

**APOYO TÉCNICO EN INGENIERÍA CIVIL EN LA EMPRESA DE ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A. - E.S.P. DIVISIÓN DE
ALCANTARILLADO**

ADOLFO ANDRÉS FIERRO TOLEDO



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
POPAYÁN CAUCA
2020**

**APOYO TÉCNICO EN INGENIERÍA CIVIL EN LA EMPRESA DE ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A. - E.S.P. DIVISION DE
ALCANTARILLADO**

ADOLFO ANDRÉS FIERRO TOLEDO
Código: 100416020447

**Informe final de trabajo de grado en modalidad práctica profesional
empresarial, como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil**

Director

M.Sc. Carlos A. Gallardo B.
Departamento de Hidráulica

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
POPAYÁN CAUCA
2020**

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
3. JUSTIFICACIÓN	5
4. OBJETIVOS	6
4.1. OBJETIVO GENERAL	6
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
5. ALCANCE	7
6. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	8
7. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	13
7.1. INFORMACIÓN BÁSICA	13
7.2. MISIÓN	13
7.3. VISIÓN	13
8. DESCRIPCIÓN DE LA DIVISIÓN DONDE SE REALIZÓ LA PRÁCTICA PROFESIONAL	14
9. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL EN LA DIVISIÓN ALCANTARILLADO	16
10. DESCRIPCIÓN DEL APOYO PRESTADO A LAS ACTIVIDADES DE LA DIVISIÓN DE ALCANTARILLADO	18
10.1. ACTIVIDADES DE INDUCCIÓN Y PROGRAMACIÓN	18
10.2. ACTIVIDADES DE LOCALIZACIÓN Y ESTADO DE REDES	19
10.3. PRESUPUESTO	23
10.4. SOCIALIZACIÓN DE PROYECTOS A LA COMUNIDAD	25

10.5. CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO	26
10.6. SUPERVISIÓN PARTE TÉCNICA EN REDES DE ALCANTARILLADO	35
10.7. REVISIÓN DE OBRAS	37
10.8. MANTENIMIENTO DE REDES	39
10.9. ATENCIÓN A USUARIOS Y PARTICULARES	40
10.10. LIMPIEZA DE POZOS SÉPTICOS Y TUBERÍAS	41
10.11. IMPREVISTOS	43
11. CONCLUSIONES	44
12. RECOMENDACIONES	46
BIBLIOGRAFIA	48
ANEXOS	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama Acueducto y Alcantarillado de Popayán	18
Figura 2. Recopilación de la información	22
Figura 3. Lista de precios AAPSA	23
Figura 4. Socialización de proyectos con la comunidad.	26
Figura 5. Localización de eje de tubería.	27
Figura 6. Corte de pavimento.	28
Figura 7. Demolición de pavimento.	28
Figura 8. Excavación.	29
Figura 9. Entibado.	29
Figura 10. Retiro de tubería.	30
Figura 11. Colocación de filtro y material granular para la cimentación.	31
Figura 12. Instalación de tubería.	32
Figura 13. Instalación de sillas Yee.	32
Figura 14. Construcción de tapas de concreto	33
Figura 15. Relleno con material limo-arcilloso.	34
Figura 16. Limpieza general	35
Figura 17. Formato de reporte.	41
Figura 18. Limpieza de tuberías domiciliarias.	42
Figura 19. Imprevistos en excavaciones.	43

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estado de redes, cámaras de inspección.	20
Tabla 2. Tipos de cámaras más comunes.	20
Tabla 3. Material de la Cámara.	21
Tabla 4. Tipo de tubería.	21
Tabla 5: Tipo de flujo.	21
Tabla 6. Formato presupuesto de obra	25

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Estado de redes	50
Anexo 2. Presupuestos de obra.	51
Anexo 3. Construcción de redes.	53
Anexo 4. Supervisión parte técnica en redes de alcantarillado.	56
Anexo 5. Toma de densidades a terrenos compactados	57
Anexo 6. Equipos de succión presión, Vactor y Aquatech.	57
Anexo 7. Modelo informe de supervisión de obra.	58

1. INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Civil es una disciplina profesional proyectada de manera general a la planeación, coordinación, dirección, administración, evaluación y construcción de proyectos. Estas habilidades aplican a las diferentes áreas de trabajo de dicha Ingeniería como lo son estructuras, construcción, recursos hídricos, vías y saneamiento ambiental [1], esta última habilidad interviene en procesos hidrosanitarios como la potabilización, conducción, almacenamiento, recolección de aguas residuales y tratamiento de las mismas para disposición final. Dichos contenidos son proporcionados desde la cátedra en la academia, obteniéndose así un gran nivel teórico, el cual puede y debería ser mejorado mediante la práctica en campo mediante de pasantías u otras modalidades. En este contexto la Empresa de Acueducto, Alcantarillado de Popayán al ser una empresa pública que regula y administra los servicios de acueducto y alcantarillado sanitario y pluvial de la ciudad, se constituye como un medio privilegiado de apropiación, aprendizaje y práctico de conocimientos relacionados con la formación profesional.

La empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán provee de servicios públicos domiciliarios a la ciudad de Popayán, mediante tres plantas de tratamiento:

Planta Tulcán, abastecida por el río Molino, realiza diferentes procesos de potabilización (tamizado, aireación, floculación, decantación, filtración y desinfección).

Planta El Tablazo, posee como principal fuente de abastecimiento el río Las Piedras. Este trabaja por gravedad para la zona baja de la ciudad, diseñada para tratar un caudal máximo de 1050 l/s [2].

Planta río Palacé, trata un promedio 250 l/s. cuenta con un tanque de almacenamiento de 2500 m³, surte al norte de la ciudad donde atiende aproximadamente 20.000 usuarios y proyectada para cubrir la demanda de las veredas sur orientales de la ciudad [2].

Además, la empresa Acueducto y Alcantarillado de Popayán cuenta con una gran red de alcantarillado a través de la ciudad que recolecta las aguas residuales y las lleva a diferentes colectores o cámaras distribuidas de la siguiente manera:

Zona Sur-occidente: Abarca las cuencas de los ríos Ejido y Molino y la Quebrada Pubús. Se han construido varios tramos de los interceptores para recuperar los cuerpos receptores, así:

Interceptor Derecho río Ejido

Interceptor Izquierdo río Ejido

Interceptor Derecho río Molino

Interceptor Izquierdo río Molino

Interceptor Derecho quebrada Pubús

Zona Intermedia: Comprende la zona media de la ciudad y está constituida por los colectores:

Colector Machángara

Colector Palacé

Zona Norte: Constituida por dos (2) sub-zonas con sus correspondientes emisarios finales y colectores troncales, zonas que se desarrollaron como una consecuencia socio-económica del terremoto que sufrió la ciudad en el año 1983. Las aguas de esta zona contienen vertimientos con un significativo impacto ambiental al ecosistema debido a que los cuerpos receptores tienen muy baja dilución. En esta zona se tienen los siguientes colectores:

Colector quebrada Chamizal

Colector quebrada Quitacalzón

Colector quebrada Garrochal

Colector Vereda González

Colector Villa del Norte

Ciudadela La Paz

La disposición final de las aguas residuales se hace directamente a las microcuencas que conforman el Río Cauca a su paso por la zona urbana, es decir, los ríos Molino y Ejido y las quebradas Pubús y Quitacalzón principalmente [2], esta práctica debido al aumento de la población y por ende de los caudales de aguas residuales se convirtió en una problemática ambiental, ya que en la actualidad existen normas de vertimientos que se deben aplicar y llevar a cabo y es por esto que se trabajan en estudios, diseños y ejecución de obras sanitarias para implementar redes de alcantarillado que sean capaces de recolectar todas las aguas

residuales de la ciudad y enviarlas a un solo punto el cual será precedido por una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Dichas redes serán ejecutadas como Ejido 1, Ejido 2 y Ejido 3. En la actualidad se está construyendo la red Ejido 1 y se tiene previsto para el 2026 tener concluidas las otras dos.

Así entonces, la empresa de Acueducto y Alcantarillado le está dando prioridad a la construcción, renovación y reposición de las diferentes redes sanitarias que llevan en funcionamiento más de 20 años, ya que dichas tuberías se encuentran en asbesto-cemento o en el peor de los casos fisuradas. Las cámaras de inspección son en ladrillo y muchas de éstas a su vez obstruidas o colmatadas por residuos sólidos, haciendo que el agua pase por los aliviaderos los cuales descargan directamente a las aguas superficiales que atraviesan la ciudad.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) el 17 de marzo del 2015 publicó la actualización a la Norma de Vertimientos Puntuales a Cuerpos de Aguas Superficiales y a los Sistemas de Alcantarillado Público, [3]. Con esta norma se pretende reducir y controlar la contaminación que originan las diferentes sustancias líquidas o sólidas provenientes del uso domiciliario o industrial al ser descargadas directamente a ríos, embalses, lagunas, cuerpos de aguas naturales o artificiales de agua dulce, para de esta manera aportar al mejoramiento de la calidad del agua y a la recuperación de las aguas superficiales. Cabe destacar que uno de los principales cambios en la nueva norma de vertimientos vigente para Colombia es en las unidades de medición de dichos contaminantes ya que antes era Kg/día y actualmente mg/litro. Así entonces, será más estricto el control sobre los vertimientos, ya que se limita las cantidades de contaminantes que se pueden verter, pues muchas industrias solo se aseguraban de no llegar al tope máximo cada día.

Por tal razón la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán supervisada en la parte de vertimientos por la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC) debe establecer controles sobre los descoles que llegan a las fuentes hídricas, para primeramente no incumplir la norma y sobre todo ayudar al mejoramiento ambiental de los cuerpos hídricos en el municipio.

3. JUSTIFICACIÓN

Para poder cumplir los nuevos estándares, límites y dictámenes de la actual norma de vertimientos, se debe hacer un desarrollo por etapas para así obtener una mejora continua que incluye política, organización, planificación, aplicación, evaluación, auditoría y las acciones de mejora con el objetivo de anticipar, reconocer, evaluar y controlar vertimientos que sean capaces de generar consecuencias a las fuentes hídricas y a la salud de la población. El cumplir con los estándares y medidas de la norma respecto a alcantarillado sanitario no solamente le compete la empresa prestadora de dichos servicios, ya que en el ámbito social también existen otras organizaciones gubernamentales que deben velar por la reducción y control de sustancias contaminantes que llegan a las fuentes hídricas. Por tanto, la empresa prestadora del servicio de acueducto y alcantarillado debe actuar en conjunto con la corporación regional competente cuya función es la de dar a conocer cuáles son los vertimientos más críticos en los cuales actuar con prioridad y a su vez con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la realización de asesorías correspondientes para que su cumplimiento sea efectivo.

La empresa Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P., se encuentra realizando obras de infraestructura para la reposición y renovación de redes de alcantarillado en la zona urbana de Popayán, las cuales son alrededor de 30 obras de renovación que se ejecutan con personal propio de la empresa y otras se entregan a contratistas. También, en su itinerario la empresa se encuentra revisando el estado de redes y sus presupuestos, con el fin que las comunidades logren acceder al programa “Pavimento en mi barrio”, promovido por la gobernación del Cauca [4], ya que la empresa no es urbanizadora sino administradora de las redes de acueducto y alcantarillado.

