTOS DEL TRABAJO DESARROLLADO

Durante el trabajo desarrollado en los programas de índice de agua no contabilizada, se adquirieron diferentes formas de aprendizaje, relacionadas con aspectos de formación profesional, y aspectos personales. Los primeros aportan temas ambientales y sociales, y los segundos, contribuyen a la aplicación y desarrollo de valores éticos y morales que son fundamentales en la convivencia y desarrollo personal que se viene practicando día a día.

Inicialmente, los impactos como profesional fueron de gran importancia; donde se pudo adquirir un mayor grado de responsabilidad, el cual, se relaciona con las actividades y el trabajo desarrollado a la empresa; así como con cada uno de los proyectos entregados a cada municipio. En este último, se debía garantizar que la información presentada fuera de forma verídica y confiable, ya que, si esto no sucede, se puede cometer el error de llevar a cabo procedimientos incensarios o erróneos, que afecten de manera negativa los ingresos de cualquiera de estas entidades. Este proceso de responsabilidad se desarrolló en gran medida a una característica, en donde el contrato desarrollado fue celebrado por prestación de servicios, lo que conlleva a que la responsabilidad recaiga en totalidad sobre el profesional, teniendo en cuenta, que, aunque no se tenga un límite de horario, el tiempo de trabajo debe ser el necesario y aprovechado de la mejor manera para el cumplimiento de la totalidad de actividades.

Teniendo en cuenta lo anterior, se pudo observar que los resultados fueron llevados a cabo satisfactoriamente, y su verificación se debe a que, según la matriz de la Gobernación de Boyacá, la Empresa Departamental de Servicios Públicos, en los 4 años de gobierno debe entregar 5 programas de índice de agua no contabilizada por año; pero, para el último año, durante el desarrollo de la pasantía, se tuvo que desarrollar 8 programas en 4 meses, por lo que queda una satisfacción de tener

buen sentido de pertenencia frente al trabajo desarrollado, y además, que se está haciendo una buena representación de la Universidad Santo Tomas, como institución de desarrollo de profesionales.

En este tipo de trabajos profesionales, siempre se está en interacción con diferentes personas, donde, para poder desarrollar las actividades de la mejor manera, se tiene que buscar la forma de poder comunicar una petición o sugerencia que se tenga en el momento. Esta comunicación es fundamental, y cambia totalmente desde la formación académica hasta el área profesional. De igual manera, como bien se sabe, un profesional es visto como una persona que puede ayudar de forma rápida y eficaz en las situaciones que se puedan presentar, por lo que la colaboración con la población y con los trabajadores de las empresas y unidades de servicios públicos fue un aspecto fundamental en el aprendizaje que se desarrolla en el ambiente laboral.

Por otra parte, se pudo conocer en mayor grado el manejo de agua potable hacia los diferentes sectores del departamento de Boyacá, donde se aprendió de los procesos de diseño y el funcionamiento de plantas de tratamiento de agua potable, los cuales, aunque en varias ocasiones no afectaban el índice de agua no contabilizada, era obligación llevar a cabo una verificación para asegurar el adecuado funcionamiento de toda la red. De esto, se notó que hay varios temas donde las administraciones no muestran interés, debido a que, aunque se presenten varios problemas en la red, estos no son solucionados, y no son informadas a las entidades competentes para que estas brinden las soluciones correspondientes.

Por otro lado, se evidencio el grado de importancia de un buen desarrollo académico, ya que esto es la base fundamental de todo profesional, y en este tipo de trabajos, se visualiza el grado de importancia, y el amplio campo donde se puede desempeñar un profesional de la ingeniería civil. De igual manera se pudo aprender

de los inconvenientes que se puedan presentar inesperadamente, donde, en dos ocasiones, al realizar el desplazamiento hacia dos municipios, se encontró que estos no tenían servicio de agua, debido a problemas en la línea de aducción y captación. Parte del trabajo proyectado para ese día fue imposible de realizar, por lo que se tuvo que cambiar el orden de las actividades; donde se debe garantizar que se pueda aprovechar la mayor cantidad de tiempo posible, hasta que los inconvenientes se solucionaran, el cual, para este caso, se debía esperar que el servicio de agua volviera a funcionar con normalidad.

