



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS**  
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA  
T U N J A



# **INFORME DE PASANTÍA**

## **“Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá”**

**ANA MARIA PARRA LÓPEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TUNJA, BOYACÁ**

**2021**



**Informe final de la práctica profesional en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP) en la dirección operativa zona II.**

Ana María Parra López

Tunja, Boyacá

Facultad de Ingeniería Ambiental, Universidad Santo Tomás Seccional Tunja

**Nota del Autor**

Ana María Parra López, Facultad de Ingeniería Ambiental, Universidad Santo Tomás – Tunja.

Este trabajo fue elaborado con base en la pasantía realizada en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, bajo la dirección de los codirectores Robel Antonio Raya y Brian Andrés Riaño Velásquez en el año 2021. Cuenta con la revisión y corrección del Magister Camilo Andrés Rojas Cruz, de la facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Santo Tomás Tunja

Cualquier mensaje con respecto a este artículo debe ser enviado al correo

[ana.parral@usantoto.edu.co](mailto:ana.parral@usantoto.edu.co)

## Tabla de contenido

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Resumen .....                                                         | 5  |
| 2. Introducción.....                                                     | 6  |
| 3. Objetivos.....                                                        | 9  |
| 3.1. Objetivo General .....                                              | 9  |
| 3.2. Objetivos Específicos .....                                         | 9  |
| 4. Marco Referencial .....                                               | 10 |
| 4.1. Marco Contextual .....                                              | 10 |
| 4.1.1. Generalidades de la EAAB-ESP .....                                | 10 |
| 4.1.2. Compromisos Medio Ambientales .....                               | 11 |
| 4.1.3. Responsabilidad Social Empresarial .....                          | 11 |
| 4.1.4. Órganos de Dirección, Administración y Representación .....       | 13 |
| 4.1.5. Objeto de la EAAB .....                                           | 13 |
| 4.1.6. Funciones .....                                                   | 14 |
| 4.1.7. Localización .....                                                | 16 |
| 4.1.8. Zonificación .....                                                | 17 |
| 4.1.9. Estructura Organizacional.....                                    | 17 |
| 4.2. Marco Conceptual .....                                              | 18 |
| 4.3. Marco Teórico .....                                                 | 19 |
| 4.3.1. Vertimientos y Efluentes Industriales .....                       | 19 |
| 4.3.2. Mantenimiento de Canales.....                                     | 21 |
| 4.3.3. Mantenimiento de Sumideros .....                                  | 22 |
| 4.3.4. Educación Ambiental y Herramientas Didácticas .....               | 24 |
| 4.4. Marco Legal .....                                                   | 27 |
| 5. Desarrollo de la Pasantía .....                                       | 30 |
| 5.1. Actividades Realizadas .....                                        | 30 |
| 5.2. Metodología .....                                                   | 31 |
| 5.3. Desarrollo de Actividades .....                                     | 33 |
| 5.3.1. Vertimientos y Limpiezas-Mantenimientos Sumideros y Canales ..... | 33 |
| 5.3.2. Seguimiento a Contratos PICCE y Otros Contratos .....             | 38 |

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| 5.3.3. Proceso de Educación Ambiental y Sensibilización ..... | 45 |
| 6. Resultados.....                                            | 49 |
| 6.1. Vertimientos y Limpiezas/Mantenimientos .....            | 49 |
| 6.2. Limpieza de Sumideros y Canales .....                    | 52 |
| 6.3. Seguimiento a Contratos PICCE y Otros Contratos .....    | 55 |
| 6.4. Proceso de Educación Ambiental y Sensibilización .....   | 58 |
| 6.5. Oficios y visitas complementarias.....                   | 61 |
| 7. Conclusiones.....                                          | 67 |
| 8. Recomendaciones .....                                      | 69 |
| 9. Referencias .....                                          | 70 |
| 10. Anexos                                                    |    |

### **Tabla de gráficas**

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfica 1: Longitud total intervenida en canales .....                | 53 |
| Gráfica 2: Total de sumideros intervenidos .....                      | 54 |
| Gráfica 3: Sumideros con condiciones especiales .....                 | 55 |
| Gráfica 4: Último registro mensual entregado por los contratos .....  | 56 |
| Gráfica 5: Asuntos generales de las entradas CORI .....               | 63 |
| Gráfica 6: Estado de los oficios recibidos en el área ambiental ..... | 65 |

### **Tabla de imágenes**

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Imagen 1: Responsabilidad Social Empresarial.....                          | 12 |
| Imagen 2. Ubicación sede central acueducto de Bogotá.....                  | 16 |
| Imagen 3: Metodología de trabajo .....                                     | 33 |
| Imagen 4: Mapa de visitas de vertimientos.....                             | 51 |
| Imagen 5: Aplicativo web de georreferenciación de Conexiones Erradas ..... | 57 |
| Imagen 6: Información del punto georreferenciado.....                      | 57 |
| Imagen 7: Mapa de las visitas realizadas .....                             | 64 |

### Contenido de tablas

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: Zonificación acueducto de Bogotá .....                                         | 17 |
| Tabla 2: Actividades realizadas durante la pasantía .....                               | 30 |
| Tabla 3: Registro fotográfico limpiezas y mantenimientos de canales.....                | 37 |
| Tabla 4: Solicitudes en las visitas a establecimientos comerciales e industriales ..... | 52 |
| Tabla 5: Registro fotográfico de actividades adicionales .....                          | 66 |

### Tabla de ecuaciones

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| Ecuación 1: Indicador de eficiencia.....  | 42 |
| Ecuación 2: Indicador de eficacia .....   | 43 |
| Ecuación 3: Indicador de efectividad..... | 43 |

## **1. Resumen**

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), es una entidad pública prestadora de los servicios de acueducto y alcantarillado sanitario y pluvial en la capital del país y en 11 municipios aledaños, divide sus labores operativas en 5 zonas de acuerdo a la sectorización geográfica de Bogotá. El presente documento muestra de forma ordenada información referente al desarrollo de la pasantía en la EAAB dirección operativa zona II, como opción de grado de la facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Santo Tomás- Tunja. Durante la pasantía se llevaron a cabo actividades en campo y en oficina, realizando la verificación de mantenimientos y limpiezas en estructuras propias del área; visitas de inspección, control y corrección; seguimiento a contratos de obra e inspección de vertimientos. El objetivo principal del informe es apoyar los procesos de la Dirección Operativa Zona II en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP) en calidad de pasante; para alcanzar este fin, se aplicó una metodología y cronograma previamente definidos que incluyen las actividades y tiempos en los que se ejecutaran informes, visitas técnicas, reuniones, correos, presentaciones, formatos, entre otros. Uno de los resultados más importantes de la pasantía está relacionado con la educación ambiental, se produjo una herramienta didáctica (cartilla) sobre el adecuado uso del sistema de alcantarillado y se realizaron socializaciones que contribuyen en la generación de conciencia ambiental; conjuntamente favorecen la sostenibilidad, promueven las buenas prácticas ambientales y benefician la salud del medio. Se concluye que la pasantía en la EAAB-ESP como opción de grado, es un medio de aprendizaje práctico que permite en el estudiante “aprender haciendo”; adicionalmente, aporta competencias, habilidades sociales, laborales y comportamentales como: el trabajo en equipo, formas de relacionarse, modos de expresarse y maneras de enfrentar problemas comunes en el ambiente laboral.

## 2. Introducción

El agua es un recurso esencial para el desarrollo de la vida, sus propiedades físico- químicas la hacen un elemento único en la naturaleza (Fernández Cireli, 2012). Aunque más del 70% de la superficie del planeta tierra es agua, tan solo el 3.5% es agua dulce, del cual, el 69% se encuentra en estado sólido, el 30% está en el subsuelo y solamente el 1% es de fácil acceso en lagos, ríos, humedales, lagunas, etc (García, y otros, 2004). Por consiguiente, es necesario realizar una gestión eficiente y consiente del agua, en la que se aproveche el recurso a través de patrones de captación, tratamiento, consumo y eliminación sostenibles (García, y otros, 2004).

Los sistemas de acueducto y alcantarillado están compuestos por estructuras que generalmente captan y conducen el agua potable o residual hacía un sitio de distribución o tratamiento específico. Desde la antigüedad los seres humanos construyen sistemas para transportar el agua desde un punto natural, hasta un lugar de fácil acceso para las personas, esto permite la obtención de los servicios ambientales y mejorara la calidad de vida; proveer agua potable y mejorar el saneamiento básico de una población, es una estrategia de desarrollo social, económico y ambiental (Murcia Duran, 2005). Actualmente, las comunidades cuentan con una empresa que presta los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, sus funciones principales son las mismas aunque las empresas varíen por regiones: gestionar responsablemente el agua y velar por el saneamiento básico (Acuerdo N°5 acueducto, 2019).

Los ingenieros ambientales son especialistas en promover una sana articulación entre el ser humano y el medio ambiente, buscando que se satisfagan las necesidades del hombre sin generar impactos de gran magnitud e irreversibles para el medio. Dentro de sus competencias se encuentra la gestión ambiental, la implementación de sistemas de producción más limpia, el diseño de estudios de impacto ambiental y la incorporación de diversos procesos y herramientas para la

generación de soluciones viables al abastecimiento, disposición y contaminación del agua (ACOFI, 2017). Conforme a lo relacionado anteriormente, un ingeniero ambiental está en la capacidad de innovar y aplicar sus conocimientos en espacios laborales vinculados a la administración del recurso hídrico como las compañías prestadoras del servicio de acueducto, alcantarillado y aseo.

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP), es una entidad pública que presta los servicios de Acueducto y Alcantarillado pluvial y sanitario, cuenta con 132 años de experiencia y con más de dos millones de suscriptores que reciben la más alta calidad en el servicio, siendo respaldados con una certificación triple AAA (Acueducto de Bogotá, 2020). Esta organización permite a estudiantes de últimos semestres poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera universitaria mediante el desarrollo de la práctica profesional en áreas afines a la formación académica respectiva (EAAB-ESP, s.f.).