Ante el objetivo, de cada día ir mejorando se ve la necesidad de supervisar, auditar, intervenir y ejecutar obras con personal propio, ya que la empresa al aplicar la norma Icontec, se acredita como empresa con buenos procesos constructivos y debe verificar que dichas construcciones cumplan con lo especificado en otras normas, como la RAS 2017[5]. Así, la empresa verifica que se cumpla con lo especificado en el objeto del contrato y que los urbanizadores también cumplan con las exigencias técnicas mínimas para que sus redes puedan ser recibidas por la empresa y ser administradas por la misma.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

- Participar como auxiliar de ingeniería en el seguimiento a los procesos desarrollados en la empresa acueducto y alcantarillado de Popayán.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar acompañamiento a funcionarios que coordinan y vigilan procesos de ejecución de las obras.
- Aportar soluciones en problemas que surjan en el desarrollo de la pasantía, fundamentadas en la formación académica.
- Analizar el estado de conexiones a la red de alcantarillado para determinar si es factible hacer un mantenimiento o reemplazo de las mismas.
- Brindar asesoría al personal técnico de la empresa para que realicen conexiones al sistema de alcantarillado de forma adecuada

5. ALCANCE

La participación como Auxiliar de Ingeniería Civil en la División de Alcantarillado en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, aplica a todas las obras hidro-sanitarias vinculadas directamente o a través de contratistas y aquellos otros que la ley establezca, en las diferentes áreas de trabajo de la División de Alcantarillado.

6. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Los términos que a continuación se referencian son tomados de las empresas públicas del valle ACUAVALLE [6]

Acometida. Derivación de la red local que llega hasta el registro de corte del inmueble. Permite al usuario abastecerse del servicio público y debe ser pagada por él. En edificios de propiedad horizontal, la acometida llega hasta el registro de corte general. (Artículo 14.1 Ley 142 de 1994)

Acometida de alcantarillado. Derivación que parte de la caja de inspección y llega hasta el colector de la red local. (Decreto 302 de 2000).

Agua potable. Aquella que por reunir los requisitos organolépticos (olor, sabor y percepción visual), físicos, químicos y microbiológicos, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud. (Artículo 1 Decreto 475 de 1998).

Aguas lluvias. Aguas provenientes de la precipitación pluvial.

Aguas residuales (o de alcantarillado). Desechos líquidos provenientes de residencias, edificios, instituciones, fábricas, industrias y demás inmuebles.

Aguas servidas. Aguas de desecho provenientes de lavamanos, tinas de baño, duchas, lavaplatos, y otros artefactos que no descargan materias fecales.

Alcantarillado de aguas combinadas. Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte, tanto de las aguas residuales como de las aguas lluvias.

Alcantarillado de aguas lluvias. Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de aguas lluvias

Alcantarillado de aguas residuales. Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de las aguas residuales domésticas y/o industriales.

Alcantarillado separado. Sistema constituido por un alcantarillado de aguas residuales y otro de aguas lluvias que recolectan en forma independiente en un mismo sector.

Alcantarillado. Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales o de las aguas lluvias.

Aliviadero. Estructura diseñada en colectores combinados, con el propósito de separar los caudales que exceden la capacidad del sistema y conducirlos a un sistema de drenaje de agua lluvia.

Autoridad ambiental. Es la encargada de la vigilancia, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso, aprovechamiento y control de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. (Artículo 1 Decreto 475 de 1998).

Autoridad sanitaria. Es la entidad competente del sistema general de seguridad social que ejerce funciones de vigilancia de los sistemas de suministro de agua en cumplimiento de las normas, disposiciones y criterios legales, así como los demás aspectos que tengan relación con la calidad del agua para consumo humano.

Caja de inspección domiciliaria. Cámara localizada en el límite de la red pública de alcantarillado y la privada, que recoge las aguas residuales, lluvias o combinadas provenientes de un inmueble. 2. Caja de inspección. Caja ubicada al inicio de la acometida de alcantarillado que recoge las aguas residuales, lluvias o combinadas, de un inmueble, con sus respectivas tapas removibles y en lo posible ubicadas en zonas libres de tráfico vehicular. (Decreto 302 de 2000).

Caracterización de las aguas residuales. Determinación de la cantidad y características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales.

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.

Colector principal o matriz. conducto cerrado circular, semicircular, rectangular, entre otros, sin conexiones domiciliarias directas que recibe los caudales de los tramos secundarios, siguiendo líneas directas de evacuación de un determinado sector.

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

Conexión domiciliaria (alcantarillado). Tubería que transporta las aguas residuales y/o las aguas lluvias desde la caja domiciliar hasta un colector secundario. Generalmente es de 150 milímetros de diámetro para vivienda unifamiliar.

Conexión errada de alcantarillado. Todo empalme de una acometida de aguas residuales sobre la red local de aguas lluvias o todo empalme de una acometida de aguas lluvias sobre la red local de aguas residuales. (Decreto 302 de 2000).

Contaminante. Toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos o formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera agua, suelo, flora o fauna, o cualquier elemento ambiental, altere o modifique su composición natural y degrade su calidad.

Derecho de petición. Derecho constitucional fundamental. Véase Petición. (Artículo 23 Constitución Política).

Drenaje. Estructura destinada a la evacuación de aguas subterráneas o superficiales para evitar daños a las estructuras, los terrenos o las excavaciones.

Escorrentía. Volumen que llega a la corriente poco después de comenzada la lluvia.

Estructuras de entrega. Estructuras utilizadas para evitar daños e inestabilidad en el cuerpo de agua receptor de aguas lluvias o residuales.

Estudio de evaluación de impacto ambiental. Estudio destinado a identificar y evaluar los potenciales impactos positivos y negativos que pueda causar la implementación, operación, futuro inducido, mantenimiento y abandono de un proyecto, obra o actividad, con el fin de establecer las correspondientes medidas para evitar, mitigar o controlar aquellos que sean negativos e incentivar los positivos.

Flujo libre. Aquel transporte en el cual el agua presenta una superficie libre donde la presión es igual a la presión atmosférica.

Impacto ambiental. Afectación del entorno ocasionada por la realización de una obra.

Instalación interna de alcantarillado. Conjunto de tuberías y accesorios que recogen y conducen las aguas residuales y/o lluvias de las edificaciones hasta la caja de inspección domiciliar.

Mantenimiento correctivo. Conjunto de actividades que se deben llevar a cabo cuando un equipo, instrumento o estructura ha tenido una parada forzosa o imprevista.

Mantenimiento preventivo. Conjunto de actividades que se llevan a cabo en un equipo, instrumento o estructura, con el propósito de que opere a su máxima eficiencia de trabajo, evitando que se produzcan paradas forzosas o imprevistas.

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

Petición. Solicitud respetuosa verbal o escrita que los usuarios o suscriptores pueden presentar ante las empresas de servicios públicos en relación con el contrato de servicios públicos. Si fue verbal, la petición se responderá en la misma forma, a menos que quien decide prefiera hacer saber su decisión por escrito. Si fue escrita, se responderá únicamente por escrito. Las peticiones se resolverán o contestarán dentro de los quince

Plan maestro de acueducto y/o alcantarillado. Plan de ordenamiento de los sistemas de acueducto y/o alcantarillado de una ciudad o localidad para un horizonte de tiempo dado.

Planta de tratamiento (DE AGUA RESIDUAL). Conjunto de obras, instalaciones y procesos para tratar las aguas residuales.

Pozo de inspección. 1. Estructura de ladrillo o concreto, de forma usualmente cilíndrica, que remata generalmente en su parte superior en forma tronco-cónica, y con tapa removible para permitir la ventilación, el acceso y el mantenimiento de los colectores. 2. Estructura construida para la unión de uno o más colectores, con el fin de permitir cambios de alineamiento horizontal y vertical en el sistema de alcantarillado, entre otros propósitos.

Profundidad del colector. Diferencia de nivel entre la superficie del terreno o la rasante de la calle y la cota clave del colector.

Rebosadero. Estructura hidráulica destinada a evitar que el nivel del agua sobrepase una cota determinada; permite la evacuación del agua de exceso en un embalse, tanque o cualquier estructura que almacene agua hacia un lugar conveniente.

Red local de alcantarillado. Conjunto de tuberías y canales que conforman el sistema de evacuación de las aguas residuales, pluviales o combinadas de una comunidad, y al cual desembocan las acometidas del alcantarillado de los inmuebles.

Servicio público domiciliario de alcantarillado. Es la recolección de residuos, principalmente líquidos y/o aguas lluvias, por medio de tuberías y conductos. Forman parte de este servicio las actividades complementarias de transporte, tratamiento y disposición final de tales residuos. (Decreto 302 de 2000).

Sumidero. Estructura diseñada y construida para cumplir con el propósito de captar las aguas de escorrentía que corren por las cunetas de las calzadas de las vías para entregarlas a las estructuras de conexión o pozos de inspección de los alcantarillados combinados o de lluvias.

Servicio público domiciliario de alcantarillado. Es la recolección municipal de residuos principalmente líquidos por medio de tuberías y conductos. Se consideran actividades complementarias el transporte, tratamiento y disposición final de tales residuos. (Ley 142 de 1994, Artículo 14.23)

Tubería. Ducto de sección circular para el transporte de agua. 2. Conducto prefabricado, o construido en sitio, de concreto, concreto reforzado, plástico, poliuretano de alta densidad, asbesto-cemento, hierro fundido, gres vitrificado, PVC, plástico con refuerzo de fibra de vidrio, u otro material cuya tecnología y proceso de fabricación cumplan con las normas técnicas correspondientes. Por lo general su sección es circular.

Vertimiento. Cualquier descarga final de un elemento, sustancia o compuesto, que esté contenido en un líquido residual de cualquier origen, ya sea agrícola, minero, industrial de servicios, aguas negras o servidas, a un cuerpo de agua, canal, al suelo o al subsuelo. (Artículo 3 Decreto 901 de 1997).

7. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

7.1 INFORMACIÓN BÁSICA

Razón Social: Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A-E.S.P

Nit: 891.500.117-1

Dirección comercial: Calle 3 número 4-29

Teléfono: 8321000

E-mail: gerencia@acueductopopayan.com.co

7.2 MISIÓN

La misión de la Sociedad Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P. es la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado con calidad y mejoramiento ambiental en fuentes de abastecimiento y fuentes receptoras.

7.3 VISIÓN

Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P. dirigirá sus acciones a consolidarse como un eficiente operador y prestador de servicios públicos domiciliarios y gestor de nuevos negocios.

8. DESCRIPCIÓN DE LA DIVISIÓN DONDE SE REALIZÓ LA PRÁCTICA PROFESIONAL

La empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S.P. es la empresa encargada de prestar de manera eficiente y eficaz los servicios públicos de acueducto y alcantarillado buscando además que su prestación sea continua, oportuna, optima y de forma amigable con el medio ambiente a manos de un recurso humano competente, certificado con buenas prácticas empresariales y constructivas.

En la actualidad la empresa cuenta con 22 dependencias encargadas de cumplir satisfactoriamente los requerimientos de los clientes y/o usuarios. Además, estas dependencias trabajan en conjunto para mejorar la calidad del agua potable, mejorar la prestación de los servicios, fortalecer la competencia del personal dentro de la empresa, disminuir quejas y reclamos, aumentar el número de usuarios de los servicios de Acueducto y Alcantarillado, mejorar las condiciones ambientales en las fuentes de abastecimiento y demás servicios.

Dichas dependencias son las siguientes [7]:

Gerencia, Revisoría Fiscal.
Secretaría General.
Oficina Asesora Jurídica.
División Control Interno.
Subgerencia Planeación y Estudios.
Subgerencia Administrativa y Financiera:
División Relaciones Industriales.
División Comercial.
División Atención Integral al Usuario.
División Sistemas.
Sección Almacén.
Sección Presupuesto y Costos.
Sección Contabilidad.
Sección Tesorería.
Subgerencia Técnico Operativa:
División Acueducto.
División Alcantarillado.
División Producción.

División Medición y Control de Pérdidas.
División Ambiental.
Oficina de Archivo.