En la dirección técnica operativa de la ESPB, se desarrollan la mayor parte de los proyectos de agua potable y saneamiento básico. Se evidenció las necesidades de gran parte de la población, por esta razón, se hizo parte de los procesos que se llevan a cabo para brindar soluciones óptimas a la comunidad, enfocadas en satisfacer las necesidades, mediante la facilidad de brindar un servicio público. Con base a esto, se determinó los procedimientos que se llevan a cabo, los cuales constan de un gran procedimiento de análisis, diagnósticos y diseños, que permiten generar soluciones. Además del aprendizaje, se generó una relación con profesionales, que, al tener una experiencia mayor, son un ejemplo para comprender la manera correcta de llevar a cabo soluciones a un tema en específico.

Respecto al área de convivencia, al cambiar de entorno, el cual fue de uno educativo a uno laboral, se puede percibir que los profesionales de esta empresa, buscan y ayudan a los demás sin problema alguno; esto quiere decir que el área profesional está llena de personas con valores, que contribuyen al mejoramiento social en cualquier tipo de ambiente. Desde la pasantía, se interactuó y se pudo tener un favorable grado de socialización con todas las personas pertenecientes a esta entidad, en el cual, a todos los profesionales, principalmente de áreas de dibujo o de diseño, mostraron gran valor de aceptación y ayuda frente a las inquietudes que en cualquier momento se presentaran.

Otra característica social evidenciada, fue que la mayor parte de los municipios de estudio, tienen un aceptable servicio de agua potable para su comunidad, lo que indica que los gobernantes demuestran interés por el desarrollo de la calidad de vida de sus habitantes, que conlleva al desarrollo de una región, a excepción de lo mencionado, está el municipio de Motavita, que como se vino mencionando, este presentaba desabastecimiento y mala calidad en la poca agua que llegaba a sus habitantes.

También es de mencionar, que en esta práctica se evidenció la relación de los gerentes de las empresas de servicios públicos frente a sus empleados, donde, en varias ocasiones, los jefes muestran gran interés y conocen la manera correcta de dar órdenes. Además, como profesional de desarrollo de los proyectos de agua no contabilizada, durante las visitas técnicas al estar a cargo de estos fontaneros, se encontró que el cien por ciento de ellos muestran interés y conocen de los procesos que se deben llevar a cabo para realizar cualquier prueba de campo, respecto a esto, se concluye que estas personas no mostraron inconformidad alguna para dejar sus obligaciones cotidianas y ayudar a realizar otras actividades, las cuales en varias ocasiones no presentaban facilidad; como visitas a las captaciones, ya que para llegar a estas, se tenía que caminar en tiempos aproximados entre media y una hora.

Por último, profesionalmente se pudo percibir el gran valor que esta empresa representa para los municipios de Boyacá, donde al ser una entidad generadora de proyectos, siempre se van a encontrar con personas que buscan el progreso de las personas. Esto conlleva a adquirir un mayor grado de profesionalismo, donde se adquieren valores de realizar los trabajos de la manera correcta, los cuales generen satisfacción tanto personal como social.

Como persona, la práctica desarrollada dejó varios impactos. En primer lugar, la convivencia y el cambio de entorno, permiten desarrollar nuevos valores, tanto éticos como morales, los cuales, al tenerlos presentes, y, además, al practicarlos constantemente, conllevan a adquirir mejores comportamientos, que son vistos en la sociedad. De igual manera, se adquiere un mayor grado de pertenencia frente a los aspectos ambientales donde en muchos casos, al verse el mal manejo del recurso hídrico, se hace conciencia de que este debe ser preservado y protegido con un grado de importancia muy alto, ya que, si no se hace, las repercusiones futuras, afectaran de manera negativa a las personas.

En general, los aspectos profesionales y personales que deja este tipo de procesos de aprendizaje son varios y de gran ayuda para el crecimiento de una persona; donde, la experiencia va de mano con la responsabilidad y con los valores para desarrollar las actividades requeridas. De igual manera, el cambio de ambiente repercute en la manera de ver el mundo desde diferentes perspectivas, pensando siempre en las soluciones y los requerimientos de las personas, las cuales deben ser prioridad para brindar mejores condiciones de vida, y así mismo, ayudar con el progreso nacional, que muchas veces influye en el crecimiento de un país.