En el presente informe se describirá el desarrollo de la pasantía como opción de grado en la Dirección Operativa de la EAAB, la cual se divide por zonas de acuerdo a la distribución geográfica de Bogotá. La práctica se efectuó en la zona 2, correspondiente a las localidades de Engativá, Chapinero, Teusaquillo y Barrios Unidos; es decir, las actividades se llevaron a cabo para el mejoramiento de las estructuras y espacios públicos de esta área. Durante la estadía laboral en la empresa, se ejecutaron actividades relacionadas con las conexiones erradas, vertimientos, gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), verificación de mantenimientos o limpiezas a los sumideros y canales, georreferenciación y concientización. La EAAB cuenta con el Programa de Identificación y Corrección de Conexiones Erradas, el cual contiene una serie de contratos diseñados para minimizar el número de las conexiones erradas en la capital del país, a estos contratos se les realiza seguimiento de los RCD, entre otras actividades. Con el programa de

efluentes industriales, se efectúa el control de los vertimientos de establecimientos industriales o de comercio, que debido a las características físico-químicas y microbiológicas del agua, deben implementar tratamientos adicionales a sus residuos líquidos antes de disponerlos al sistema de alcantarillado sanitario. Aguas de Bogotá tiene un convenio interadministrativo con el acueducto de Bogotá para realizar limpiezas y mantenimientos a los sumideros y canales de la empresa, por tanto, se debe verificar mensualmente las labores operativas que realizan, por medio de planillas, base de datos y registros fotográficos. A fin de llevar el control de las conexiones erradas, se cuenta con la aplicación de arcgis on line para georreferenciar los puntos de conexiones corregidas, diseñadas y que faltan por corregir. Finalmente, con el objetivo de dar un aporte personal como ingeniera ambiental, se elaboró una cartilla didáctica con información referente al cuidado y manejo de los sistemas de alcantarillado para las personas en general, la cual fue socializada por medio de dos reuniones virtuales debido a la contingencia sanitaria actual. El objetivo principal de la pasantía fue apoyar los procesos de la Dirección Operativa Zona II en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP) en calidad de pasante.

El documento contiene los objetivos del trabajo; marco referencial que incluye el marco contextual, teórico, conceptual y legal; el desarrollo de la práctica donde se abordan temas técnicos; los resultados obtenidos, en los que se analiza y expone la contribución del estudiante; las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos. Una vez finalizada la elaboración del informe, se pudo inferir que la práctica profesional permite aplicar y complementar los conocimientos adquiridos en la academia durante la formación como ingeniera ambiental, así como fortalecer aptitudes y actitudes propias de la persona.

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo General**

Apoyar los procesos de la Dirección Operativa Zona II en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP) en calidad de pasante

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Comprobar el cumplimiento de las actividades del programa de efluentes industriales, así como las limpiezas y mantenimientos de los cuerpos de agua y estructuras hidráulicas competentes de la zona II de la EAAB-ESP
- ✓ Brindar seguimiento a los contratos del Programa de Identificación y Corrección de Conexiones erradas (PICCE) junto con la gestión de los RCD de obras correspondientes a la zona II de la EAA-ESP
- ✓ Dar a conocer información referente al recurso hídrico mediante la elaboración y divulgación de herramientas didácticas

## **4. Marco Referencial**

### **4.1. Marco Contextual**

#### ***4.1.1. Generalidades de la EAAB-ESP***

Mediante el Acuerdo 6 de 1995 (julio 25), el concejo de Bogotá definió la naturaleza jurídica de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - E.S.P. como una Empresa Industrial y Comercial del Distrito, prestadora de servicios públicos domiciliarios, dotada de personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio independiente. Así mismo, el Acuerdo 257 de 2006 (noviembre 30) en el Artículo 114 establece que la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB-ESP, pertenece como Entidad Vinculada al Sector Hábitat, cuya cabeza es la Secretaría Distrital del Hábitat. La empresa tiene 132 años de antigüedad prestando los servicios de acueducto y alcantarillado sanitario y pluvial en Bogotá y 11 municipios aledaños, sus coberturas residenciales superan el 99% en acueducto y el 98.5% en alcantarillado (EAAB-ESP, s.f.).

LA EAAB-ESP busca estar a la vanguardia en proyectos de innovación tecnológica, científica, social y ambiental, enfocando sus esfuerzos en la inserción de sistemas que mitiguen los impactos ambientales, mediante Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), como la producción de energía limpia en la hidroeléctrica Santa Ana. La empresa ha tenido grandes reconocimientos por sus buenas prácticas ambientales, uno de los últimos, otorgado en el presente año fue: “Reconocimiento de Pacto Global Red Colombia a las buenas prácticas de desarrollo sostenible con el proyecto "Canta la Rana, canta la Vida - Parque Ecológico Cantarrana" que aporta al ODS No. 6. Agua y saneamiento”; donde se evidencia su claro ejemplo de liderazgo en el ámbito ecosistémico (EAAB-ESP, s.f.).

#### **4.1.2. *Compromisos Medio Ambientales***

Dentro de los compromisos medioambientales, tienen a bien: proteger, conservar, recuperar y cuidar, diversos espacios que albergan ecosistemas esenciales para algunas especies y en general para mantener el equilibrio en el medio. Poseen más de 40 mil hectáreas en la reserva Chingaza, 5 mil en los cerros de Bogotá y trabajan en proyectos para el saneamiento de 4 ríos; así mismo, adelantan actividades en pro de la recuperación de 100 quebradas, 13 humedales y el mantenimiento de todos los canales de la capital del país (EAAB-ESP, s.f.).

#### **4.1.3. *Responsabilidad Social Empresarial***

De acuerdo con la normatividad vigente y la ISO 26000, la cual es una guía en temas de responsabilidad social, la empresa desarrolló el modelo de gestión del subsistema RSE que abarca los ámbitos sociales, económicos y ambientales y que permite dar cumplimiento a las políticas de Responsabilidad Social Empresarial. El modelo cuenta con 7 programas que corresponden a las especificaciones señaladas en la ISO 26000:

- ✓ Gobierno corporativo (promover el desarrollo de la gestión empresarial) y prácticas justas de operación (incorporar los valores corporativos a la gestión empresarial)
- ✓ Prácticas laborales (asegurar condiciones de trabajo), derechos humanos (cumplimiento de los mismos), comunidad (participación de la comunidad en la gestión empresarial) y desarrollo y asuntos de consumidores (buenas prácticas de atención)
- ✓ Medio ambiente (prevenir impactos ambientales negativos)

Los programas se dividen entre los entornos económico, social y ambiental; respectivamente. Ahora bien, cada entorno tiene su objetivo como se muestra a continuación:

- ✓ El entorno económico: su lema es “Transparentes como el agua” y tiene como objetivo **Fortalecer las prácticas de buen gobierno, éticas y transparentes en la gestión empresarial.**
- ✓ El entorno ambiental: su lema es “Ambientalmente Sostenibles” y tiene como objetivo **Contribuir a la sostenibilidad ambiental.**
- ✓ El entorno social: su lema es “Nuestra Empresa, Nuestro Orgullo” y tiene como objetivo **Promover un ambiente de trabajo digno y seguro con la participación activa y desarrollo de los grupos de interés.**

A continuación, se muestra una imagen que representa los 3 entornos con su respectivo lema y debajo de cada uno se especifica con cuales estándares del Global Reporting Initiative, principios del pacto global, numerales de la ISO y objetivos de desarrollo sostenible se relaciona.

*Imagen 1: Responsabilidad Social Empresarial*



*Fuente: (Acueducto, 2020)*

#### **4.1.4. Órganos de Dirección, Administración y Representación**

La Junta Directiva y del Gerente General / representante legal están a cargo de la dirección y administración de la empresa. El Artículo 8° del Acuerdo 11 de 2010 establece que la Junta Directiva de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – ESP., estará compuesta por nueve miembros, así:

- ✓ El Alcalde Mayor de Bogotá D.C. o su delegado, quien la presidirá.
- ✓ Cuatro (4) miembros designados libremente por el Alcalde Mayor de Bogotá D.C.
- ✓ Tres (3) miembros independientes escogidos por el Alcalde Mayor de Bogotá D.C. entre los Vocales de Control registrados ante la Alcaldía por los Comités de Desarrollo y Control Social de los Servicios Públicos Domiciliarios.
- ✓ Un (1) representante del sector laboral organizado, que no podrá ser trabajador activo o pensionado de la empresa (EAAB-ESP, s.f.).

#### **4.1.5. Objeto de la EAAB**

Prestación de los servicios públicos esenciales domiciliarios de acueducto y alcantarillado en el área de jurisdicción del Distrito Capital de Bogotá. También podrá prestar esos mismos servicios en cualquier lugar del ámbito nacional e internacional. (Artículo 4° del Acuerdo 11 de 2010 (Septiembre 13) “Por el cual se adopta un nuevo marco estatutario para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – ESP” (EAAB-ESP, s.f.).

#### **4.1.6. Funciones**

- ✓ Captar, almacenar, tratar, conducir y distribuir agua potable.
- ✓ Recibir, conducir, tratar y disponer las aguas servidas, en los términos y condiciones fijadas por las normas para estos servicios.
- ✓ Recoger, conducir, regular y manejar las aguas lluvias y aguas superficiales que conforman el drenaje pluvial y el sistema hídrico dentro de su área de actividad.
- ✓ Realizar la construcción, instalación y mantenimiento de la infraestructura necesaria para prestar los servicios públicos domiciliarios a su cargo.
- ✓ Solicitar, operar y/o administrar concesiones de aguas y licencias para vertimientos que requiera para su gestión y colaborar con las autoridades competentes en la conservación y reposición del recurso hídrico.
- ✓ Operar y gestionar proyectos de saneamiento básico integral, manejo de residuos líquidos y sólidos, energía y mecanismos de desarrollo limpio.
- ✓ Fijar, liquidar, facturar y recaudar las tarifas de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado prestados, con base en las fórmulas que defina periódicamente la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico – CRA-.
- ✓ Adoptar el reglamento de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado y celebrar con los usuarios el contrato de prestación de dichos servicios.
- ✓ Adquirir, enajenar, expropiar, dar o tomar en arrendamiento y gravar bienes muebles e inmuebles necesarios para su actuación.
- ✓ Administrar, expropiar predios y/o constituir servidumbres con miras a conservar las zonas de protección y preservación ambiental.