La práctica profesional se desarrolló en la División de Alcantarillado. Esta División tiene como funciones:

- Brindar el servicio de recolección de aguas residuales y aguas lluvias.
- Transporte de las aguas residuales por los colectores hasta descolar o verterlos en puntos donde no se presenten afectaciones a la población urbana y rural.
- Diseñar y puesta en marcha (construcción) de redes de alcantarillado tanto pluvial, como sanitario y si es dado el caso combinado y todo lo que esto implica como: buenas prácticas constructivas; adecuado manejo de materiales y personal; compactación del suelo; carpetas asfálticas y pavimentos; afirmados y placa huellas y demás procesos ingenieriles que sean necesarios.
- Realizar interventoría a contratistas, presupuestos a las diferentes entidades privadas y públicas que realizan obras de construcción civiles en Popayán y necesitan adecuar redes de alcantarillado.
- Mantenimiento de las redes de alcantarillado, sumideros, cámaras, aliviaderos, cabezales, cambio de redes y de la construcción de nuevas líneas de recolección de aguas residuales.
- Socializar proyectos con las comunidades y atender preguntas quejas, reclamos y derechos de petición de los usuarios y del personal particular.
- Mantenimiento, construcción y supervisión de pozos sépticos y actualmente del proyecto de una planta de tratamiento de aguas residuales prevista para Popayán en el 2026.

9. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL EN LA DIVISIÓN ALCANTARILLADO

En la práctica profesional (pasantía), como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil comprendida del 8 de octubre de 2019 al 8 de febrero de 2020, se realizó apoyo a cada una de las actividades que se desarrollan dentro de la División, las cuales se relacionan a continuación:

1. **Inducción** (específica para el pasante) y programación diaria de actividades, se detallaron las funciones a cargo de la división de alcantarillado, su estructura organizacional y las funciones de cada cargo dentro de esta, llegando por ultimo a las funciones y al personal al cual se le daría el apoyo técnico durante la práctica profesional.
2. **Estado de redes**, en esta actividad se busca determinar el estado actual de las redes de alcantarillado.
3. **Presupuesto**, se elaboran presupuestos para la construcción de redes a manos del personal de la misma división, a contratistas, y a urbanizadores particulares que quieran instalar o renovar sus redes de alcantarillado.
4. **Socialización de proyectos a la comunidad en general**, en esta actividad se habla con los presidentes de la junta de acción comunal de cada barrio donde se realice una construcción, renovación o reparación de la red para que estén informados y entiendan los procesos que se llevarán a cabo.
5. **Construcción de redes de alcantarillado**, se debe asegurar que las obras que se desarrollan y se desarrollarán cumplan con los diseños y con las normas técnicas de construcción.
6. **Interventoría**, se realiza interventoría a las obras asignadas a personas particulares, en este caso a contratistas durante su desarrollo y finalización de la misma
7. **Supervisión de la parte técnica**, se analizan que los procesos constructivos de las redes de alcantarillado a manos del personal de la división y contratistas sean como se estipulan en la norma y en el manual para construcción de redes de acueducto y alcantarillado en el municipio de Popayán.
8. **Revisión de obras**, se busca que redes realizadas por particulares cumplan con los requisitos técnicos y constructivos.
9. **Mantenimiento de las redes**, se realiza mantenimiento preventivo y correctivo a las redes de alcantarillado, a las cámaras y todos los demás accesorios que hacen parte en la red.

- 10. Atención a usuarios y particulares**, se deben atender preguntas, quejas, reclamos y derechos de petición respecto a sugerencias o solicitudes que se tengan con alguna red de alcantarillado en específico por parte del usuario o particular.
- 11. Limpieza de pozos sépticos**, la división se encarga de la limpieza de dichos pozos a solicitud de los usuarios o particulares.
- 12. Demás imprevistos que sean competencia de la división alcantarillado**

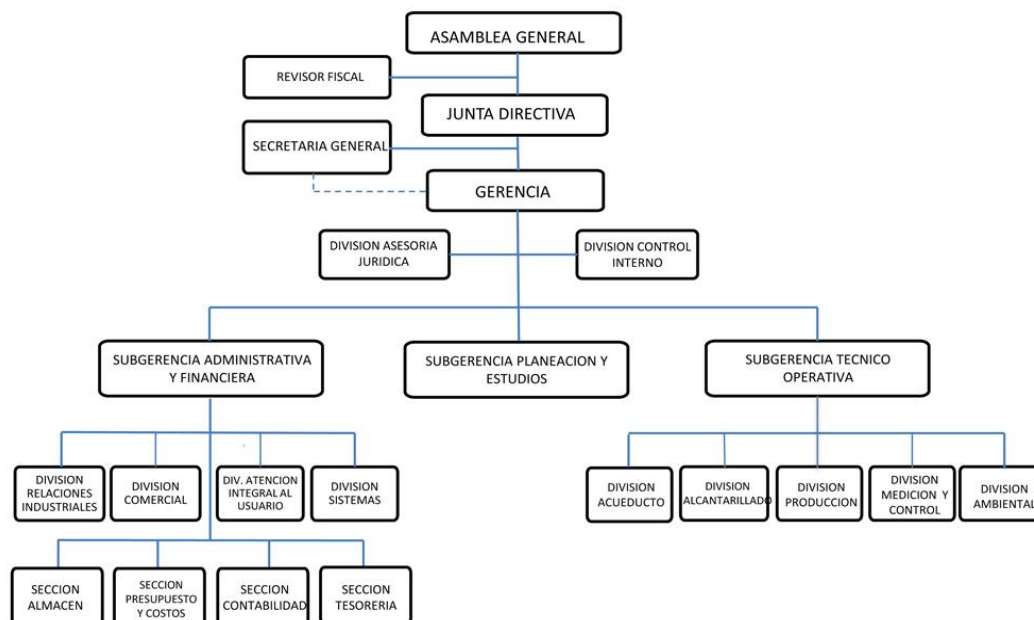
10. DESCRIPCIÓN DEL APOYO PRESTADO A LAS ACTIVIDADES DE LA DIVISIÓN DE ALCANTARILLADO

A continuación, se describen las funciones desarrolladas en cada una de las actividades que maneja la División del Alcantarillado.

10.1 ACTIVIDADES DE INDUCCIÓN Y PROGRAMACIÓN

En el desarrollo de esta actividad se conoció el organigrama de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, Figura 1.

Figura 1. Organigrama Acueducto y Alcantarillado de Popayán.



Elaboración: Base de Datos AAPSA

La División de Alcantarillado se ubica bajo la dirección de la Subgerencia Técnico Operativa y es la encargada del proceso misional de recolección y transporte.

Esta División cuenta con personal de planta de alrededor de 15 personas, quienes se distribuyen en cargos de mamposteros, maestros, oficiales, técnicos operativos (maneja y conoce todas las redes en la ciudad), operadores de los vehículos como conductores y operadores del Vactor y Aquatech (vehículos que cuentan con sistemas de succión de presión para limpieza y mantenimiento). De manera externa

la División contrata personal, aproximadamente 20 personas con diferentes cargos y funciones. En este personal se cuenta con un Ingeniero Civil, quien se encarga de brindar apoyo en todos los frentes y quien fue el asesor de esta práctica profesional, junto con la Ingeniera Jefe de la División de Alcantarillado.

Así entonces, se programaron diariamente los equipos de trabajo para suplir las diferentes actividades, las cuales se atendían por el grado de urgencia y solicitudes de usuarios. Los derechos de petición o solicitud pueden ir desde instalación de tuberías hasta la señalización preventiva en una determinada calle.

Una vez determinado el orden de prioridad, las cuadrillas se dirigían a cada punto, donde lo más común era la limpieza de las cámaras de inspección, ya que con el invierno éstas se colmatan y presentan obstrucciones haciendo así que el agua busque salida por otros lugares afectando viviendas y zonas de interés público.

En la parte de la inducción, al momento de iniciar la práctica se realizaron capacitaciones para afianzar conocimientos hidráulicos y técnicos, relacionar visualmente los diámetros de tuberías con los accesorios más usados. También, se trató sobre el tipo de construcciones de sistemas de alcantarillado; el funcionamiento de diferentes partes de una red, como por ejemplo sumideros, aliviaderos, rebosaderos, pozos sépticos y demás. Además, se fortalecieron conceptos relacionados con análisis de precios unitarios (APU); administración, utilidades e imprevistos (AIU); presupuestos y cantidades de obra, tales como insumos y equipos. Cabe resaltar que la Empresa de Acueducto y Alcantarillado cuenta con sus propios análisis de precios unitarios que son actualizados cada año.

10.2 ACTIVIDADES DE LOCALIZACIÓN Y ESTADO DE REDES

Muchas de las peticiones que llegan a las oficinas de la División de Alcantarillado, se remiten a indagar por el estado de redes de una determinada vía, tramo, barrio o sector, el cual a corto plazo será pavimentado, ya sea mediante el programa “Pavimento en tu barrio” de la gobernación del Cauca o mediante presupuesto participativo. Así entonces, llegan solicitudes de Juntas de Acción Comunal, o de otras dependencias gubernamentales como Movilidad Futura o consorcios de contratistas que tienen a cargo estas obras de pavimentación. Esto anterior se presenta porque para poder dar luz verde a una pavimentación, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado debe certificar que las redes de alcantarillado están cumpliendo con las normas actuales.

Para realizar una evaluación del estado de las redes de alcantarillado, se brindó apoyo en la toma y digitalización de los datos de campo, ya de esta manera se daba respuesta a la solicitud del derecho de petición. Para lo anterior, se tomaban datos de la siguiente manera a las cámaras de inspección:

Tabla 1. Estado de redes, cámaras de inspección.

Estado de redes de alcantarillado	
Cámara	
Material de la cámara	
Tipo de tubería	
Diámetro de la Tubería	
Profundidad de la Cámara	
Tipo de flujo	

Fuente: Elaboración Propia

A las tuberías como tal se les toma datos del número de domiciliarias, y la longitud del tramo.

Para obtener estos datos en campo, primeramente, se remitían a las oficinas administrativas de la División los planos record de las redes de alcantarillado del sector al cual se le haría la visita. Cabe recordar que dicho procedimiento no se realizaba a una sola cámara de inspección si no a varias. Algunas cámaras se encontraban escondidas en zonas verdes, bajo el asfalto, pavimento rígido o dentro de una propiedad privada, por lo cual era necesario un estimativo de dónde encontrarlas. Aunque debido a la antigüedad de muchos funcionarios de la División, hacía que se facilitara encontrar las cámaras y la dirección de recolección y descole de las aguas residuales. Es de anotar que lo mismo sucedía con las redes de alcantarillado pluvial.

Referido a la Tabla 1:

- En el ítem de **cámara**, se podían presentar las opciones mostradas en la Tabla 2.

Tabla 2. Tipos de cámaras más comunes.

Cámara Inicial	Cámara de derivación
Cámara de Conducción	Cámara con vertedero o aliviadero
Box Colbert	Cámara de Caída

Elaboración: Fuente propia.

- En el ítem **Material de la Cámara**, se indicaba el tipo de material (Tabla 3).

Tabla 3. Material de la Cámara.

Concreto	Ladrillo
Espigo de tubo en P.V.C	Otros

Elaboración: Fuente propia

- En el ítem **Tipo de tubería**, se indicaba el material de ésta (Tabla 4).

Tabla 4. Tipo de tubería.

P.V.C Novafort	P.V.C
Concreto	Gres

Elaboración: Fuente Propia

Aunque en campo se pueden presentar otro tipo de material.

- El ítem **Diámetro de la tubería** se obtenía haciendo la resta entre la cota batea y cota clave de la tubería y en el ítem de **profundidad de la cámara** se colocaba el mismo valor obtenido para la cota batea.
- En el ítem **Tipo de flujo**, se indicaba el tipo de aguas que conducía la cámara y la tubería (Tabla 5).

Tabla 5: Tipo de flujo.

Flujo Sanitario	Flujo Pluvial
Flujo Combinado o Mixto	

Elaboración: Fuente Propia

Al final se entregaba la información obtenida en campo como se muestra en la Figura 2.

Para que una red de alcantarillado sea certificada por la empresa y posteriormente pueda ser pavimentada debe cumplir con:

- Material de la cámara en **Concreto**.
- Tipo de tubería **P.V.C Novafort** ya que este tipo de material soporta el tránsito vehicular sin deformarse.