6. CONCLUSIONES

El programa de índice de agua no contabilizada, es una buena metodología para controlar el estado de los acueductos de los municipios, donde al desarrollar diagnósticos se puede determinar soluciones y desarrollar proyectos, planes y programas de optimización o cambio de las redes que lo requieran.

Se pudo evidenciar que de los 8 municipios de estudio, el 30% de estos cumplen con las presiones en la red de distribución, donde en Firavitoba, Belén y Tota las presiones presentaron valores dentro del rango de 10MCA como mínimo a 50MCA como valor máximo.

El programa de índice de agua no contabilizada brinda soluciones pertinentes para la restauración y control de volúmenes de agua no facturados causados por problemas comunes en las redes de acueducto.

De los 8 municipios a los que se desarrolló el programa de índice de agua no contabilizada, ninguno de estos cumple con lo establecido en la resolución 0330 de 2017, esto a que la totalidad de los porcentajes calculados sobrepasan el 25% máximo establecido en el artículo 44.

Se pudo determinar que el mayor problema encontrado es la presencia de fugas no visibles en las redes de distribución de los acueductos urbanos, las cuales pueden ser causa de conexiones clandestinas, o fugas de las tuberías.

Al realizar el diagnóstico de las plantas de tratamiento de agua potable de cada municipio, se pudo determinar que las plantas diseñadas con filtración en múltiples etapas son más eficientes y generan mejores índices de calidad del agua que las

plantas de tratamiento de agua potable convencionales y compactas, aunque, las FIME presentan un mayor costo en cuanto a la operación y al mantenimiento.

La pasantía es un buen proceso para sumergir a un futuro profesional en el campo laboral, esto a que, inculca valores y nuevos conocimientos, que contribuyen al progreso y formación para afrontar situaciones futuras.

7. RECOMENDACIONES

Se debe desarrollar un programa, cuyo objetivo sea el seguimiento para el control del cumplimiento de todas las soluciones que se desarrollaron a los municipios de estudio.

Se recomienda a las entidades de servicios públicos, llevar control de los proyectos desarrollados, esto, con el fin de garantizar que estos funcionen correctamente, y evitar que se presenten problemas de desabastecimiento o mala calidad de agua como lo está viviendo el casco urbano del municipio de Motavita.

Al realizar el diagnóstico empresarial, dentro de los aspectos evaluados se encontró que ninguna entidad prestadora de servicios públicos aporta el 1% del presupuesto para el mantenimiento de cuecas, debido a esto, se debe informar a las CAR, para que se inicie la verificación del estado ambiental de las fuentes, y de esta manera poder garantizar que el ambiente no se deteriore por malos procedimientos o actividades que estén generando este problema.

Al evidenciar que la mayoría de unidades y empresas de servicios públicos, presentan una desactualización en su estructura tarifaria, se recomienda realizar el estudio y la gestión necesaria, para que, de esta manera, los ingresos permitan ser base para desarrollar actividades de mantenimiento, reparación o cualquier otra que sea necesaria, y que así mismo, conlleve a un mejor funcionamiento de la red de acueducto satisfacción por parte de la población favorecida con este servicio.

Se recomienda a la Empresa Departamental de Servicios Públicos de Boyacá, realizar la gestión para la adquisición de un geófono, esto con el objetivo de facilitar a los municipios el desarrollo de actividades de detección de fugas no visibles, las cuales, según el estudio realizado, son de los mayores problemas que se presentan.

En los trabajos de campo, es de gran importancia verificar la totalidad del área a la cual se está dando el servicio de agua potable, esto a que, en muchos casos, la red de acueducto urbano distribuye este servicio a veredas, en donde, al no tener presente el consumo de estas personas, se puede llegar a cometer el error de calcular un índice de agua no contabilizada erróneo, el cual desfavorece a las entidades prestadoras de servicios.