- ✓ Fijar, liquidar, facturar y recaudar las tarifas por la prestación de aquellos servicios diferentes a los domiciliarios de acueducto y alcantarillado y establecer el precio y forma de pago de los bienes y obras, accesorias a éstos, ciñéndose a la ley y a las decisiones de las autoridades competentes.
- ✓ Percibir y administrar subsidios y aportes solidarios, con arreglo a las leyes vigentes que regulan esta materia.
- ✓ Asociarse, aportar o suscribir acciones en sociedades que tengan por objeto la prestación de los mismos servicios o la realización de actividades conexas o complementarias. Asimismo, podrá asociarse, consorciarse y formar uniones temporales con otras entidades públicas o privadas, nacionales o extranjeras, para el desarrollo de sus cometidos sociales.
- ✓ Promover la investigación y el desarrollo de tecnologías en los campos relacionados con la empresa; explotar y divulgar los resultados y avances que obtenga la empresa, según las reglas pertinentes.
- ✓ Celebrar convenios de cooperación con entidades nacionales y extranjeras en desarrollo de su objeto.
- ✓ Contratar empréstitos y realizar operaciones financieras encaminadas a obtener recursos para atender las obligaciones a su cargo.
- ✓ Participar y presentar ofertas en procesos de licitación nacional e internacional en forma individual o mediante la constitución de consorcios o uniones temporales.
- ✓ Expedir los actos, celebrar los contratos y realizar las operaciones necesarias para el cumplimiento de su objeto social.



#### 4.1.8. Zonificación

Tabla 1: Zonificación acueducto de Bogotá

| ZONA | LOCALIDADES                                                                                                               |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Suba y Usaquen                                                                                                            |
| 2    | Engativá, Chapinero, Teusaquillo y Barrios Unidos                                                                         |
| 3    | Santafé, San Cristóbal, Tunjuelito, Fontibón, Antonio Nariño, Puente Aranda, Rafael Uribe Uribe, Mártires y La Candelaria |
| 4    | San Cristóbal, Usme, Tunjuelito, Kennedy, Puente Aranda, Rafael Uribe Uribe y Ciudad Bolívar                              |
| 5    | Kennedy, Bosa y el municipio de Soacha                                                                                    |

Fuente: (EAAB-ESP, s.f.)

#### 4.1.9. Estructura Organizacional

La estructura organizacional de la EAAB-ESP tiene en su máximo nivel a la Junta Directiva, seguido de la Gerencia General que sobrepone a la Secretaría General y a los Asesores grado 6 y grado 8. Dentro de la jerarquía continúan las direcciones y posteriormente las gerencias corporativas, jurídicas y tecnológicas. Sin embargo, la estructura organizacional por zonas, está compuesta en su máximo rango por la gerencia corporativa de servicio al cliente y se subdivide en las gerencias de cada zona (1-5) (EAAB-ESP, s.f.).

## 4.2. Marco Conceptual

- ✓ **Afluentes:** Es un tributario o una corriente de agua que se descarga en otra corriente principal (Quispe, 2012).
- ✓ **Conexiones erradas:** Según el RAS título D, una conexión errada es una contribución adicional de caudal en una red pluvial sanitaria o pluvial, como consecuencia del aporte de aguas pluviales o sanitarias (RAS 2000).
- ✓ **Efluentes:** Corriente de agua que se separa o desprende de una corriente principal (Quispe, 2012).
- ✓ **Vertimientos:** Según la ANLA, un vertimiento es una descarga final a un cuerpo de agua, al alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido (ANLA, 2020).
- ✓ **Canales:** Cauce artificial de agua de formas varias según su función (Navegación, conducción, riego, hidroeléctricos, etc.) (Alunni, 2011).
- ✓ **Sumideros:** Estructuras de captación diseñadas para recolectar la escorrentía superficial de cunetas localizadas en las vías vehiculares o peatonales para entregarlas a estructuras de conexión o pozos de inspección; son ubicadas y diseñadas en forma lateral o transversal al sentido del flujo (RAS 2000).
- ✓ **Pozos de inspección:** Estructura construida comúnmente de ladrillo y concreto, diseñada con la finalidad de permitir la ventilación, el acceso y el mantenimiento de los colectores del alcantarillado (EAAB-ESP, 2005).
- ✓ **RCD:** Según la resolución 472 de 2014, los Residuos de Construcción y Demolición, son los residuos provenientes de las actividades de excavación, construcción, demolición, reparaciones o mejoras locativas de obras civiles o de otras actividades conexas. Se

reconocen 2 tipos: RCD susceptibles de aprovechamiento y RCD no susceptibles de aprovechamiento, divididos en 4 y 3 subgrupos, respectivamente (Resolución 472 de 2014).

- ✓ **Caja Domiciliaria:** Es una estructura de inspección y verificación, ubicada generalmente frente al predio al cual corresponde (EPM, 2019).
- ✓ **Acueducto:** Sistemas integrados formado por tuberías y canales que transportan agua potable para abastecer una población (RAE, s.f).
- ✓ **Alcantarillado:** Sistemas integrados que evacúan las aguas residuales o pluviales desde el punto de generación hasta el punto de tratamiento o disposición (RAE, s.f).
- ✓ **Grandes generadores:** Son los usuarios no residenciales que generan y presentan para la recolección residuos sólidos en volumen superior a un metro cúbico mensual. También se considera gran generador las personas jurídicas de derecho público que realizan obras públicas, tales como redes urbanísticas de acueducto, alcantarillado, energía, teléfono, vías, puentes, túneles, canales e interceptores hidráulicos, entre otros (Resolución 01115 de 2012).

### 4.3. Marco Teórico

#### 4.3.1. Vertimientos y Efluentes Industriales

Los sistemas de alcantarillado, estructuras hidráulicas y plantas de tratamiento, se diseñan para un caudal y un tipo de agua específica. Para garantizar que las características del agua que ingresan al sistema de alcantarillado no difieran del tipo de agua que este soporta, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) emitió la resolución 0631 de 2015 por medio de la

cual “se establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones”; la resolución determina los valores o rangos en los que deben estar los parámetros antes de descargar las aguas residuales a cualquier medio. A fin de determinar el valor real de los contaminantes de las aguas, es necesario realizar una caracterización de vertimientos, pues ésta proporciona la información necesaria para conocer el estado y rango de los parámetros del agua (Resolución 0631 de 2015).

Las aguas residuales domésticas o residenciales provenientes de descargas de: retretes, servicios sanitarios, sistemas de aseo personal (ducha y lavamanos), áreas de cocinas y cocinetas, pocetas de lavado de elementos, aseo, lavado de paredes y pisos; no requieren permiso de vertimientos, pues el sistema se diseñó para tratar y recibir este tipo de descargas. Por otra parte, los suscriptores y/o usuarios en cuyos predios o inmuebles se requiera de la prestación del servicio comercial, industrial, oficial y especial, están en la obligación de presentar y cumplir al prestador del servicio, la caracterización de sus vertimientos según sea solicitado conforme a lo establecido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), mediante el artículo 2.2.3.3.4.17 del Decreto 1076 del 25 de Mayo de 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible” (EMCALI, 2018).

Los efluentes industriales son aquellos generados por alguna de las actividades enumeradas en el anexo 2 de la resolución 631 de 2015, los cuales están en la obligación de presentar una caracterización de vertimientos según lo exijan las autoridades ambientales o el prestador del servicio de alcantarillado (Urbanismo cartagena, s.f.). De acuerdo a la actividad productiva se generan contaminantes o valores atípicos a los contemplados en los tratamientos de las aguas domiciliarias y se modifican algunos parámetros, por ejemplo:

- ✓ Aumento o disminución de temperatura
- ✓ Variaciones extremas del pH (Alcalino/ácido)
- ✓ Incremento de los sólidos en suspensión
- ✓ Aumento de aceites y grasas
- ✓ Presencia de metales y metaloides (Aluminio, Cinc, Hierro, arsénico, cadmio, cromo, cobre, mercurio, plomo, etc.)
- ✓ Presencia de colorantes en el agua
- ✓ Variaciones de la DBO Y DQO
- ✓ Aumento de coliformes totales

Para poder descargar las aguas residuales industriales en el sistema de alcantarillado o un cuerpo receptor, se deben implementar sistemas que reduzcan la carga contaminante y que garanticen el cumplimiento de los valores permisibles antes de realizar el vertimiento. Los sistemas a implementar dependen de los parámetros cuyos valores estén desfasados o no cumplan con lo establecido por la normatividad o la empresa prestadora del servicio de alcantarillado; pueden variar en volumen, composición, frecuencia y tipo (física, química, microbiológica, radiactiva). La depuración de las aguas se realizará mediante la instalación de unidades de pretratamiento, plantas específicas o la modificación de los procesos productivos. (Hernández carvajal, 2017)

#### **4.3.2. *Mantenimiento de Canales***

El mantenimiento de los canales tiene como finalidad prolongar el funcionamiento, vida útil de la estructura y mantenerla en condiciones aceptables para que fluya adecuadamente el agua lluvia, pues al garantizar esta condición, se están reduciendo riesgos asociados a inundaciones, encharcamientos y empozamientos. Las labores ejecutadas en las limpiezas y mantenimientos se

realizan manual o mecánicamente dependiendo de las condiciones del canal, sin embargo, algunos ejemplos son:

- ✓ Corte de césped/ despaste de taludes: se verifica y controlan los peligros latentes en la zona como zanjas, piedras, alambres, latas, entre otros, que puedan causar daño físico a trabajadores y equipo; es necesario utilizar los EPPs. Se delimita el área a intervenir, se ejecuta el corte del césped, se retiran los residuos generados y se transportan hacia un punto de recepción autorizado de acuerdo a lo estipulado por la normatividad vigente. Es importante tener en cuenta que no se puede disponer ningún tipo de residuo en el canal y se deben implementar medidas para evitar taponamientos u obstrucciones por acción del residuo de pasto.
- ✓ Limpieza del fondo de los canales: corresponde a todo lo que se encuentra obstruyendo directamente el curso del agua dentro del canal como sedimentos y material vegetal. Las labores se pueden realizar por medio de maquinaria especializada o con mano de obra y los residuos retirados deben ser transportados y dispuestos según la normatividad vigente en un lugar de disposición de residuos orgánicos. (OPAIN, 2020)
- ✓ Retiro de residuos y escombros: de forma manual o mecánica (Alcaldía de Bogotá, 2019)
- ✓ Planteo y repique de árboles: cuando es necesario. (Alcaldía de Bogotá, 2019)