Figura 2. Recopilación de la información.



Elaboración: Fuente propia.

- Diámetros de las tuberías deben ser iguales o ir en aumento según el sentido del flujo del agua, ya que, si se pasa de un diámetro grande a uno pequeño, se presentará un “cuello de botella” el cual hará que la cámara de inspección empiece a comportarse como rebosadero o salirse por las cajas de inspección de las viviendas. Esto aplica para alcantarillado combinado, sanitario y pluvial.
- Se debe verificar que los diámetros sean acordes al tipo de flujo que llevan. Si es netamente sanitario, el diámetro mínimo debe ser de 8 pulgadas; si es combinado debe empezar en 16 pulgadas y si es pluvial debe comenzar en 14 pulgadas.

Estas mismas condiciones se aplican cuando urbanizadores o constructores van a entregar sus redes al alcantarillado. Deben ir acompañadas de un diseño hidráulico, pero en campo lo que se verifica primordialmente son estos aspectos y que el porcentaje de las pendientes cumpla con los diseños.

10.3 PRESUPUESTO

La División de Alcantarillado también se encarga de brindar asesoría presupuestal a personas naturales o personas jurídicas en el tema de construcción, renovación o reposición de cámaras, tuberías y demás actividades que una red conlleva. Por tanto, fue imperativo durante el desarrollo de la práctica profesional brindar apoyo en la elaboración de dichos presupuestos.

La Empresa de Acueducto y alcantarillado de Popayán cuenta con un listado de precios unitarios, los cuales se usan para calcular un presupuesto y son actualizados cada año (Figura 3).

Figura 3. Lista de precios AAPSA



Elaboración: Base de Datos AAPSA

Los precios unitarios se dan para una actividad específica, como, por ejemplo: corte de asfalto con pulidora hasta limpieza y remoción del material, por lo que al afianzar conocimientos vistos en la asignatura Costos del Programa de Ingeniería Civil, resultó un poco más sencillo realizar dichos cálculos, aunque se al momento de realizarlos se debía tener en cuenta aspectos muy puntuales que se presentan en las redes de tubería y sobre todo de alcantarillado, ya que estos presupuestos se entregaban en forma directa a la comunidad.

A manera general se calculaban presupuestos en tres tipos de forma o lugar, los que son los siguientes:


- Modelo en Afirmado
- Modelo en Pavimento Asfáltico
- Modelo en Pavimento Rígido.

Estos modelos hacen referencia al tipo de superficie en el tramo o sector a reemplazar o reponer tubería y también se tiene en cuenta los datos obtenidos en el ítem “estado de redes” y demás observaciones de campo, por ejemplo: derivaciones, traslados de cámaras de inspección, número de sumideros, tipo de flujo y otras consideraciones.

Con la información anterior se procede a calcular los diferentes ítems. En la sección de Anexos: Anexo 2 se muestran los presupuestos realizados para cada modelo.

Dentro de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán se tiene un formato para presentar la información en un determinado informe, Tabla 6.

Tabla 6. Formato presupuesto de obra.

 PRESUPUESTO DE OBRA		CÓDIGO:	FOR.CGE.029		
		FECHA DE VIGENCIA:	14/09/2009		
		VERSIÓN:	3.0		
ACTIVIDAD		UND	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Reposición Alcantarillado Combinado					
1	Localización, trazado y replanteo de conducciones de acueducto y alcantarillado	ml			
2	Corte de pavimento rígido con cortadora	ml			
3	Demolicion pavimento rígido e<=20cm	m2			
4	Excavación a mano con profundidad hasta 2.5m en seco en conglomerado o material de rio	m3			
5	Excavación a mano con profundidad hasta 2.5m en seco en material común	m3			
6	Entibado apuntalado cara en contacto con talud	m2			
7	Retiro de tubería existente	ml			
8	Suministro y colocación de material granular para filtro en grava 3/4"	m3			
9	Suministro y colocación de material granular para cimentación de tubería	m3			
10	Suministro e instalación de tubería PVC unión mecánica para alcantarillado d=160 (6")	ml			
11	Suministro e instalación de tubería PVC unión mecánica para alcantarillado d=200 (8")	ml			
12	Suministro e instalación de tubería PVC unión mecánica para alcantarillado d=355 (14")	ml			
13	Suministro e instalación de Silla Yee PVC SILLA YEE 14" x 6" (355 X 160)	und			
14	Demolición de cámara de inspección + retiro hasta 10 km	ml			
15	Construcción Cilindro en concreto 4000 PSI hasta 6m de altura, d=1,5m	ml			

15	Construcción Cilindro en concreto 4000 PSI hasta 6m de altura, d=1,5m	ml			
16	Construcción de losa de fondo de recamara en concreto de 4000 PSI, incluye cañuela, D=1.6	und			
17	Construcción de brocal en concreto de 4000 PSI d=1.5 m., con tapa.	und			
18	Demolición de sumidero sencillo	und			
18	Construcción de sumidero doble en concreto, incluye excavacion y tapa en concreto	und			
19	Demolición de andenes en concreto	m3			
20	Demolición de cajas de distribución en ladrillo	und			
21	Caja de inspección de 0.6 x 0.6 x 1 m, Tapa E= 0,1m	und			
22	Anden en Concreto de 2500 PSI e=0,1m	m2			
23	Rellenos tipo II mecánico, con material limo-arcilloso	m3			
24	Suministro, riego y compactación de sub base mecánico	m3			
25	Suministro, riego y compactación de base mecánico	m3			
27	Imprimación	m2			
28	Suministro, riego y compactación de mezcla asfáltica	m3			
26	Retiro de sobrantes y limpieza en general	m3			
	Costo Directo				-
	Administración	18%			-
	Imprevistos	3%			-
	Utilidad	9%			-
	VALOR PROPUESTA				-

nota: los precios unitarios estan sujetos a la actualización y ajustes realizados por la entidad

El ejemplo de la Tabla 6 es para la construcción de un tramo en una superficie de concreto rígido, para las demás superficies algunos ítems desaparecen y otros cambian.

10.4 SOCIALIZACIÓN DE PROYECTOS A LA COMUNIDAD

Aunque la Empresa Acueducto y Alcantarillado de Popayán cuenta con personal idóneo para la socialización de obras de construcción civil, muchas de las veces llegan solicitudes o derechos de petición de presidentes de Juntas de Acción Comunal, pidiendo una solución a sus diferentes problemáticas. Por lo tanto, desde el primer momento que la cuadrilla se dirige a campo, debe saber escuchar y hacerse entender cuando habla con la comunidad. Debido a ello se brindó apoyo a la División en este sentido, ya que se prestaba atención y asesoría a la comunidad en general y se les explicaba la razón para un procedimiento determinado, el tiempo que tardaría en llevarse a cabo, la relación costo beneficio del proyecto. De lo que le competía a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado, de los deberes y derechos de los usuarios y muy importante del objeto del contrato. Lo anterior, porque muchas personas querían aprovechar una inversión determinada para emplear recursos en asuntos ajenos a lo acordado. Se les hablaba de las Actas de Vecindad y demás

procedimientos que se realizan de forma técnica y que después llega el personal a cargo para llevarlo a cabo.

La socialización también en algunos casos incluía a los contratistas de obra, ya que en muchas ocasiones pedían asesorías a la División de Alcantarillado respecto si era viable y factible tomar alguna decisión anormal en campo. También se socializaba con ellos el estado de redes antiguas y de donde provenían las aguas residuales que en su momento ellos irían a entubar o cambiar de tubería. Esto se hacía ya que al final es la misma División de Alcantarillado con su personal de planta la que revisa dichas redes para dar un certificado de cumplimiento con lo contratado y que los procesos constructivos se hubieran hecho de acuerdo con lo estipulado en la norma colombiana, como por ejemplo la RAS 2017.

Se participó en reuniones con las diferentes entidades gubernamentales como por ejemplo C.R.C, Alcaldía Municipal y Movilidad Futura para debatir y buscar soluciones a obras que son ejecutadas por la Alcaldía Municipal, las cuales fueron aprobadas por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado, pero que al final resultaron o resultarían presentando afectaciones ambientales a diferentes ecosistemas en la ciudad.

Figura 4. Socialización de proyectos con la comunidad.



Elaboración: Fuente propia.

10.5 CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO

La División de Alcantarillado es la encargada de la construcción, reposición y renovación de redes de alcantarillado y varias de estas obras se dejan a cargo de

contratistas, pero otras obras de construcción sí se ejecutan con personal de la División. Así que para la construcción de dichas redes se brindó apoyo en los diferentes procesos constructivos, los cuales se nombran a continuación:

- **Localización y replanteo de conducciones de acueducto y alcantarillado.** En este ítem se debía tener en cuenta que al momento de intervenir una vía por lo general está ya contaba con diferentes redes enterradas, como son: acueducto, gas, telefonía, energía y demás pertinentes, por lo tanto, se buscaba localizar estas redes para que no resultaran afectadas durante el desarrollo normal de la obra. Cuando se habían localizado todas las redes existentes, se establecía el eje de la tubería nueva y se hacían los respectivos trazados en la vía para posteriormente empezar con el rompimiento de la misma.

Figura 5. Localización de eje de tubería.



Elaboración: Fuente propia.

- **Corte de pavimento.** Cuando las condiciones de la vía lo requerían, se debía realizar un corte ya sea en pavimento rígido o flexible. Esto se hace con una cortadora, por lo que al operario de la máquina se le debían realizar los trazados a cortar, e irle indicando hasta dónde cortar para que no afectara otros accesorios existentes.

Figura 6. Corte de pavimento.



Elaboración: Fuente propia.

- **Demolición de pavimento.** Este trabajo podía ser manual, con barra y pica, o si no, se hacía uso de las uñas de la retroexcavadora para levantar dicho material.

Figura 7. Demolición de pavimento.



Elaboración: Fuente propia.

- **Excavación.** en este proceso se debía tener mucho cuidado de no perforar los diferentes tubos instalados, pues el rompimiento de uno de éstos implicaría un retraso en la obra, por tanto, una de las funciones muy importantes fue siempre ir chequeando dónde estaban dichos tubos e

indicarle al operario de la máquina por dónde, hasta dónde y cuándo excavar para no presentar inconvenientes.

Figura 8. Excavación.



Elaboración: Fuente propia.

- **Entibado.** Si se realizaba la excavación se debían estabilizar los taludes y si la excavación era muy profunda con mayor razón se debía realizar este proceso. Cuando el suelo presenta una estabilidad óptima el entibado no se realizaba, pero en la mayoría de casos muchos barrios de Popayán presentan tipos de suelos muy inestables, como lo es en Aida Lucia, los Lagos, Las Américas, Alfonso López, etc. El entibado se realizaba usando tablonces de madera apuntalándolos con pasadores de madera.

Figura 9. Entibado.



Elaboración: Fuente propia.

- **Retiro tubería existente.** En el caso que fuera una reposición la tubería, se retiraba. Muchas veces esta tubería ya estaba desgastada o incluso rota, así que se debía tener mucho cuidado al momento de quitarla ya que podía generar un accidente en la obra. La mayoría de los casos se usa la retroexcavadora apoyada con unas cadenas de eslabones de gran tamaño para levantar la tubería y retirarlos del lugar; esto se aplicaba a tuberías de tamaño igual o mayor de 24". Para tuberías de diámetro más pequeño simplemente se procedía a romper y se sacaban de forma manual los pedazos o si se podía con la cuchara de la retroexcavadora. Para tramos donde no existía tubería se debía tener mucho cuidado con las cotas de salida y llegada, para garantizar la pendiente de diseño: haciendo uso de la retroexcavadora y verificando niveles.

Figura 10. Retiro de tubería.