8. GLOSARIO

ACUEDUCTO: Conjunto de obras, equipos y materiales utilizados para la captación, aducción, conducción, tratamiento y distribución del agua potable para consumo humano.¹⁰

ADUCCIÓN: Componente a través del cual se transporta agua cruda desde la captación hasta la PTAP, ya sea a flujo libre o a presión.¹¹

ALMACENAMIENTO: Acción destinada a almacenar un determinado volumen de agua para cubrir los picos horarios y la demanda contra incendios.¹¹

ANÁLISIS FÍSICOS-QUÍMICOS: Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características físicas, químicas o ambas.¹⁰

BOCATOMA: Estructura hidráulica que capta el agua desde una fuente superficial y la conduce al sistema de acueducto.¹¹

BOMBA: Componente destinado a aumentar la presión del agua con el objeto de transportarla a estructuras más elevadas.¹²

CAPTACIÓN: Conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento.¹¹

CATASTRO DE RED: Base de datos técnico geo-referenciada que contiene información real y oportuna del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario de una ciudad o municipio, con el fin de controlar y visualizar el inventario real de su sistema.¹³

CAUDAL: Es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo. Referido a un medidor, es el Cociente obtenido (no está en la resolución) entre el volumen de agua que circula a través de un medidor de agua y el tiempo que le toma hacerlo.¹¹

CLORACIÓN: Aplicación de cloro al agua, generalmente para desinfectar o para oxidar compuestos indeseables.¹¹

¹⁰ Emserchia: Empresa de servicios públicos de Chía. Recuperado el 20 de diciembre de 2019

¹¹ Resolución 0330 de junio de 2017. Recuperado el 20 de diciembre de 2019

¹² Normas de diseño de sistema de acueducto EPM. Recuperado el 20 de diciembre de 2019

¹³ Ingeniería en ductos: Soluciones ambientales e industriales. Recuperado el 20 de diciembre de 2019

COAGULACIÓN: Aglutinación de las partículas suspendidas y coloidales presentes en el agua mediante la adición de coagulantes.¹⁴

CONDUCCIÓN: Componente a través del cual se transporta agua potable desde la PTAP hasta el tanque de almacenamiento, ya sea a flujo libre o a presión.¹⁴

CONSUMO: Aquel que se destina a satisfacer las necesidades básicas de las familias, cuyo nivel máximo es definido por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.¹⁵

CUENCA: Superficie geográfica que drena hacia un punto determinado.¹⁴

DESARENADOR: Componente destinado a la remoción de las arenas y sólidos que están en suspensión en el agua, mediante un proceso de sedimentación mecánica.¹⁴

DESINFECCIÓN: Proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua.¹⁴

DISTRIBUCIÓN: Sistema de tubería destinado a transportar flujo de agua potable a los usuarios que dependen de la red de acueducto.¹⁴

ESPB: Empresa departamental de servicios públicos de Boyacá.

EPANET: Programa de diseño y simulación de redes hidráulicas de acueducto.

FILTRACIÓN: Proceso mediante el cual se remueven las partículas suspendidas y coloidales del agua al hacerlas pasar a través de un medio poroso.¹⁴

FLOCULACIÓN: Aglutinación de partículas inducida por una agitación lenta de la suspensión coagulada.¹⁴

FUENTE DE ABASTECIMIENTO: Depósito o curso de agua superficial o subterráneo, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro a la población, bien sea de aguas atmosféricas, superficiales, subterráneas o marinas.¹⁴

FUGAS: Cantidad de agua que se pierde en un sistema de acueducto por accidentes en la operación, tales como rotura o fisura de tubos, rebose de tanques, o fallas en las uniones entre las tuberías y los accesorios.¹⁶

¹⁴ Resolución 0330 de junio de 2017. Recuperado el 20 de diciembre de 2019

¹⁵ Resolución CRA 08 de 1996. Recuperado el 20 de diciembre de 2019

¹⁶ Emserchia: Empresa de servicios públicos de Chía. Recuperado el 20 de diciembre de 2019

GEÓFONO: Instrumento tecnológico el cual una de sus utilidades es la de la detección de fugas en tuberías no visibles.