#### **4.3.3. Mantenimiento de Sumideros**

La limpieza y mantenimiento de sumideros se desarrolla de forma correctiva o preventiva a la situación ocasionada por el taponamiento de estas estructuras hidráulicas. Se utiliza para prevenir o retirar desechos, sedimentos, vegetación y en general material de arrastre que pueden

obstruir el curso normal del agua lluvia hacia el desagüe, ocasionando malos olores e inundaciones. Los elementos utilizados para las limpiezas varían, pero en general cuando un sumidero se puede limpiar manualmente se utiliza un cepillo, una pica, una pala y una carretilla; adicional a los elementos de protección personal. La limpieza se realiza en la rejilla, sifones y sumidero. (Universidad Industrial de Santander, 2009)

Cuando el sumidero se encuentra colmatado y la limpieza no se puede realizar manualmente, se solicita un equipo succión-presión (vactor), el cual es un vehículo que cuenta con un chorro de agua a alta presión que propulsa una manguera por la tubería y remueve el material que genera la obstrucción; también cuenta con una sonda que succiona los sedimentos y residuos que están siendo removidos por la manguera a presión. El vehículo posee un tanque de almacenamiento que contiene y transporta los residuos retirados hacia un lugar de disposición adecuado y autorizado por la autoridad ambiental competente. (Las Ceibas, 2017)

Las labores de limpieza y mantenimiento en sumideros y canales permiten mantener los elementos físicos de las estructuras funcionando adecuadamente; sin embargo, dichas labores se pueden reducir si los usuarios realizan un adecuado manejo de los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario. El buen estado y correcto funcionamiento de estos espacios, proporciona diversos beneficios para las comunidades y la empresa, por ejemplo:

- ✓ Evita inundaciones
- ✓ Mejora las condiciones hidráulicas de la estructura
- ✓ Mejora la movilidad vehicular y peatonal en espacios donde interviene alguna de estas estructuras
- ✓ Alarga la vida útil de las estructuras

- ✓ Mejora impacto visual y paisajístico
- ✓ Disminuye costos de inversión para reparaciones complejas

Por otra parte, para evitar daños en los sumideros es importante no utilizarlos para funciones distintas a las de la evacuación de aguas lluvias. Algunas recomendaciones para el buen uso del sistema son:

- ✓ Evitar poner sobre las rejillas de los sumideros elementos que exceden el peso máximo soportable por la rejilla
- ✓ Nivelar el terreno en donde se ubicará el sumidero para evitar complicaciones directamente con la estructura por fisuras, taponamientos o colapsos.
- ✓ Evitar el crecimiento de maleza o material vegetal que tapone u obstruya el sumidero
- ✓ No verter al vertedero aguas con jabón, aceites, tintas, sustancias tóxicas, entre otros.
- ✓ Únicamente manipular el sumidero personal autorizado
- ✓ Evitar la disposición de restos de comida u objetos de gran y pequeño tamaño en el sumidero. (Ministerios de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

#### ***4.3.4. Educación Ambiental y Herramientas Didácticas***

La sociedad necesita generar conciencia sobre las problemáticas y conocer las soluciones relacionadas con el medio ambiente, su responsabilidad y actitud frente a fenómenos como el cambio climático, el efecto invernadero, la deforestación y el deshielo, serán cruciales para la supervivencia como especie. Actualmente, diversas organizaciones crean estrategias en pro del cambio social que generará un cambio ambiental, invierten recursos económicos-humanos en la inserción del conocimiento ambiental y las buenas prácticas en personas que están dispuestas a

entender que son actores principales en el cambio y que son integrantes de un sistema que debe mejorar a favor de la salud ambiental, de una forma que vincule los procesos cognitivos, procedimentales y actitudinales y los convierta en escenarios de cambio. Con el fin de lograr este objetivo, diversas entidades privadas o gubernamentales propician espacios que conducen al fortalecimiento del conocimiento en materia ambiental, algunas de las estrategias implementadas son: juegos didácticos, recorridos guiados, ambientes virtuales, tecnología, folletos, cartillas, entre otros. (Siachoque, Buitrago, & Romero, 2016)

Partiendo de la necesidad urgente de cambio de actuación que requiere el planeta por parte de los seres humanos, surge la educación ambiental, la cual cumple una función importante en ese proceso de transformación cultural. Las herramientas que convergen junto con la educación ambiental hacia el cambio de proceder de los seres humanos, deben cumplir requisitos mínimos encaminados a la participación social y la adaptabilidad de las teorías en la práctica. (Ramírez Bravo, 2008)

Existe un término relacionado con la educación y las estrategias implementadas para la transmisión del conocimiento, que es la pedagogía; esta busca impactar en el proceso educativo de una persona, desde diferentes aspectos, técnicas, metodologías y principios. En este sentido, para implementar estrategias pedagógicas es necesario considerar “la participación social, la comunicación horizontal entre los diferentes actores que integran los estamentos, la significación de los imaginarios simbólicos, la humanización de los procesos educativos, la contextualización del proceso educativo y la transformación de la realidad social”. (Ramírez Bravo, 2008)

*Figura 1: Supuestos de la pedagogía*



*Fuente: (Ramírez Bravo, 2008)*

La educación ambiental didáctica relaciona la teoría, la práctica del problema y los medios para lograr la solución del problema mediante estrategias de enseñanza. La didáctica se basa en el “cómo” de la construcción personal del conocimiento y cómo abordar de una forma menos compleja, los modelos educativos complejos. El punto focal es que, de una manera más interactiva, se relacione lo que requiere transmitir el educador con lo que debe aprender el estudiante, al mismo tiempo que desarrolla métodos de formación que facilitan la recepción y comprensión del conocimiento. (García E. , 2015) El mundo cambiante de hoy requiere de cambios en los métodos de aprendizaje corrientes, que no irrumpen en la innovación ni paralicen los procesos de aprendizaje, la generación de ideas, las soluciones modernizadas y los planteamientos revolucionarios. (García E. , 2015)

El uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) replantearon la manera de divulgar la información. Con el uso de las TIC es posible ahorrar recursos que antes eran indispensables como el papel; así mismo, es posible abarcar una mayor cantidad de receptores

y permite utilizar sistemas innovadores que propician la comunicación y participación de los aprendices. (Fijóo, 2017)

#### **4.4. Marco Legal**

La EAAB-ESP, haciendo alusión a uno de sus valores (transparencia), cuenta con una amplia gama de leyes, decretos, acuerdos, circulares, resoluciones y políticas CONPES, que abarcan distintos sectores y procesos dentro de la empresa, algunos de estos son:

- ✓ Ley 80 de 1993: Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública
- ✓ Ley 79 de 1986: Por la cual se provee a la conservación del agua y se dictan otras disposiciones. En esta ley se habla sobre las áreas de reserva forestal, como sistema clave para la conservación y preservación del agua
- ✓ Ley 788 de 2002: Por la cual se expiden normas en materia tributaria y penal del orden nacional y territorial
- ✓ Ley 1474 de 2011: Por la cual se dictan normas orientadas a fortalecer los mecanismos de prevención, investigación y sanción de actos de corrupción y la efectividad del control de la gestión pública.
- ✓ Decreto 2141 de 2016: Por medio del cual se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo sostenible, en lo relacionado con el ajuste a la tasa retributiva.

- ✓ Decreto 1090 de 2018: Por medio del cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro de Agua y se dictan otras disposiciones.
- ✓ Decreto 2667 de 2012: Por el cual se reglamenta la Tasa Retributiva por la Utilización Directa e Indirecta del Agua como Receptor de los Vertimientos Puntuales, y se toman otras determinaciones.
- ✓ Decreto 312 de 2006: Por el cual se adopta el Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos para Bogotá Distrito Capital
- ✓ Decreto 620 de 2007: Por medio del cual se complementa el Plan Maestro de Residuos Sólidos (Decreto 312 de 2006), mediante la adopción de las normas urbanísticas y arquitectónicas para la regularización y construcción de las infraestructuras y equipamientos del Sistema General de Residuos Sólidos, en Bogotá Distrito Capital.
- ✓ Decreto 1076 de 2015: "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible" Este decreto es una compilación de las normas expedidas por el Gobierno Nacional en cabeza del Presidente de la República
- ✓ Resolución 631 de 2015: Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
- ✓ Resolución 1115 de 2012: Por medio de la cual se adoptan los lineamientos Técnico Ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital.
- ✓ Ley 373 de 1997. Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

- ✓ Resolución 0472 de 2017. Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición- RCD y se dictan otras disposiciones.

## 5. Desarrollo de la Pasantía

### 5.1. Actividades Realizadas

Las actividades realizadas durante la pasantía se desarrollaron en campo y en oficina, la elaboración de informes, respuestas, correos, revisión de planillas y georreferenciación se llevó a cabo en oficina; no obstante, la inspección de vertimientos, chequeo de mantenimientos y verificación de quejas por parte de usuarios, se efectuaban en campo. En la tabla número 2 se muestra la lista de actividades con su respectiva descripción y el tiempo invertido en horas durante la práctica. La actividad que más tiempo requirió fue al seguimiento de los contratos PICCE; por el contrario, la menos frecuente fue la georreferenciación. Las horas totales invertidas fueron 568.