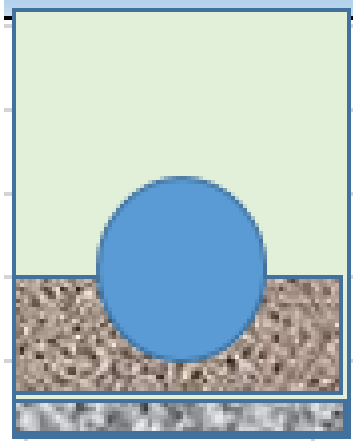


Elaboración: Fuente propia.

- **Colocación de filtro material granular.** Se usó material granular por debajo de la tubería con tamaño de $\frac{3}{4}$ ", ya que éste actúa como filtro si por alguna razón o simplemente por infiltración se presenta agua, la cual mediante el filtro será conducida y no presentará socavación evitando así un posible asentamiento de la tubería.

- **Colocación de material granular para la cimentación de tubería.** Después de puesto el material de filtro, se colocaba material granular, el cual servía de soporte para la tubería y recibía la mayoría de los esfuerzos producidos por el tránsito vehicular. Cuando el terreno tiene una estabilidad óptima este material se coloca a mitad de tubo; en caso que el terreno sea deficiente o que los niveles de las tuberías queden muy superficiales o muy cerca de la rasante, se reviste toda la tubería con dicho material para protegerla.

Figura 11. Colocación de filtro y material granular para la cimentación.



Elaboración: Fuente propia.

- **Instalación de la tubería.** La tubería a instalar era de P.V.C Novafort, ya que ésta al tener anillos asegura que no se deformará con el paso de los vehículos. Así entonces, se procedía a colocar la tubería dentro de la excavación (como se expresó en el ítem anterior), se verificaban cotas y niveles. Para reposición era un poco más sencillo, ya que simplemente el tubo se colocaba en la “cama” que había dejado el tubo anterior. La instalación de dicha tubería se debía hacer de adelante hacia atrás; esto significaba que se empezara a reponer el tramo donde descola el agua y se iba instalando hasta llegar al sitio de encole.

Figura 12. Instalación de tubería.



Elaboración: Fuente propia.

- **Instalación de sillas Yee o Tee en P.V.C.** Este accesorio funciona como el empalme que se realiza de la tubería domiciliaria con el tubo principal del colector, por lo general el tubo de las domiciliarias es de 6" esto con el fin de poder realizar limpieza a dichas cajas de inspección.

Figura 13. Instalación de sillas Yee.



Elaboración: Fuente propia.

- **Demolición y/o construcción de la cámara de inspección.** Si en el tramo en el cual se realizaba la reposición de tubería existían cámaras en ladrillo, estas debían ser sustituidas por cámaras en concreto. Por tanto, las cámaras en ladrillo eran demolidas y se hacía uso de formaletas circulares para realizar la fundición de las nuevas cámaras. Para la construcción de dichas cámaras se debía tener en cuenta construir la losa de fondo y la cañuela (operaciones que se realizan en campo), el brocal en concreto era fabricado aparte con su respectiva tapa, en la planta El Tablazo de la ciudad de Popayán. Cabe decir que la empresa ya tiene estandarizado el tamaño del brocal y de las tapas.

Figura 14. Construcción de tapas de concreto.



Elaboración: Fuente propia.

- **Demolición de Andenes.** Este proceso se realizaba en las etapas finales de la obra ya que ahí es donde se iban a demoler las cajas de inspección de las viviendas si estaban en ladrillo y lograr empalmar la tubería de 6" que iba de la caja de inspección al tubo central.
- **Construcción de cajas de inspección.** Estas cajas se construían en concreto de medidas 0.6 x 0.6 x 0.1 m, con su respectiva tapa.

- **Construcción de andenes.** Construidas las cajas de inspección, se procedía a rellenar para después fundir los andenes nuevamente.
- **Rellenos Mecánicos con material limo-arcilloso.** Una vez culminada la instalación de la tubería y colocado el material granular de cimentación, se procedía a rellenar la excavación hasta llegar a los mismos niveles del pavimento anterior en dado caso que existiera, o si no se rellenaba con afirmado hasta la superficie, siempre cumpliendo con los grados de compactación admitidos. Para verificar esto se realizaban constantemente ensayos de densidad. Por lo general quienes se encargaban del proceso de pavimentación de todo el tramo repuesto era “Movilidad Futura”.

Figura 15. Relleno con material limo-arcilloso.



Elaboración: Fuente propia.

- **Riego y Compactación de sub base, base.** Dado el caso que se debiera reponer el pavimento por parte de la División de Alcantarillado, esta contaba con personal y bancos de préstamo capacitados para dichas obras, así que

se procedía a regar las sub-base y base y se compactaban hasta llegar a los niveles requeridos.

- **Imprimación y riego de mezcla asfáltica.** Si se tenía pavimento flexible se procedía a realizar el riego de imprimación con la base y después el riego de la mezcla, la mezcla se realizaba según diseños.
- **Retiro de sobrantes y limpieza General,** Se procedía a limpiar y evacuar de la zona de intervención los diferentes sobrantes y contaminantes que existían.

Figura 16. Limpieza general.



Elaboración: Fuente propia.

10.6 SUPERVISIÓN PARTE TÉCNICA EN REDES DE ALCANTARILLADO

Los ingenieros de la División de Alcantarillado en sus funciones está la de supervisar obras de construcción y reposición que se lleven a cabo. Para esto, durante el desarrollo de la práctica profesional se realizaron supervisiones a diferentes obras realizadas por la División de Alcantarillado. En dichas supervisiones se seguían los lineamientos del Ingeniero Jefe, pero también se dieron recomendaciones con

criterio propio en diferentes procesos constructivos dentro de las mismas. Estos criterios estuvieron basados en lo aprendido durante el tiempo trabajado.

Durante el proceso de supervisión se verificaba lo siguiente:

- Calidad y oportuna entrega de la información de redes por parte de los constructores a la División de Alcantarillado.
- Verificar que se disponga del personal relacionado en el contrato, esto cuando se trataba de contratistas, para personal interno se verificaba que el personal era suficiente e idóneo para la ejecución de dicha obra.
- Velar para que la obra se realizara en los términos pactados en el contrato.
- Mantener en contacto a las partes involucradas.
- Evitar la generación de controversias por las partes involucradas, por lo tanto, se debía tener muy claro lo que cada una de las partes quería dar a conocer y como se podría solucionar o simplemente ejecutar.
- Verificar la existencia de las condiciones técnicas durante la ejecución de la obra, para esto se debía tener presente horarios, almacenamiento, personal, procesos constructivos idóneos y otros aspectos a tener en cuenta.
- En el avance de obra, se debía tener presente como se iba ejecutando la obra cada día, para así no tener imprevistos en los tiempos de entrega y si surgía algún imprevisto se informaba a la dirección de la División para tomar las decisiones más acertadas en para la obra.
- Control de procesos constructivos. En este ítem se verificaba que la manera de construir los diferentes accesorios de las redes de alcantarillado fueran las especificadas según la Empresa de Acueducto y Alcantarillado. Por ejemplo, un buen empalme de una silla al tubo principal, un buen empalme de tubo a tubo, una buena compactación, buena construcción de cajas domiciliarias, buena construcción de cámaras de inspección. Al momento de colocar el tubo de P.V.C no se debía ni asentar ni elevar debido a la posible absorción de agua lluvia por parte del suelo.
- Control de la calidad de los materiales. Los materiales usados debían cumplir con los exigidos por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado ya que estos eran los que cumplían con las especificaciones técnicas de la normativa colombiana, como por ejemplo tubo P.V.C. en NOVAFORT sin roturas, fisuras o deformaciones, sillas en buenas condiciones, material de compactación arcilloso de bancos de préstamos admitidos por la empresa y demás materiales al momento de la construcción.
- Control de calidad de las instalaciones. Se buscaba que las instalaciones de las tuberías coincidieran con lo diseñado, que los empalmes entre tuberías

se hicieran de manera adecuada respetando el sello hidráulico que estos traen, las sillas de los tubos empalmadas con Sika y con empaque, acompañadas de alambón o abrazaderas, cajas de inspección y domiciliarias en material de concreto, tubería de 8" para domiciliarias y únicas para cada vivienda y demás procesos que se estiman en el ítem Presupuestos.

- Registro fotográfico. Se llevaba un registro fotográfico ya que a la Ingeniera Jefe de División se le entregaban informes de los diferentes procesos constructivos llevados a cabo, de las instalaciones, de los materiales y demás aspectos a tener en cuenta para poder verificar que el avance de la obra fuera de la manera más eficiente y sobre todo cumpliendo estándares de calidad.

10.7 REVISIÓN DE OBRAS

Debido al auge en el sector de la construcción de viviendas unifamiliares y multifamiliares, muchos urbanizadores son responsables de la construcción de redes de alcantarillado. En la parte de acueducto es la misma empresa quien se encarga de estas redes para evitar conexiones fraudulentas; sin embargo, en la parte de alcantarillado la División de Alcantarillado expide un documento llamado "Disponibilidad de servicios" donde indica el punto exacto y el diámetro de tubería con el cual llegar para no evitar daños en la red y perjudicar así a otras poblaciones que ya hagan uso del colector.

Como ya se dijo, revisar las redes construidas por parte de la constructora o empresa urbanizadora es de vital importancia dentro de la División, ya que lo ideal es que el urbanizador entregue estas redes construidas a la Empresa Acueducto y Alcantarillado, para que él logre primero administrarla y con esto pueda realizar mantenimientos, adecuaciones y usarla para que futuras urbanizaciones puedan transportar sus aguas residuales en dicha red.

Al momento de realizar la revisión de las redes, se busca que las aguas lluvias sean transportadas por colectores diferentes, o sea una red de alcantarillado pluvial y una red de alcantarillado sanitario: Se verifica que las diferentes casas a domiciliarias estén conectadas de forma correcta, esto es: aguas residuales a colector sanitario y aguas lluvias a colector pluvial, ya que como se ha mencionado anteriormente se está buscando descontaminar las fuentes hídricas en la ciudad y también para evitar futuros daños en el sistema. Al momento de realizar las conexiones en las

domiciliarias, se verifica entonces que las cajas de inspección sean separadas y única para cada vivienda, ya que en el pasado se permitía que dos casas compartieran una caja de inspección donde caían aguas lluvias y aguas sanitarias, pero actualmente cada vivienda debe tener sus cajas de inspección separadas y sobre todo también deben estar separadas las aguas lluvias y las sanitarias, por lo tanto cada vivienda debe tener dos cajas de inspección antes de llegar a la red principal. La caja debe ser en concreto ya que el ladrillo produce filtraciones. El diámetro de la tubería de dichas cajas debe ser por lo menos de 6" para que los equipos de limpieza puedan realizar dichas labores y el proyecto de vivienda debe presentar sus diseños hidrosanitarios a la empresa.

Una vez se ha verificado lo anterior, se procede a chequear la red como tal, donde se espera que lo diseñado sea netamente lo construido y que se hayan hecho uso de los accesorios permitidos y que estos hayan sido instalados de forma adecuada. Que los sumideros estén funcionando de manera correcta y estén conectados a la red pluvial, con respecto a la red se espera que ésta no esté sesgada o desviada; que los empalmes a las cámaras de inspección sean los adecuados; que la pendiente en el tramo sea mínima del 1% ya que así se asegura la auto limpieza de la tubería. Con respecto a las domiciliarias, se debe analizar que no estén pasadas, o sea, que el tubo de 6" proveniente de la caja de inspección no invada el área del tubo principal, ya que por estos motivos se empiezan a presentar obstrucciones. Para comprobar se lanzan pelotas de diferentes tamaños y todas deben pasar por el tramo analizado sin complicaciones.

Se verifica que las cámaras de inspección tengan las medidas estándar y que estén hechas en concreto ya que el ladrillo se está dejando de utilizar pues éste deja filtrar el agua a la estructura de la vía cuando los caudales son muy grandes. Los brocales deben estar correctamente empalmados con el pavimento usado en la vía, ya sea rígido, flexible o adoquinado.