IANC: Índice de agua no contabilizada. Indicador porcentual que relaciona el volumen de agua que se suministra a las redes con el volumen de agua que se factura a los suscriptores de estas, en un periodo determinado.¹⁷

IRCA: Índice de riesgo de calidad del agua. Utilizado para medir los parámetros de calidad del agua a valores aceptables para el consumo humano.¹⁸

MACROMEDIDOR: Aparato utilizado con el objetivo de tomar mediciones de grandes caudales en puntos específicos de un sistema de acueducto.¹⁷

MANTENIMIENTO: Conjunto de acciones que se ejecutan en las instalaciones y/o equipos para prevenir daños o para la repararlos cuando se producen.¹⁹

MANÓMETRO: Es un instrumento de medida de presiones de fluidos en sistemas cerrados.

MICROMEDICIÓN: Sistema de medición de volumen de agua, destinado a conocer la cantidad de agua consumida en un determinado período de tiempo por cada suscriptor de un sistema de acueducto.²⁰

OPTIMIZACIÓN: la optimización es el conjunto de acciones encaminadas a mejorar la capacidad, eficiencia y eficacia de la infraestructura componente del sistema de acueducto, alcantarillado y/o aseo, mediante su intervención parcial o total.¹⁷

PASANTÍA: Ejercicio del estudiante en calidad de pasante que adquiere como opción de grado para aplicar en distintos entornos de su quehacer profesional, ocupacional y laboral, frente a las necesidades poblacionales e institucionales, que se realizara en entidades: oficiales, de economía mixta, institutos de investigación, asociaciones de ingeniería, financieras, organismos internacionales, multinacionales y otras entidades con las que la Facultad realice convenios.²¹

PERDIDAS: Diferencia entre el volumen de agua que entra a un sistema de acueducto y aquel que sale o es facturado, dependiendo del sistema.¹⁷

¹⁷ Resolución 0330 de junio de 2017. Recuperado el 20 de diciembre de 2019

¹⁸ Resolución 215 de 2017. Recuperado el 20 de diciembre de 2019

¹⁹ Emserchia: Empresa de servicios públicos de Chía. Recuperado el 20 de diciembre de 2019

²⁰ Empiendamó E.S.P. Recuperado el 20 de diciembre de 2019

²¹ Reglamento pasantías, trabajo social y practica investigativa. Recuperado el 20 de diciembre de 2019

PITOMETRIA: Prueba realizada a los sistemas de acueducto, con el fin de conocer y verificar las presiones máximas y mínimas en diferentes puntos de una red de distribución.

PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO: Plan de ordenamiento de los sistemas de acueducto de una ciudad o localidad para un horizonte de tiempo dado.²²

PTAP: Conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que permitan cumplir con las normas de calidad del agua potable.²³

RED DE DISTRIBUCIÓN: Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo.²²

RESOLUCIÓN 0330 DE 2017: Norma colombiana vigente para el control y supervisión de las obras de acueducto y alcantarillado desarrolladas actualmente.

SECTORIZACIÓN: Es la división de una red de distribución en dos o más sectores hidráulicos, en la que cada sector con puntos definidos de alimentación o entrada de agua, opera independientemente, garantizando la prestación óptima del servicio a los usuarios comprendidos dentro de cada sector.²²

SEDIMENTACIÓN: Proceso en la cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad.²²

SUSCRIPTOR: Persona natural o jurídica con la cual se ha celebrado un contrato de condiciones uniformes de servicios públicos.²⁴

TUBERÍA: Conducto prefabricado, o construido en sitio, de materiales cuya tecnología y proceso de fabricación cumplan con las normas técnicas correspondientes. Por lo general su sección es circular.²²

USP: Unidad de servicios públicos, generalmente ubicadas en los municipios.

VIDA ÚTIL: Tiempo estimado para la duración de un equipo o componente de un sistema sin que sea necesaria la sustitución del mismo; en este tiempo se requieren labores de mantenimiento para su adecuado funcionamiento.²²

²² Emserchia: Empresa de servicios públicos de Chía. Recuperado el 20 de diciembre de 2019

²³ Resolución 0330 de junio de 2017. Recuperado el 20 de diciembre de 2019

²⁴ NOTINET, Recuperado el 20 de diciembre de 2019

9. BIBLIOGRAFÍA

Arango, J. O. (04 de Julio de 2019). *Presidencia de la república*. Obtenido de Poblacion en Colombia es de 48.2, millones de habitantes: <https://www.nacion.com/opinion/foros/los-acueductos-en-la-historia/VCP24WTPKJFUHAQKXHH4XZ43PY/story/>