*Tabla 2: Actividades realizadas durante la pasantía*

| <b>ACTIVIDADES</b>                            | <b>DESCRIPCIÓN</b>                                                                                                                 | <b>TIEMPO<br/>INVERTIDO<br/>(h)</b> |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Visitas</b>                                | Se realizaron las visitas solicitadas en las entradas CORI y las relacionadas con vertimientos                                     | 88                                  |
| <b>Elaboración Informes Visitas</b>           | Se elaboraron los informes de las visitas de vertimientos                                                                          | 48                                  |
| <b>Seguimiento Picce</b>                      | Se recibieron y remitieron los informes mensuales de RCD y formatos de cierre y apertura de pin.                                   | 112                                 |
| <b>Revisión Planillas Sumideros y Canales</b> | Se recibieron las planillas de limpiezas de canales y sumideros y se constató la existencia del registro fotográfico de cada labor | 24                                  |
| <b>Actualización Sumideros Y Canales</b>      | Se actualizó la información en los registros del acueducto, de las limpiezas de sumideros y canales.                               | 32                                  |
| <b>Actualización Presentaciones</b>           | Se actualizó la información de sumideros y canales, en las presentaciones de power point por localidades                           | 40                                  |
| <b>Oficios Cori</b>                           | Se dio respuesta a entradas CORI                                                                                                   | 92                                  |
| <b>Informes Generales</b>                     | Se realizaron informes internos de distintos temas solicitados                                                                     | 40                                  |

|                           |                                                                                  |     |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Georreferenciación</b> | Se insertaron algunos de conexiones erradas en el aplicativo online              | 8   |
| <b>Otras</b>              | Capacitaciones, reuniones, memorandos, archivo, diapositivas, empalme, dotación. | 92  |
| <b>TOTAL</b>              |                                                                                  | 568 |

*Fuente: Autora*

## 5.2. Metodología

La metodología plasmada en la imagen 3, muestra el modo en el que se ejecutaron las actividades durante la pasantía en la EAAB-ESP. La ilustración metodológica se divide en 5 grandes grupos: Seguimiento al programa de efluentes industriales, seguimiento a los contratos PICCE, verificación de los mantenimientos-limpiezas a sumideros y canales, georreferenciación y sensibilización.

El seguimiento al programa de efluentes industriales se desarrolla inicialmente con una visita programada al punto en cuestión o por una entrada CORI en la que un usuario expone una queja o solicitud; posteriormente la empresa programa la visita de chequeo. En el lugar visitado se verifica la caja de domiciliaria del predio, la red principal y el sistema de depuración implementado según la naturaleza de las aguas residuales (trampa de grasas, descomidadero, reactor, etc); durante la visita, se completan los formatos respectivos que contienen información del establecimiento, del propietario, del sistema de depuración implementado y de los requerimientos hechos. Finalmente se elabora un informe en la oficina de acuerdo a lo encontrado en el establecimiento y se archiva.

El seguimiento a los contratos PICCE y otros contratos se realiza por medio de la revisión de los informes mensuales de RCD, elaboración de informes internos con respecto a avances, actividades y supervisores de los contratos; también se reciben los informes ambientales y se

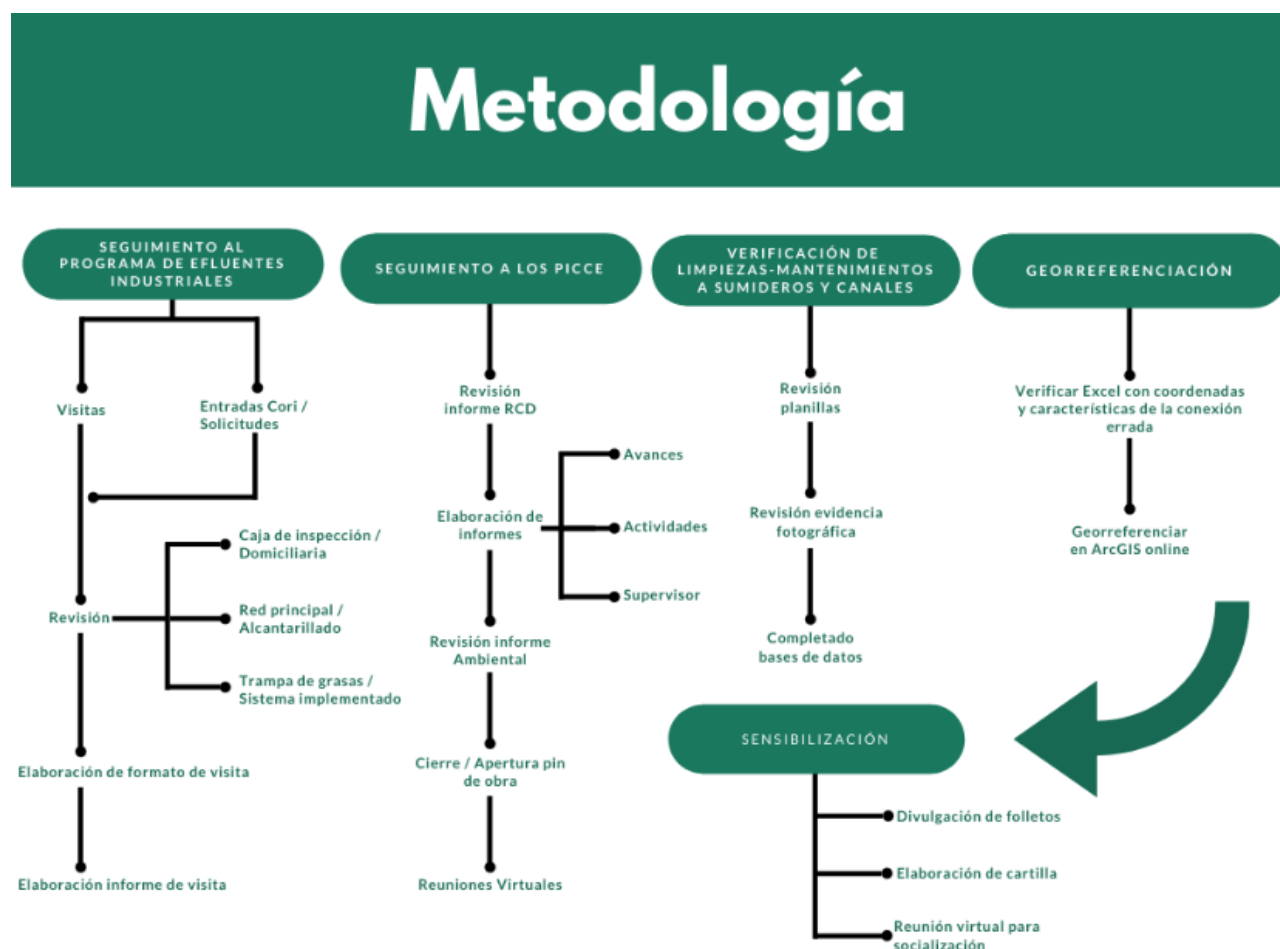
brinda apoyo con la apertura y cierre de pin de obra. Algunas veces se organizan reuniones virtuales para asesorías y revisiones.

El procedimiento para la verificación de los mantenimientos y limpiezas a sumideros y canales, da inicio con la revisión de las planillas suministradas por aguas de Bogotá; posteriormente se revisa la evidencia fotográfica y por último se completan las bases de datos del acueducto con la nueva información suministrada.

La georreferenciación inicia con una verificación del Excel que contiene coordenadas y características de la conexión errada a georreferenciar y finaliza con la ubicación del punto en la aplicación de ArcGis online.

La primera jornada de sensibilización se llevó a cabo con la divulgación y entrega de folletos, continuó con la elaboración de una herramienta didáctica (cartilla) y culminó con 2 reuniones virtuales en las que se promovió la conciencia ambiental y se fomentó el buen manejo de las redes de alcantarillado y diversos sistemas sanitarios.

Imagen 3: Metodología de trabajo



Fuente: Autora

### 5.3. Desarrollo de Actividades

#### 5.3.1. Vertimientos y Limpiezas-Mantenimientos Sumideros y Canales

El objetivo general de la pasantía es apoyar los procesos de la Dirección Operativa Zona II en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá en calidad de pasante y para alcanzarlo, es necesario cumplir con lo propuesto en los objetivos específicos. Como meta puntual se planteó realizar el seguimiento al programa de efluentes industriales y a las limpiezas-mantenimientos de

los cuerpos de agua y estructuras de la zona 2 del acueducto; para lo cual, se llevaron a cabo diversas actividades que en conjunto permitieron el logro de este objetivo.

El programa de efluentes industriales se fundamenta en el reportar, verificar y controlar, su finalidad es que los usuarios cumplan con la normatividad vigente en materia de vertimientos, se mejoren las prácticas sanitarias y se optimice el funcionamiento de las redes de alcantarillado de la ciudad. Para lograr lo anteriormente nombrado, por medio de oficios internos o externos se verifican los usuarios que realizan vertimientos no domésticos a las redes de alcantarillado, posteriormente se realiza una visita diagnóstica para conocer el estado de las estructuras sanitarias y definir si cumple o no con lo establecido por la norma; si no cumple, se realiza un oficio con la solicitud de los requerimientos y se programan las visitas de seguimiento; si el usuario no cumple dentro de los días específicos, se aplica lo establecido en la normatividad vigente y se informa a la autoridad ambiental.

Debido a la pandemia, las visitas fueron restringidas y en este caso se llevaron a cabo 4 a diferentes usuarios. Las cuatro visitas se realizaron a los establecimientos de comercio: “doña segunda”, “Argrab”, “Narturcrunch” y “Agua comida de mar”. El primero y segundo, según oficios externos, generaba malos olores, roedores, coloraciones e inundaciones en la zona; el segundo, solicitó la visita para un concepto técnico y acompañamiento para la elaboración de una trampa de grasas y una caja de inspección y el tercero fue una visita de revisión programada donde resultó favorable de acuerdo a los óptimos sistemas implementados. Se visitaron los lugares y se registraron los pozos de inspección para determinar los tramos contaminados, seguidamente se revisaron las cajas domiciliarias de los establecimientos, se requirieron los sistemas necesarios según las características de las aguas servidas, se completó el formato de visitas y se programaron las de seguimiento si se requería.

Las limpiezas de sumideros y canales permiten mantener una sanidad y normal funcionamiento en el sistema de alcantarillado. Debido a que estas estructuras (sumideros) están expuestas y recogen las aguas lluvias de forma transversal o lateral (dependiendo el tipo de sumidero), es común que se acumulen sedimentos, basura o elementos que obstruyen y minimizan la efectividad de captación del mismo; por esto, se ejecutan labores de limpieza o mantenimiento constantes, en las que se extrae el material taponado y se revisa el estado del sumidero.