Respecto a las domiciliarias, se verifica que estén conectadas formando un ángulo de 45 grados con el tubo principal y haciendo uso de las sillas en Yee en tubería P.V.C. NOVAFORT, la cual admite deformaciones. En lo posible, sin codos ni accesorios aparte de la silla anteriormente nombrada. Las conexiones se hacen de tubo a tubo, ocasionalmente se deja conectar a 90 grados y directamente a una cámara de inspección, solo cuando las condiciones del terreno lo ameriten y sobre éstas no debe y no puede estar conectadas en sentido contrario al flujo, ya que esto haría que el agua se introduzca a la vivienda y en una posible subida del caudal, ocasione daños en la misma.

10.8 MANTENIMIENTO DE REDES

La División de Alcantarillado es la encargada de realizar mantenimiento a las redes principales, estas comprenden las cámaras de inspección, tuberías, accesorios tales como sumideros, aliviaderos, interceptores y de más que hacen parte de la red principal, para las conexiones sanitarias domiciliarias, es deber de cada usuario realizar el respectivo mantenimiento.

Los mantenimientos que la empresa hace a las redes principales depende en gran medida de las preguntas, quejas o reclamos que llegan a la división por parte de la comunidad, dentro de estas actividades es habitual hacer mantenimiento a:

- **Sumideros.** Muchos de estos se tapan debido a los sólidos que arrastra el agua pluvial, y también en la mayoría de casos porque la gente deposita toda clase de residuos sólidos a las vías, ocasionando que dicho accesorio se obstruya, deje de trabajar y presente inundaciones en el sector donde está localizado. La limpieza de los sumideros en la mayoría de los casos se realizaba de manera manual, pero también, debido a la complejidad que se presentaba en algunos puntos se hacía uso de los equipos succión presión que tiene la empresa en la actualidad.
- **Cámaras de Inspección.** Las cámaras de inspección, muchas aún están en ladrillo, la gran problemática que ocurre con estas cámaras es que son muy susceptibles a que dejen infiltrar el agua hacia la estructura de pavimento, afectando la movilidad en la superficie, pues se empezaban a presentar ondulaciones en la capa de rodadura, para mejorar este problema se debía cambiar la cámara de ladrillo a concreto siempre y cuando los caudales que estuvieran llegando a la cámara fueran de gran volumen, o simplemente se reviste con concreto si los caudales no son tan elevados.
Se busca también que a las cámaras no lleguen conexiones domiciliarias ya que, aunque son cámaras de inspección, también funcionan como almacenamiento del agua, por tanto, los niveles pueden subir mientras estos son evacuados por las tuberías, entonces si una red domiciliaria es conectada directamente a la cámara es susceptible de que las aguas en la mayoría de casos combinadas entren a la vivienda mediante la caja de inspección.
- **Tuberías.** Estas son la parte más importante de la red de alcantarillado y por tal razón a las que más cuidado se le presta, a estas se les debe revisar que el flujo sea siempre continuo, que no haya obstrucciones, que la tubería no

se asiente o que se eleve debido al agua, muchos sectores aún tienen tubería en concreto, la División de Alcantarillado tiene como prioridad ir cambiando las redes de concreto a tuberías en P.V.C Novafort, ya que muchas de estas tuberías están debilitadas debido a los años que han estado funcionando, por tanto se hace imperativo realizar dicho cambio para evitar en un futuro cercano daños más graves.

- **Accesorios en Concreto.** Constantemente se hacían cambios de los accesorios en concreto, como lo son: tapas de cámaras de inspección, brocales, tapas de sumideros, tapas de cajas domiciliarias y demás accesorios que debido al paso vehicular o peatonal resultaban afectados en su estructura.

10.9 ATENCIÓN A USUARIOS Y PARTICULARES

Muchas de las obras a reparar o construir que llegaban a la División de Alcantarillado eran producto de las preguntas quejas y reclamos que hacían usuarios o particulares, dando a conocer así las problemáticas que presentaban sus redes más cercanas, por tanto, diariamente se atendían derechos de petición de toda índole, los derechos de petición llegaban primeramente a las oficinas administrativas y estas eran remitidas a la sede operativa para realizar las visitas en campo.

La empresa Acueducto y Alcantarillado de Popayán cuenta con un formato único donde se indica el tipo de problema presentado, quien es el remitente y el plazo existente para poder ser contestado, ya que como lo indica la ley se da un tiempo de 15 días hábiles para responder a dichas solicitudes siempre y cuando sean derechos de petición. A estas problemáticas se les da respuesta en campo, por eso es crucial contar con personal capacitado y con experiencia en las redes de alcantarillado para que la solución sea la más acertada y sobre todo se pueda realizar en el menor tiempo posible.

En la práctica profesional se brindó acompañamiento a las cuadrillas enviadas a los diferentes sectores de la ciudad, cabe recordar que estas visitas se realizaban diariamente y en campo se determinaba si se debían hacer cambios, mantenimientos, reparaciones, envíos de equipos de succión-presión, maestros, oficiales y demás personal para dar pronta solución a dicha problemática.

Dichas preguntas, quejas o reclamos iban desde solicitudes de limpieza de sumideros hasta atender vertimientos a cuerpos de agua o aguas superficiales que la CRC u otra entidad competente pedía a la empresa Acueducto y Alcantarillado de Popayán controlar, por tanto, la división siempre debía estar atenta prestando un servicio continuo y óptimo para primeramente no incurrir en sanciones y segundo ir mejorando la problemática ambiental que se tiene en la actualidad dentro de la ciudad.

Figura 17. Formato de reporte.

Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. - E.S.P.
 EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS
 NIT. 891.500.117 - 1

OFICINA DE ARCHIVO CENTRAL
 REGISTRO Y CONTROL DE CORRESPONDENCIA Y CUENTAS DE COBRO
 CORRESPONDENCIA ENTR No. 213262

ESPCIO PARA RELOJ
 02 DIC 2019

PROCEDENCIA: PARTICULAR
 AMPARO MOLINA LOPEZ

FECHA: 213262
 2019/12/02 12:03:16

ASUNTO: SOLICITA LIMPIEZA POZO SEPTICO, INMUEBLE VEREDA PUELENJE.
Ant = 101486

Fecha: 02 DIC 2019
 ENTREGADO A: DAIS DIVISION ATENCION INTEGRAL AL USUARIO
 RECIBIDO POR: Alchillos
 NOTAS: DERECHO DE PETICION
Por favor atender solicitudes
gracias

Fecha: 3/12/19
 ENTREGADO A: Adriana
 RECIBIDO POR: *Favor programar*
 NOTAS: *17*

ALQUILER DE EQUIPOS ARCHIVADO EN

FOLIO: _____
 FECHA: _____

HABLAR COMISSO SOBRE ESTE ASUNTO
 PREPARAR RESPUESTA PARA MI FIRMA
 ENCARGARSE DE ESTE ASUNTO
 PARA SU INFORMACION Y DEVOLVER
 URGENTE

IMPRESA ENCARGADA TPA 000110 000000

VALIDADO POR LA SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PUBLICOS BAJO EL NUR 1-19001000-1

Elaboración: Base de datos AAPSA.

10.10 LIMPIEZA DE POZOS SÉPTICOS Y TUBERÍAS

El personal de la división de alcantarillado también tenía como función realizar la limpieza de pozos sépticos a personas naturales y jurídicas, esto es un servicio que se cobra de manera particular, el cual se presta de manera manual haciendo uso de sondas metálicas o mediante maquinaria haciendo uso de los camiones con sistema de succión presión.

Para solicitar este servicio la persona interesada debía completar el mismo formato para derechos de petición y así entonces se le agendaba un turno, las cuadrillas eran dirigidas a cada lugar donde existían los pozos. Dentro de la práctica se brindó apoyo simplemente en el acompañamiento, ya que primeramente el vehículo y su instrumentaría debía ser manejado por personal capacitado y segundo el trabajo a realizar es riesgoso e implica tener mascarillas y equipo hermético adecuado, ya que muchas veces se entraba en contacto directo con las aguas residuales.

Esta actividad básicamente consistía en succionar las aguas contenidas en los pozos sépticos haciendo uso del Vactor o Aquatech, vehículos que pertenecen a la división, estas aguas son almacenadas en los tanques que tienen dichos vehículos, para después ser vertidos a cámaras de inspección que tuvieran buen diámetro y hace entonces recuperar la vida útil del pozo.

En la parte de las tuberías, muchas veces se presentaban atrancos, tacos o demás material que bloqueaba el flujo normal y por ende era necesario retirar este material ya que empieza a perjudicar a las personas que habitan el sector, los vehículos también cuentan con una manguera que lanza chorros de agua a presión, la cual remueve de manera eficiente y precisa dicho material.

Figura 18. Limpieza de tuberías domiciliarias.



Elaboración: Fuente propia.

10.11 IMPREVISTOS

En muchas ocasiones existieron ciertos asuntos no habituales en los cuales la División Alcantarillado debía intervenir para dar su consentimiento y/o aprobación, como por ejemplo construcción de edificios estatales como escuelas, sedes y de más. A estas solicitudes se les debía analizar si la red de alcantarillado existía en el punto donde se quería construir la sede estatal y si no es así, analizar la capacidad de la empresa para crear una red de alcantarillado que llegue hasta dicho punto.

También como imprevistos se tenía que muchos de los terrenos a realizar obras eran altamente inestables originando así socavación debido al paso del flujo, haciendo que los trabajos de excavación se volvieron excesivamente grandes y por tal razón se debía realizar cambio de equipos, en este caso a las denominada “orugas”.

Figura 19. Imprevistos en excavaciones.



Elaboración: Fuente propia

11. CONCLUSIONES

- Se prestaron servicios como auxiliar de ingeniera en la empresa Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A-E.S.P en los procesos que se realizaban en la División alcantarillado de la misma, las actividades, tareas, funciones desarrolladas permitieron conocer a fondo todo el tema hidráulico en la parte sanitaria y pluvial que una red conlleva, aunque en la práctica el diseño de redes no se tocó en gran medida, las labores de campo permitieron afianzar conocimientos obtenidos en la academia, al estar dentro de la división se entendió el procedimiento y las diferentes directrices que se tienen en cuenta para prestar un servicio básico de manera continua, eficiente y de calidad.
- Se conocieron y entendieron de manera básica las funciones, actividades y de más procesos que realiza un ingeniero civil cuando se encuentra relacionado con el tema hidráulico aplicado a redes de alcantarillado tanto sanitario, combinado y pluvial, aparte de eso se afianzaron conocimientos vistos en la academia relacionados con el tema de contratación pública, ya que en la empresa la mayoría de sus obras se ejecutan mediante contratistas, por tanto realizar las visitas pertinentes actuando como supervisores era vital importancia, ya que a pesar de que estas obras tienen interventoría, la supervisión se vuelve importante para evitar así problemáticas, atrasos y otros inconvenientes en la obra y mantener así informado tanto al contratista como al interventor.
- Durante la práctica profesional al conocer las diferentes problemáticas que diariamente se presentan, se fueron afianzando conocimientos propios adquiridos en campo para brindar soluciones rápidas, como por ejemplo saber porque las aguas se devuelven hacia el interior de las viviendas, o porque las cámaras de inspección empiezan a trabajar a presión, entender también porque los sumideros combinados permiten que los malos olores salgan y no sean retenidos, y así como estos ejemplos muchos más conocimientos técnicos y también administrativos, que en la actualidad permitirían desenvolverse en un medio como este, aunque la realidad cabe destacar que los ingenieros adscritos a esta división, tienen mucho más conocimiento y suspicacia para entender a ciencia cierta qué está pasando en una red, a dónde está conectado donde encola y dónde descola y un sin fin de conocimiento técnico que solo se obtiene con la experiencia de los años.