Calvo, F., Carrillo, J., & Gonzalez, J. (18 de marzo de 2015). *Plantas de tratamiento de agua potable (PTAP)*. Obtenido de blogspot: <http://plantasdetratamientodeaguapotablesena.blogspot.com/2015/03/cordia-l-saludo.html>

CRA. (Febreo de 1996). *Resolucion CRA 08 de 1996*. Recuperado el 20 de 12 de 2019, de <https://tramitesccu.cra.gov.co/normatividad/fichaArchivo.aspx?id=1451>

E.S.P.B, E. d. (s.f.). *Empresa departamental de Servicios Publicos de Boyacá*. Recuperado el 02 de ENERO de 2020, de Empresa departamental de Servicios Publicos de Boyacá: https://espb.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=303&Itemid=485

Empiendamo. (12 de noviembre de 2016). *Empiendamo E.S.P su empresa amiga*. Obtenido de <http://empiendamoesp.gov.co/atencion-al-ciudadano/glosario/>

Empresa de servicios publicos de chia. (2019). *Glosario de términos técnicos de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo*. Obtenido de <http://www.emserchia.gov.co/PDF/glosario>

EPM. (2009). *Normas de diseño de sistemas de acueducto EPM*. Medellín. Recuperado el 20 de 12 de 2019, de https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/NormasDiseñoSistemasAcueducto.pdf

Ingeniería en ductos, S. a. (2016). *Catastro y levantamiento de redes*. Recuperado el 20 de 12 de 2019, de <http://sgingenieriaenductos.com/catastro-y-levantamiento-de-redes/>

Ministerio de desarrollo. (2002). *Agua no contabilizada, municipios menores y zonas rurales*. Bogotá: Segunda editorial. Recuperado el 13 de octubre de 2019

Ministerio de vivienda, c. y. (08 de 06 de 2017). Resolución 0330. Recuperado el 18 de 01 de 2020

Nación, L. (04 de Enero de 2014). *La Nación*. Obtenido de Los acueductos en la historia: <https://www.nacion.com/opinion/foros/los-acueductos-en-la-historia/VCP24WTPKJFUHAQKXHH4XZ43PY/story/>

NOTINET, S. j. (s.f.). *MODELO DE CONDICIONES UNIFORMES DEL CONTRATO PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO PÚBLICO DOMICILIARIO DE ASEO*. Obtenido de https://www.notinet.com.co/serverfiles/load_file_mintnt.php?archivo=2291

Resolución 2115. (22 de junio de 2017). *Resolución 2115 de 2017*. Obtenido de <http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/c46bea38-2c19-4942-8b74-6475d1a36625/Resoluci%C3%B3n+2115+de+2007.pdf?MOD=AJPERES>

Universidad Santo Tomas. (31 de enero de 2018). *Universidad Santo Tomas*.
Obtenido de <https://www.ustatunja.edu.co/documentos-interes-civil>

10. ANEXOS

10.1 BITÁCORAS

Dentro de las bitácoras se describen las diferentes actividades que se desarrollaron en el transcurso de la pasantía, estas actividades, fueron revisadas por el tutor, quien dio sus recomendaciones para que el trabajo realizado se hiciera de la mejor manera posible.

10.2 CONVENIO

El convenio que se anexa, corresponde al número 5110-17-2/0099, el cual fue desarrollado entre la Universidad Santo Tomas seccional Tunja, y la Empresa Departamental de Servicios Públicos de Boyacá, con el fin de poder desarrollar practicas académicas destinadas al aprendizaje de los profesionales.

10.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO

El registro fotográfico muestra las evidencias de las diferentes actividades que se desarrollaron en la pasantía, estas fotografías fueron tomadas en sitio por el pasante.

10.4 PLANOS

Los planos muestran la actualización de catastro de 5 municipios, los cuales fueron un aporte del pasante hacia las unidades de servicios públicos. Estos planos fueron entregados para su utilización.

10.5 FUNCIONES

Se anexa un documento el cual evidencia las funciones pactadas y avaladas inicialmente por la universidad Santo Tomás, con esto se pretende demostrar que los objetivos descritos en el anterior trabajo están enfocados a las actividades que se desarrollaron en el transcurso de desarrollo de la pasantía.