Los canales cuya función es el transporte de aguas lluvias, se impactan negativamente debido a: las conexiones erradas que realizan los usuarios para verter las aguas residuales o de otra naturaleza en su cauce, los residuos sólidos que depositan en los mismos, la presencia de especies de flora invasoras en las riveras y la proliferación de buchón de agua. Así mismo, en vista de que los habitantes de la calle invaden estos espacios, el agua conducida y los espacios aledaños al cauce se ven seriamente alterados y deteriorados. A razón de esto, las empresas gestoras requieren coordinar limpiezas y mantenimientos constantemente en estas zonas, pues de no ser así, la calidad de los cuerpos receptores como humedales y ríos en donde desemboca la red, se verían impactados negativamente.

La empresa de acueducto tiene un convenio interadministrativo con aguas de Bogotá, en el que nombrada empresa ejecuta acciones de limpieza o mantenimientos en los sumideros y canales del acueducto realizando labores de recolección de residuos sólidos, retiro de buchón de agua, poda, deshierbe, aprovechamiento de residuos, retiro de lodos y sedimentos, destapone de sumideros, entre otros. A fin de verificar las actividades y realizar el debido seguimiento al convenio, aguas de Bogotá mensualmente presenta las planillas en las que se relaciona el total de las actividades efectuadas a la empresa de acueducto. Las funciones de la Dirección Operativa con respecto a los sumideros, consisten en verificar el registro fotográfico de cada una de las estructuras

especificadas (sumideros) en las planillas y posteriormente completar la base de datos de la empresa con información como: dirección, tipo de estructura, características generales del sumidero, residuos recolectados, entre otros. Con respecto a los canales, se reciben las planillas y se completa la base de datos con información sobre los metros podados, la cantidad retirada de buchón, el volumen extraído de residuos, las unidades de residuos aprovechados o dispuestos, entre otros. Adicionalmente, se realizan presentaciones en power point por localidades con la nueva información proporcionada para ser expuesta en reuniones internas del acueducto. Finalmente, en algunas ocasiones se realizaron visitas de verificación.

La limpieza presión- succión o vector se utiliza para desobstruir tuberías o tanques de almacenamiento tapados, en los que su funcionalidad está reducida al mínimo o es nula. Algunos sumideros no pueden ser limpiados manualmente por su intensidad de taponamiento, por lo que Aguas de Bogotá realiza la observación en las planillas y la empresa envía un equipo vector. Así mismo, puede haber sumideros cuya tapa o rejilla está dañada, existe una tubería de gas que imposibilita la limpieza, hay una fuga de agua potable o por alto contenido de carga biológica, no es posible intervenir la estructura. En las situaciones anteriores, se listan los sumideros con este tipo de observaciones y se remite al área de cabrestantes donde se envía un equipo especializado que verifica y da solución al problema.

A continuación, se muestra el registro fotográfico en el que se evidencia la ejecución de algunas labores de limpieza.

Tabla 3: Registro fotográfico limpiezas y mantenimientos de canales



Fuente: Autora

### **5.3.2. Seguimiento a Contratos PICCE y Otros Contratos**

Para brindar seguimiento a los contratos del Programa de Identificación y Corrección de Conexiones erradas (PICCE) y otros contratos de rehabilitación, optimización y reconstrucción de estructuras, se revisaron asuntos relacionados con la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD), cierre o apertura de pin de obra e informes ambientales. En total se verificaron nueve contratos, cinco de estos tienen como objeto la Identificación y Corrección de Conexiones Erradas, dos rehabilitación de estructuras, uno optimización de estructuras y uno reconstrucción de estructuras.

La EAAB ejecuta acciones en beneficio de la reducción de conexiones erradas de la capital del país, las cuales causan daños en los cuerpos de agua y estructuras hidráulicas de la ciudad. En beneficio de la sociedad, el medio y la economía, implementaron el Plan de Identificación y Corrección de Conexiones Erradas (PICCE), que cuenta entre otras cosas, con contratos específicos cuyos objetos son identificar y corregir las conexiones erradas de una zona determinada. En el grupo ambiental de la dirección operativa, se revisa y hace seguimiento a los contratos que pertenecen al programa PICCE de la zona 2 y adicionalmente, a los que tienen otro tipo de objeto. Dentro del control efectuado, se verifican los informes de Residuos de Construcción y Demolición, que deben ser enviados mensualmente por medio de un correo electrónico; posteriormente, se remiten a gerencia ambiental para el respectivo cargue al aplicativo web de la Secretaria de Ambiente. Por otra parte, se debe revisar constantemente el avance de la obra, los cierres o creaciones de pin de obra y algunos informes ambientales.

En el marco de lo establecido en la Resolución 01115 de 2012, “Por medio de la cual se adoptan los lineamientos Técnico - Ambientales para las actividades de aprovechamiento y

tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital”, la Secretaría de Ambiente desarrolló un aplicativo web en el cual deben cargarse mensualmente los informes de Residuos de Construcción y Demolición de los grandes generadores en el perímetro urbano de Bogotá. La empresa de acueducto no está excepta de estas obligaciones, por lo que sus contratos deben llevar los registros de recolección, transporte, acopio y aprovechamiento o tratamiento de los RCDs que se generan en el desarrollo de sus obras internas y externas. En concordancia con esto, los contratistas de todos los contratos de la empresa, para cumplir con los requisitos de la Secretaría de Ambiente y la Gerencia Ambiental de la EAAB, mensualmente deben enviar los reportes de RCD al correo, para ser revisado por el grupo ambiental de la dirección operativa y posteriormente remitido al área de RCD de la empresa, quienes son los encargados de aceptar o rechazar los documentos y formatos; si hay errores, es devuelto el informe para sus correcciones respectivas. Una vez es revisado y corregido el reporte del mes, se envía el documento oficial que certifica el cargue satisfactorio al aplicativo.

Para cumplir con los requerimientos de la SDA, los contratistas deben enviar al acueducto formatos e informes en los que se demuestre:

### **Certificación de material dispuesto**

- ✓ Especificación del tipo de material
- ✓ Total de viajes
- ✓ Volumen total dispuesto, entre otros.

### **Control diario de transporte**

- ✓ Fecha de transporte
- ✓ Placa del vehículo transportador

- ✓ Pin del transportador
- ✓ Clasificación, etapa de la obra
- ✓ Responsable del despacho
- ✓ Nombre del sitio de recepción
- ✓ Dirección del sitio de recepción

### **Informe de aprovechamiento in situ**

- ✓ Nombre del Proyecto
- ✓ Pin
- ✓ Periodo
- ✓ Registro fotográfico del antes del sitio que será utilizado para la reutilización
- ✓ Esquema del área a usar para la reutilización de los RCDs
- ✓ Tipo de material a emplear para la reutilización
- ✓ Descripción del proceso a realizar
- ✓ Registro fotográfico durante la reutilización
- ✓ Registro fotográfico de la finalización de la reutilización
- ✓ Volumen total reutilizados
- ✓ Duración del proceso
- ✓ Área final recuperada
- ✓ Valor del porcentaje de la reutilización respecto al total del material utilizado para la construcción de la obra
- ✓ Comentarios, conclusiones y/o justificación por no hacer la reutilización

### **Registro de material aprovechado**

- ✓ Cantidad material comprado a centros de aprovechamiento, Unidades material comprado a centro de aprovechamiento, Descripción del material aprovechado
- ✓ Cantidad de material reutilizado en la obra, Unidades material reutilizado en la obra, Descripción material reutilizado en obra
- ✓ Cantidad de material vendido, Unidades de material vendido, Descripción de material vendido
- ✓ Cantidad real de material a usar en la obra, Unidades de material real a usar en la, descripción de material real a utilizar en la obra

### **Seguimiento de los RCD en obra**

- ✓ Cantidad de residuos pétreos, unidades residuos pétreos, tipo de residuos pétreos (aprovechables, no aplica y no aprovechables)
- ✓ Cantidad de residuos finos no expansivos, unidades residuos finos no expansivos, tipo de residuos finos no expansivos (aprovechables, no aplica y no aprovechables)
- ✓ Cantidad de residuos finos expansivos, unidades residuos finos expansivos, tipo de residuos finos expansivos (aprovechables, no aplica y no aprovechables)
- ✓ Cantidad de residuos no pétreos, unidades residuos no pétreos, tipo de residuos no pétreos (aprovechables, no aplica y no aprovechables)
- ✓ Cantidad de residuos metales, unidades residuos metales, tipo de residuos metales (aprovechables, no aplica y no aprovechables)
- ✓ Cantidad de residuos pedones, unidades residuos pedones, tipo de residuos pedones (aprovechables, no aplica y no aprovechables)

- ✓ Cantidad de residuos cespedones, unidades residuos cespedones, tipo de residuos cespedones (aprovechables, no aplica y no aprovechables)
- ✓ Cantidad de residuos especiales, unidades residuos especiales, tipo de residuos especiales (aprovechables, no aplica y no aprovechables)

### **Aplicación de indicadores**

- ✓ Indicador de eficiencia: Este indicador está relacionado con la productividad, mide el cumplimiento de los objetivos en relación con los recursos utilizados. En la formula se puede apreciar que los recursos implicados son monetarios en donde se relaciona el presupuesto dispuesto para la gestión de los RCD con los gastos reales para lograr la gestión de los RCD. Se puede medir que tan productivo fue en términos monetarios la gestión de los RCD.

*Ecuación 1: Indicador de eficiencia*

$$\text{EFICIENCIA: } \frac{\text{Gastos mensuales de la implementación del PG RCD}}{\text{Presupuesto planeado para el PG RCD}} \times 100$$

- ✓ Indicador de eficacia: Este indicador está relacionado con el logro de los objetivos, mide si se logró lo propuesto o por el contrario se fracasó en la obtención del objetivo. La fórmula expresa la cantidad de material usado en obra en relación con la cantidad de residuos aprovechados. Con el desarrollo de la formula se puede determinar el porcentaje de residuos aprovechados que se implementaron en la obra y que, por ende, generaron impactos positivos económicos y ambientales.

*Ecuación 2: Indicador de eficacia*

$$\text{EFICACIA: } \frac{\text{Cantidad de residuos aprovechados en la obra por mes}}{\text{Cantidad de material usado para la ejecución de la obra}} \times 100$$

- ✓ Indicador de efectividad: Está relacionado con la cuantificación, es decir, que tantas veces es posible lograr lo que se quiere. La fórmula relaciona la cantidad que se estima generar de RCD y la cantidad de RCD dispuestos en sitios autorizados. Con este indicador es posible determinar el porcentaje de RCD dispuestos en relación con los que se generan. Si el dividendo es mayor al divisor, se dispuso más residuos de los estimados; si por el contrario el dividendo es menor al divisor, se aprovecharon más residuos y se dispusieron menos de lo que se estimaba, lo que es óptimo.