- Al afianzar el conocimiento obtenido en la academia y al comprender muchos de los procesos que implica construir, mantener o reponer una red de alcantarillado y al estar acompañado de los ingenieros encargados de la división, se entendió y se comprendió cuando se debe realizar mantenimiento a una red, de qué forma y en qué sentido, y cuando se debe realizar el cambio de la misma, cabe destacar que antes de realizar cambios se deben hacer diseños los cuales se realizan en otra dependencia de la empresa, por tanto en la división de alcantarillado se lleva a cabo el proceso de construcción de dichas redes, para hacer un proceso de cambio se entendió que primeramente se deben evitar cuellos de botella para no trasladar el problema de un tramo al tramo y siguiente, y que en el cambio de la red se debe empezar en el punto donde descola el agua para así corregir errores que se presenten debido a pendientes en el punto donde el agua encola, aunque si se aplica lo que está en diseños los errores son muy mínimos.
- Por parte de la división de alcantarillado durante el transcurso de la pasantía se otorgaron funciones de supervisión a las obras realizadas por personal propio, para supervisar una obra se debía tener claro el concepto de cómo deben ser los empalmes de las tuberías y los diferentes accesorios que se deben usar para garantizar hermetismo en la red, ya que una fuga generaría daño a la estructura del pavimento, y también se debía tener claro la realización de las acometidas domiciliarias y cómo éstas debían empalmarse a la red principal.
- La División de Alcantarillado es la encargada de todo lo concerniente a las aguas pluviales, residuales y de más, por tanto es una de las divisiones donde el trabajo realizado por parte del personal presenta un riesgo alto, empezando por el diámetro de tuberías que se manejan, ya que la mayoría de veces requieren de apoyo de equipo pesado, hasta el riesgo a la salud que representa estar en contacto con las aguas residuales, por tal razón entender que equipos se debían usar en las diferentes actividades y procesos constructivos permitía ahorrar tiempo en obra y sobre todo brindar seguridad en el área de trabajo, también cabe resaltar los elementos de protección personal específicos para cada actividad ya que al estar contacto con aguas residuales es más fácil contraer una enfermedad laboral.

12. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se exponen a continuación son derivadas de la información recolectada y la observación realizada a los procesos durante el desarrollo de la pasantía.

- Se recomienda a la división de alcantarillado gestionar para que de manera oportuna a los trabajadores se les entregue sus respectivos elementos de protección personal, para llevar control de estos deberían marcarse con la fecha que fueron entregados y sacar promedios de cuánto tiempo es la vida útil de los diferentes elementos de protección.
- Se debería tener claro las funciones específicas de cada personal dentro de la división, aunque es entendible que debido a la cantidad de obras y demás actividades a ejecutar se requiera personal, al tener un historial de las actividades desarrolladas por cada empleado, se asignaría correctamente sus labores en obras y así evitar imprevistos y accidentes.
- En la división de alcantarillado sería factible y muy beneficioso tener más personal capacitado en el mantenimiento y reparación de los diferentes equipos, vehículos, máquinas a usar, ya que muchas de estas quedan detenidas por un buen tiempo esperando a ser arregladas entorpeciendo así los tiempos de ejecución en las obras, ya que son las debidas máquinas o equipos se vuelve un poco más engorroso realizar de manera efectiva y rápida dichas obras.
- Gestionar la compra de nueva maquinaria debería ser también una de las prioridades en la división, ya que en actualidad por ejemplo se cuenta solamente con dos vehículos con sistema de succión-presión para atender todas las problemáticas de la ciudad, y los equipos o maquinaria que no están dentro de la división, muchas veces se piden prestados a otras divisiones ralentizando así el trabajo de estas y haciendo apresuradamente sus actividades generando así en la mayoría de los casos imprevistos.
- En las obras ejecutadas por contratistas y por personal propio, lo ideal sería que tuvieran una supervisión diaria y permanente dentro de la obra, aunque esto debido a las funciones de los ingenieros sería un poco complicado de

ejecutar, si sería factible contratar más personal que se dedique netamente a la supervisión de obras.

- Sería conveniente que dentro de las instalaciones operativas de la división se restableciera la conexión a internet ya que debido a la instalación de antenas pararrayos se vio afectada la calidad del mismo y es de suma importancia disponer de este para agendar de forma eficiente las diferentes actividades por parte de la Secretaría de la División.
- Realizar capacitaciones periódicas al personal sobre el uso de sus elementos de protección personal tanto personal como del medio de trabajo y de las posturas adecuadas cuando se esté realizando las diferentes actividades laborales.
- Se recomienda a la división de alcantarillado que todos los imprevistos, daños o problemas que el personal propio encuentre en obras sean documentados y debidamente archivados para así llevar un control de cómo se reciben las obras y en qué estado se entregan.
- En el formato único de reporte se debería asignar un espacio para que el usuario firme constatando que está de acuerdo con la solución ofrecida en campo, en ese orden ideas se debería crear un espacio que funcione como borrador donde se escriba cuál la solución dada en la visita para que después pueda ser verificada antes de dar una respuesta definitiva al usuario.

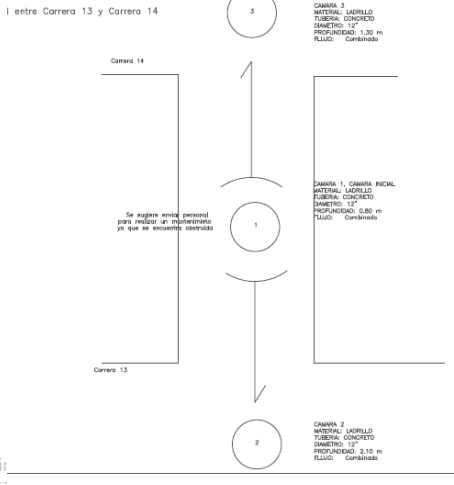
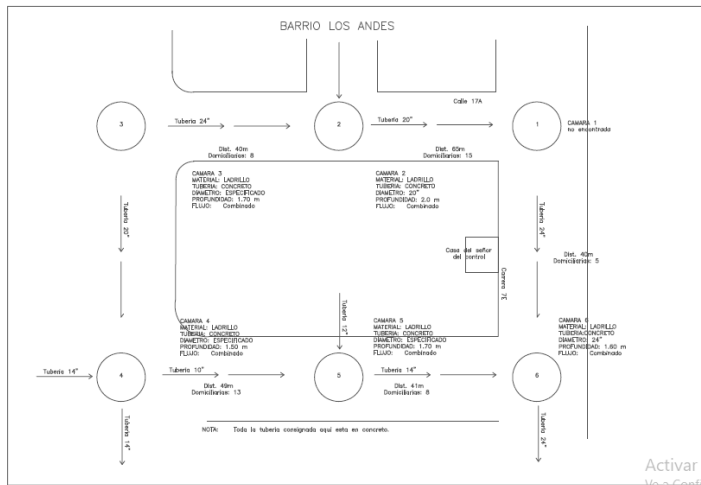
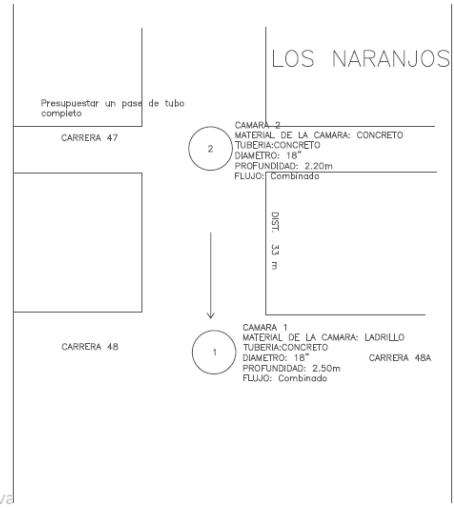
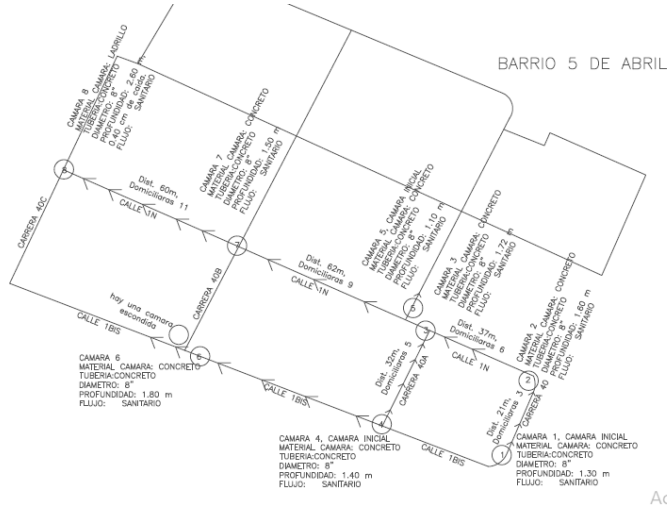
13. BIBLIOGRAFIA

- [1] “Perfiles | Universidad del Cauca.” [Online]. Available: <http://portal.unicauca.edu.co/versionP/oferta-academica/programas-de-pregrado/ingenieria-civil/perfiles>. [Accessed: 18-Dec-2019].
- [2] “Acueducto y Alcantarillado de Popayán.” [Online]. Available: <http://acueductopopayan.com.co/wp-content/uploads/2012/08/manual-para-construccion-de-redes.pdf>. [Accessed: 18-Dec-2019].
- [3] “Minambiente presenta nueva Norma de Vertimientos que permitirá mejorar la calidad agua del país | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.” [Online]. Available: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/1700-minambiente-presenta-nueva-norma-de-vertimientos-que-permitira-mejorar-la-calidad-agua-del-pais>. [Accessed: 18-Dec-2019].
- [4] “Gobernación del Cauca pavimentará 37 vías de Popayán con el programa Pavimento en tu Barrio. Conozca cuáles son | El Nuevo Liberal.” [Online]. Available: <http://elnuevoliberal.com/gobernacion-del-cauca-pavimentara-37-vias-de-popayan-con-el-programa-pavimento-en-tu-barrio-conozca-cuales-son/>. [Accessed: 18-Dec-2019].
- [5] V. De Agua and Y. Saneamiento Básico, “REGLAMENTOS TECNICOS DE AGUA Y SANEAMIENTO BÁSICO Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio Principales lineamientos de la Resolución por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico-RAS Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico Bogotá, junio de 2017.”
- [6] “Acuavalle S.A E.S.P - Glosario.” [Online]. Available: <https://www.acuavalle.gov.co/atencion-al-usuario/glosario>. [Accessed: 18-Dec-2019].
- [7] “Acueducto y Alcantarillado de Popayán.” [Online]. Available: <http://www.acueductopopayan.com.co/institucional/dependencias/>. [Accessed: 18-Dec-2019].
- [8] “RESOLUCIÓN 591 DE 2002.” [Online]. Available: http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol_75992041cb02f034e0430a010151f034. [Accessed: 18-Dec-2019].

ANEXOS


Anexo 1. Estado de redes

A continuación, se muestran los estados de redes realizados para diferentes sectores, los cuales comprendían desde barrios hasta cuadras.