*Ecuación 3: Indicador de efectividad*

$$\text{EFECTIVIDAD: } \frac{\text{Cantidad de RCD dispuestos en sitios autorizados durante el mes}}{\text{Cantidad estimada de RCD a generar en el mes}} \times 100$$

Por otra parte, dentro de las labores colaterales a la gestión de los RCD, surge la creación o cierre del pin de obra, el cual sirve para identificar el contrato dentro del aplicativo web y llevar un control único dentro de la empresa y la SDA. La actividad nombrada consiste en generar un aviso SAP, que en general es una herramienta computacional para realizar solicitudes de diferentes tipos; seguido de esto, se organiza una reunión junto a gerencia ambiental para que ellos desde su

área, expliquen los requisitos y condiciones para la creación, cierre de pin y envío mensual de reportes RCD. En el espacio de reunión virtual, se socializan los formatos y anexos respectivos para las acciones correspondientes a la gestión de los RCD antes, durante y después de la ejecución de la obra.

Los informes ambientales son recibidos, leídos, firmados y archivados para tener el histórico mensual de los mismos. Generalmente estos informes contienen la descripción general del proyecto, información general del contrato, compromisos ambientales del contratista, seguimientos y evaluaciones socioambientales y todo lo referente a la gestión ambiental (licencias, educación ambiental, maquinaria y equipos, gestión de RCD, manejo de residuos sólidos, planes de manejo ambiental, etc.). Por medio de este informe es posible identificar la condición de los recursos naturales y el ambiente en general (aire, suelo, agua y energía), entender los cambios ambientales en el espacio-tiempo, valorar las actividades y gestión ambiental del contrato.

En general, sin importar si correspondía a un contrato PICCE o no, se debía realizar el seguimiento a los reportes mensuales de RCD, gestionar el cierre o apertura de pin de obra, recibir los informes ambientales mensualmente y realizar informes internos según lo requerido de acuerdo a avances y actividades de los contratos.

Finalmente, como actividad complementaria, se realizó un proceso de georreferenciación de las conexiones erradas que estaban verificadas, diseñadas o corregidas, en una aplicación de ArcGis online, la cual permite verificar y cuantificar el estado de las conexiones erradas. La actividad consiste en la inserción de los puntos o coordenadas, así como las características propias de la conexión, de acuerdo a lo enviado en un consolidado suministrado por otra área de la entidad. La información cargada sirve como herramienta para la creación de informes que permiten dar

validez a la gestión realizada por parte de la empresa para reducir la contaminación del río Bogotá, ante las autoridades ambientales.

### ***5.3.3. Proceso de Educación Ambiental y Sensibilización***

Con el objetivo de dar un aporte adicional como ingeniera ambiental, se propuso una alternativa en pro de la generación de conciencia ambiental y de inserción de buenas prácticas medioambientales en la cotidianidad de las personas. La educación ambiental es un proceso por medio del cual se intenta transmitir conocimientos alusivos a la protección del entorno natural, para lo que existen diversas metodologías y procesos. En este caso, la alternativa aplicada para la transmisión de la información fue una cartilla didáctica.

La cartilla informativa se elaboró con base en los temas tratados durante la práctica profesional los cuales son: conexiones erradas, vertimientos, canales, sumideros, manejo de aceite y normatividad vigente. Cabe resaltar que los temas son de fácil entendimiento para una amplia gama de personas.

La cartilla está compuesta por 11 páginas que se dividen así:

1. Portada de la cartilla. Contiene el título de la cartilla y datos curiosos sobre el agua de la historia y sus características
2. Presentación. Se presenta la cartilla como medio de divulgación, contenido y objetivo de la misma
3. EAAB. Se presenta la empresa de acueducto como entidad gubernamental y se brindan algunas características propias de la entidad
4. Sumideros. Definición y tipos de sumideros
5. Canales. Definición y tipos de agua que conduce el canal

6. Conexiones Erradas. Definición y consecuencias negativas de estas
7. Vertimientos. Definición y caracterización de vertimientos.
8. Limpieza vector. Como funciona y como prevenirla
9. Manejo de aceites. Consecuencias, prevención y proceso de recolección de aceite usado.
10. Normatividad
11. Referencias

Una vez elaborada la herramienta didáctica se programaron 2 reuniones virtuales por medio de la plataforma zoom, debido a que la pandemia impedía la reunión física. La primera reunión virtual tuvo entre 17 y 20 participantes de diferentes edades, sexo y ubicación geográfica. Es importante resaltar que las profesiones de los asistentes fueron diversas y debido a la atención, actitud receptiva frente a los temas explicados y preguntas formuladas con respecto al manejo del aceite en casa y las especificaciones de los gestores externos, se puede concluir que el contenido temático de la cartilla es óptimo para el entendimiento y gusto de personas con distintas características y conocimientos.

Las personas estuvieron interesadas en la gestión del aceite de cocina usado, cuestionaron sobre la forma correcta de disponerlo y transportarlo. Se dieron indicaciones precisas acerca del tratamiento que debe darse, como evitar verterlo en las redes de alcantarillado directamente; se explicó que, por el contrario, es preferible almacenarlo en botellas con tapa y luego llevarlas a un gestor externo que trata estos residuos especiales; así mismo, se recomendó antes de lavar los sartenes o implementos de cocina cargados de aceite, limpiar los excesos de grasa con una servilleta.

La segunda reunión fue realizada en un espacio académico de la asignatura “Educación para el desarrollo sostenible” en la que hubo una participación de 29 estudiantes de ingeniería ambiental de la Universidad Santo Tomás Tunja. La atención de los estudiantes se pudo traducir como positiva, de acuerdo a las incontables preguntas realizadas al finalizar la socialización de la cartilla. Debido al tipo de audiencia, las preguntas se encaminaron al tecnicismo de los temas abordados, es decir, al “cómo” de las actividades. Entre muchas preguntas formuladas, los estudiantes interrogaron acerca del manejo de las actividades con la limitante de la pandemia, a lo que se respondió que debido a que algunas actividades no eran obligatorias de presencialidad, fue posible manejar la alternancia; no obstante, labores como visitas y limpiezas, eran obligatorias de asistencia. Por otra parte, a solicitud de los estudiantes, se expresaron los siguientes detalles sobre el modo de proceder al realizar una visita de vertimientos: método de las inspecciones de cajas domiciliarias, pozos de inspección, sumideros y sistemas de reducción de carga contaminante (trampas de grasas, descomidadero...). Así mismo, cuestionaron sobre cuales eran las solicitudes realizadas a los usuarios, como la petición de la implementación de estructuras que mejoraran la calidad del agua que se entregaba a la red sanitaria (trampas de grasas, descomidaderos, reductores de temperatura, etc.); adicionalmente, el procedimiento general de la corrección de una conexión errada, que básicamente consiste en la generación de un contrato PICCE cuya función es enviar un equipo especializado (equipo humano, equipo de televisión CCTV, etc.) que verifica la existencia de la conexión errada y la corrige. Finalmente, el docente encargado preguntó sobre la inclusión de los pasantes en el desarrollo de las labores en la empresa, a lo que se respondió que la EAAB tiene favorables espacios y garantías que permite a los practicantes aprender sobre temas esenciales relacionados con las carreras profesionales.

Las actividades desarrolladas permitieron analizar desde diferentes enfoques la receptividad de las personas con relación a los temas y la herramienta didáctica como tal, infiriendo que es una buena estrategia de mitigación de problemas ocasionados por inadecuados comportamientos de las personas sobre las redes de alcantarillado y el medio natural; adicionalmente, contribuye en la generación de una cultura ambiental más sostenible que genera cambios en las actitudes de la ciudadanía y benefician considerablemente el planeta.

## **6. Resultados**

### **6.1. Vertimientos y Limpiezas/Mantenimientos**

En el año 2020 se realizó un total de 26 visitas a usuarios comerciales y residenciales de la zona. Las inspecciones se ejecutaron con el fin de verificar el estado en el que se encontraba el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial en cuanto a: identificación y verificación de conexiones erradas, rebosamiento de pozos, malos olores, taponamiento de la red sanitaria causada por presencia de grasas, cumplimiento del decreto 1076 de 2015 respecto a la realización de la caracterización de vertimientos y la revisión de infraestructuras hidráulicas como cajas de inspección, redes sanitarias y pluviales, sumideros, entre otros. Dichas visitas tienen el objetivo de proteger el entorno ambiental, social y económico para brindar un sistema integral que evite daños a las estructuras hidráulicas, generación masiva de conexiones erradas, impactos ambientales negativos, vertimientos altamente contaminantes y la verificación del buen uso del sistema de alcantarillado.