Anexo 2. Presupuestos de obra

Modelo Afirmado:

 PRESUPUESTO DE OBRA		CÓDIGO:	FOR.CGE.029		
		FECHA DE VIGENCIA:	14/09/2009		
		VERSIÓN:	3.0		
	ACTIVIDAD	UND	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Reposición de Colector Sanitario Calle 72 AN Carrera 2 - Barrio Villa del Norte					
1	Localización, trazado y replanteo de conducciones de acueducto y alcantarillado	ml	224.00	2,044.00	457,856.00
2	Excavación a mano con profundidad hasta 2.5m en seco en conglomerado o material de río	m3	40.32	28,354.20	1,143,241.00
3	Excavación a mano con profundidad hasta 2.5m en seco en material común	m3	190.68	19,848.01	3,784,618.00
4	Entibado apuntalado cara en contacto con talud	m2	67.20	39,861.05	2,678,662.00
5	Retiro de tubería existente	ml	224.00	1,881.92	421,549.00
6	Suministro y colocación de material granular para filtro en grava 3/4"	m3	13.44	100,960.00	1,356,902.00
7	Suministro y colocación de material granular para cimentación de tubería	m3	25.20	99,944.00	2,518,589.00
8	Suministro e instalación de tubería PVC unión mecánica para alcantarillado d= 160 (6")	ml	140.00	38,217.00	5,350,380.00
9	Suministro e instalación de tubería PVC unión mecánica para alcantarillado d= 200 (8")	ml	84.00	51,017.00	4,285,428.00
10	Suministro e instalación de Silla Yee PVC SILLA YEE 8" x 6" (200 X 160)	und	28.00	122,305.00	3,424,540.00
11	Demolición de cámara de inspección en ladrillo	ml	4.00	32,101.00	128,404.00
12	Construcción Cilindro en concreto 4000 PSI hasta 6m de altura, d=1,5m	ml	4.00	537,263.00	2,149,052.00
13	Construcción de losa de fondo de recamara en concreto de 4000 PSI, incluye cañuela, D=1.6	und	2.00	498,493.00	996,986.00
14	Construcción de brocal en concreto de 4000 PSI d=1.5 m., con tapa.	und	2.00	535,479.44	1,070,959.00
15	Demolicion de andenes en concreto	m3	4.03	72,295.00	291,493.00
16	Demolición de cajas de distribución en ladrillo	und	28.00	29,771.00	833,588.00
17	Caja de inspección de 0.6 x 0.6 x 1 m, Tapa E= 0,1m	und	28.00	323,080.00	9,046,240.00
18	Anden en Concreto de 2500 PSI e=0,1m	m2	40.32	60,591.00	2,443,029.00
19	Rellenos tipo II mecánico, con material limo-arcilloso	m3	146.72	38,055.00	5,583,430.00
20	Suministro, riego y compactación de sub base mecánico	m3	40.32	123,310.00	4,971,859.00
21	Retiro de sobrantes y limpieza en general	m3	235.03	23,661.00	5,561,092.00
Costo Directo					58,497,897.00
Administración 18%					10,529,621.00
Imprevistos 3%					1,754,937.00
Utilidad 9%					5,264,811.00
VALOR PROPUESTA					76,047,266.00
nota: los precios unitarios estan sujetos a la actualización y ajustes realizados por la entidad					

Modelo en Pavimento:

 <p style="text-align: center;">PRESUPUESTO DE OBRA</p>		CÓDIGO:	FOR.CGE.029		
		FECHA DE VIGENCIA:	20/01/2020		
		VERSIÓN:	3.0		
ACTIVIDAD		UND	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Reposición Alcantarillado Combinado Sector Los Naranjos, Calle 3 entre Carrera 48 y Carrera 47					
1	Localización, trazado y replanteo de conducciones de acueducto y alcantarillado	ML	63.00	2,044.00	128,772.00
2	Corte de pavimento asfáltico con cortadora	ML	126.00	6,518.81	821,370.00
3	Demolicion pavimento flexible e<=10cm	M2	33.39	15,646.00	522,420.00
4	Excavación a mano con profundidad hasta 2.5m en seco en conglomerado o material de rio	M3	27.19	28,354.20	770,922.00
5	Excavación a mano con profundidad hasta 2.5m en seco en material común	M3	69.35	19,848.01	1,376,360.00
6	Entibado apuntalado cara en contacto con talud	M2	31.02	39,861.05	1,236,490.00
7	Retiro de tubería existente	ML	63.00	1,881.92	118,561.00
8	Suministro y colocación de material granular para filtro en grava 3/4"	M3	4.77	100,960.00	481,579.00
9	Suministro y colocación de material granular para cimentación de tubería	M3	13.40	99,944.00	1,339,350.00
10	Suministro e instalación de tubería PVC unión mecánica para alcantarillado d= 200 (8")	ML	6.00	51,017.00	306,102.00
11	Suministro e instalación de tubería PVC unión mecánica para alcantarillado d= 200 (8")	ML	24.00	51,017.00	1,224,408.00
12	Suministro e instalación de tubería PVC unión mecánica para alcantarillado d= 450 (18")	ML	33.00	215,236.00	7,102,788.00
14	Demolición de cámara de inspección en ladrillo	ML	2.50	32,101.00	80,253.00
15	Construcción Cilindro en concreto 4000 PSI hasta 6m de altura, d=1,5m	ML	2.50	537,263.00	1,343,158.00
16	Construcción de losa de fondo de recamara en concreto de 4000 PSI, incluye cañuela, D=1.6	UND	1.00	498,493.00	498,493.00
17	Construcción de brocal en concreto de 4000 PSI d=1.5 m., con tapa.	UND	1.00	535,479.44	535,479.00
18	Construcción de sumidero doble en concreto, incluye excavacion y tapa en concreto	UND	4.00	743,971.00	2,975,884.00
19	Demolicion de andenes en concreto	M3	0.14	72,295.00	10,410.00
22	Anden en Concreto de 2500 PSI e=0,1m	M2	1.44	60,591.00	87,251.00
23	Rellenos tipo II mecánico, con material limo-arcilloso	M3	44.99	38,055.00	1,712,247.00
24	Suministro, riego y compactación de sub base mecánico	M3	14.31	123,310.00	1,764,566.00
25	Suministro, riego y compactación de base mecánico	M3	12.88	130,991.00	1,687,033.00
28	Retiro de sobrantes y limpieza en general	M3	100.02	23,661.00	2,366,502.00
Costo Directo					28,490,398.00
Administración					5,128,272.00
Imprevistos					854,712.00
Utilidad					2,564,136.00
VALOR PROPUESTA					37,037,518.00

Anexo 3. Construcción de redes







Anexo 4. Supervisión parte técnica en redes de alcantarillado



Anexo 5. Toma de densidades a terrenos compactados



ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A. E.S.P.
 NIT. 891.500.117-1
 NÚM. 1-19001000-1 SSPD

F. PLD 011 V.1.0

DENSIDAD O MASA UNITARIA DEL SUELO EN EL TERRENO
 METODO DEL CONO DE ARENA
 I.N.V. E - 101-13 N° 0.166

OBRA: REPOSICIÓN DE LOS DIF. ALCANTARILLADO
 LOCALIZACIÓN DE LA OBRA: CALLE 31 ENTRE CARRERAS 5 Y 6 BARRIO EL EMPEDRADO
 CONTRATISTA: ING. LUIS CANO
 REPRESENTADORA: ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A. E.S.P.
 SUPERVISOR: ING. ROCÍO ANGÉLICA BURBANO
 FECHA DEL ENSAYO: 17 DE DICIEMBRE DEL 2019
 ESPECIFICACIÓN DE OBRA: 90.0%

ENSAYO N°	1	2	3	4
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	IMPORTADO N° 21	IMPORTADO N° 21	IMPORTADO N° 21	
LUGAR DE LA TOMA	COLECTOR	COLECTOR	COLECTOR	
LOCALIZACIÓN Y/O ABSCISA DEL ENSAYO	CALLE 31 # 5-64	CALLE 31 # 5-47	CALLE 31 # 5-25	
PROFUNDIDAD DEL ENSAYO (cm)	0.60	0.40	0.70	
PESO DEL FRASCO + ARENA INICIAL	g 4847	4860	4793	
PESO DEL FRASCO + ARENA RESIDUANTE	g 1567	1392	1887	
PESO DE ARENA TOTAL USADO	g 3280	2938	2906	
CONSTANTE DEL CONO	g 1698	1698	1698	
PESO DE LA ARENA EN EL HUECO	g 1582	1240	1208	
DENSIDAD DE ARENA	g/cm ³ 1.510	1.510	1.510	
VOLUMEN DEL HUECO	cm ³ 1047.7	821.2	800.0	
PESO DEL MATERIAL EXTRADADO HUMEDO	g 1579	1235	1174	
TESTIGO DE PESO DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA	g 132.5	151.8	135.8	
PESO DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	g 116.8	122.3	105.9	
HUMEDAD	% 45.5	46.0	43.9	
PESO DEL MATERIAL EXTRADADO SECO	g 1092.2	818.6	793.8	
DENSIDAD DEL TERRENO SECA	g/cm ³ 1.004	0.994	0.992	
DENSIDAD MÁXIMA DE LABORATORIO	g/cm ³ 1.102	1.102	1.102	
HUMEDAD ÓPTIMA DE LABORATORIO	% 47.8	47.8	47.8	
COMPACTACIÓN	% 91.1	90.2	90.0	

OBSERVACIONES:

INGENIERO SUPERVISOR: *Rocio Burbano*
 GEOTECNÓLOGO
 MAT 19916-030170 CAU

22/05/17

Anexo 6. Equipos de succión presión, Vector y Aquatech



Anexo 7. Modelo informe de supervisión de obra

INFORME DE SUPERVISION CORRESPONDIENTE AL CONTRATO 369-19

Actividades realizadas dentro del contrato:

1. LOCALIZACIÓN, TRAZADO Y REPLANTEO DE CONDUCCIONES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO.
2. CORTE DE PAVIMENTO RIGIDO CON CORTADORA
3. DEMOLICION DE PAVIMENTO RIGIDO
4. EXCAVACION MANUAL EN CONGLOMERADO HASTA 2,5M
5. EXCAVACION EN MATERIAL COMUN HASTA 2,5M
6. ENTIBADO APUNTALADO EN MADERA CARA EN CONTACTO CON TALUD
7. RETIRO DE TUBERIA EXISTENTE
8. SUMINISTRO Y COLOCACION DE MATERIAL GRANULAR PARA FILTO EN GRAVA $\frac{3}{4}$
9. SUMINISTRO Y COLOCACION DE MATERIAL GRANULAR PARA CIMENTACION DE TUBERIA PVC
10. SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC UNION MECANICA PARA ALCANTARILLADO D= 160 MM (6")
11. INSTALACION DE TUBERIA PVC UNION MECANICA PARA ALCANTARILLADO D= 250 MM (10")
12. SUMINISTRO E INSTALACION DE SILLA YEE PVC PARA ALCANTARILLADO 250MMX160 MM
13. DEMOLICION DE CAMARA DE INSPECCION EN LADRILLO
14. CONSTRUCCION CILINDRO CONCRETO DE 4000PSI, HASTA 5M
15. CONSTRUCCION LOSA DE FONDO CONCRETO 3000 PSI PARA CAMARA DE INSPECCION, INCLUYE CAÑUELA
16. CONSTRUCCION DE BROCAL EN CONCRTEO DE 4000 PSI D=1.5 MT, CON TAPA
17. DEMOLICION DE ANDENES EN CONCRETO
18. DEMOLICION DE CAJAS DE DISTRIBUCCION EN LADRILLO
19. CAJAS DE DISTRIBUCION EN CONCRETO 0,6X0,6X1 TAPA e=0,1M
20. CONSTRUCCION DE ANDENES EN CONCRETO DE 2500 PSI
21. RELLENO TIPO II MECANICO, CON MATERIAL LIMO ARCILLOSO
22. SUMINISTRO, RIEGO Y COMPACTACION DE SUB BASE MECANICO
23. CONCRETO DE 3000 PSI PARA VIAS
24. RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE DE EXCAVACION Y LIMPIEZA EN GENERAL

Cajas de distribución en concreto 0.60 m x 0.60 m.



Conformación de terreno para garantizar relleno tipo II con material limo-arcilloso.



Tapas para cajas de inspección 0.60 m x 0.60 m, e = 0.1 m.



Construcción de cámaras de Inspección concreto de 4000 psi y brocal en concreto de 4000 psi D = 1.5 m.



Construcción de andenes en concreto de 2500 psi.



Suministro riego y compactación de sub-base mecánica.



Se hicieron visitas puntuales para evaluar la ejecución de obras.