Al iniciar el año se realizó la lista de los establecimientos que requerían visitas de seguimiento. En marzo, debido a la pandemia, fue imposible continuar con los seguimientos y visitas programadas, sin embargo, en los meses de septiembre a noviembre se realizaron 4, en las que se verificó el estado de los pozos de inspección, sumideros, cajas domiciliarias, tipo de vertimientos, trampas de grasas y sistemas de depuración implementados. La imagen 3 corresponde a un mapa en el cual es posible evidenciar los puntos geográficos correspondientes a la ubicación de las 4 visitas realizadas en la zona 2 en los meses de septiembre a diciembre. La imagen contiene un polígono de color naranja que representa aproximadamente el área que

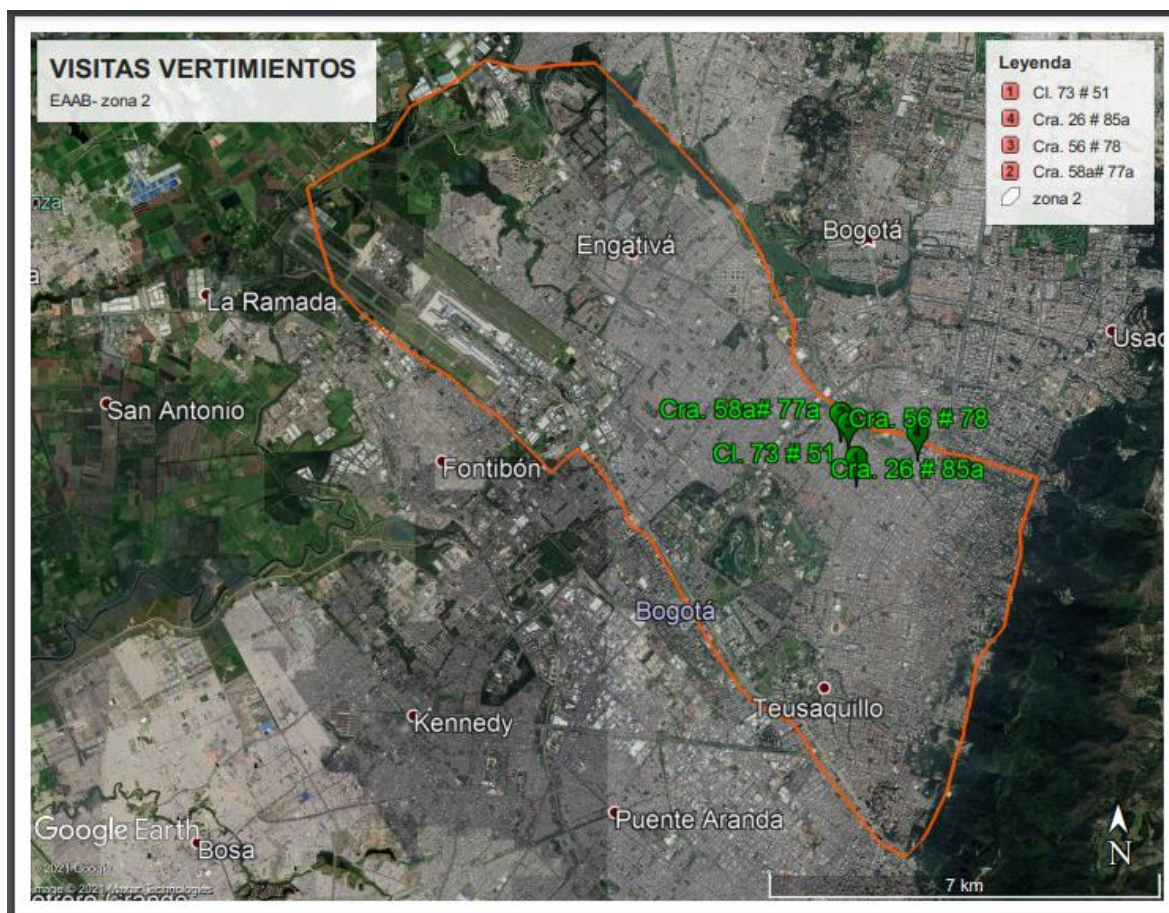
comprende la zona 2 de la EAAB; también, los 4 puntos con indicadores de números, de acuerdo al orden cronológico en el que se realizaron las visitas.

Los establecimientos visitados fueron de diferente razón social: 2 restaurantes, 1 fábrica de alimentos y 1 fábrica de tintes. De acuerdo a los tipos de aguas generados por cada lugar, se debían implementar los sistemas de descontaminación. A los restaurantes se les exigió el descomidadero en el lavaplatos, la trampa de grasas, la caja domiciliaria descubierta, el sistema de gestión y recolección de grasas y aceites de acuerdo a lo establecido por la resolución 634 de 2015, mantenimientos constantes a los sistemas de reducción de carga y completado del formato entregado al propietario donde se especifican las percepciones organolépticas y frecuencias de mantenimientos de los sistemas de depuración implementados. La fábrica de alimentos, debía poner en marcha el descomidadero en espacios utilizados en el proceso productivo, una trampa de grasas funcional en relación al caudal de salida, el sistema de gestión y recolección de grasas y aceites de acuerdo a lo establecido por la resolución 634 de 2015, mantenimientos constantes a los sistemas de reducción de carga y completado del formato entregado al propietario donde se especifican las percepciones organolépticas y frecuencias de mantenimientos de los sistemas implementados. Por último, a la fábrica de tintes, se le solicitó descubrir la caja domiciliaria puesto que no fue posible realizar la inspección y realizar una caracterización de vertimientos.

El aporte del estudiante consistió en transmitir a los usuarios conocimientos referentes al adecuado uso del sistema de alcantarillado, normatividad que regula este tipo de establecimientos en relación con el uso de la red sanitaria y pluvial, consecuencias e impactos de la mala gestión de las estructuras y redes de aguas servidas, sistemas de mejoramiento y reducción de carga en las aguas contaminadas de acuerdo a su naturaleza, importancia de los mantenimientos constantes a los descomidaderos y trampas de grasas, información sobre derechos y deberes como usuarios no

domésticos, estado del proceso de supervisión en el que se encuentra el establecimiento, entre otros.

*Imagen 4: Mapa de visitas de vertimientos*



*Fuente: Autora*

Las 26 visitas a establecimientos de comercio, cuyas solicitudes por parte de la EAAB ya fueron realizadas y que están pendientes por seguimiento para verificar el cumplimiento de los requisitos enviados, se deberán realizar una vez se normalice el tema sanitario global por el COVID 19. En la tabla 4 se encuentran los motivos de las visitas y sus respectivos porcentajes de acuerdo al total de visitas realizadas. Se puede concluir que, la solicitud de la instalación de las trampas de

grasas y rejillas para el lavaplatos son la solicitud más frecuente que se realiza a los usuarios de la empresa.

*Tabla 4: Solicitudes en las visitas a establecimientos comerciales e industriales*

| <b>SOLICITUD</b>                                                              | <b>N° visitas</b> | <b>%</b>    |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|
| <i>Instalación trampa de grasas y rejillas de lavaplatos</i>                  | <b>11</b>         | <b>42,3</b> |
| <i>Mantenimiento/adecuación de trampa de grasas e instalación de rejillas</i> | <b>7</b>          | <b>26,9</b> |
| <i>Verificación y caracterización de vertimientos</i>                         | <b>2</b>          | <b>7,7</b>  |
| <i>Campaña por el buen uso del alcantarillado</i>                             | <b>1</b>          | <b>3,8</b>  |
| <i>Instalación de trampas de grasas y gestión de aceite usado</i>             | <b>3</b>          | <b>11,5</b> |
| <i>Instalación trampa de grasas y mantenimiento caja de inspección</i>        | <b>2</b>          | <b>7,7</b>  |
| <b>TOTAL</b>                                                                  | <b>26</b>         | <b>100</b>  |

*Fuente: (Autora)*

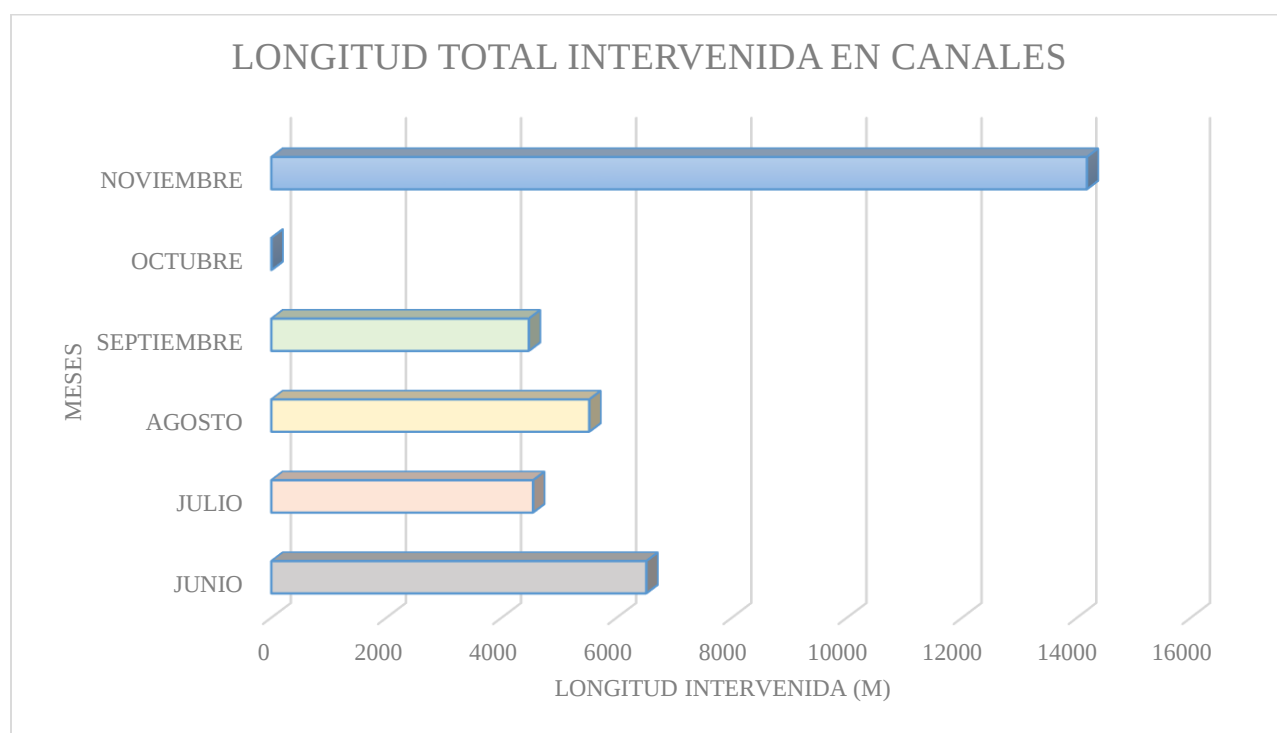
## **6.2. Limpieza de Sumideros y Canales**

Con el convenio interadministrativo entre la EAAB y Aguas de Bogotá, se limpiaron y realizó mantenimiento a los canales de la capital del país. En la zona 2 en el mes de junio, se intervinieron más de 6513 metros en todos los canales que son jurisdicción de la zona, en julio más de 4545 metros, en agosto más de 5522 metros y en septiembre más de 4472 metros; es decir, en el primer convenio se limpiaron más de 21052 metros en los últimos cuatro meses de ejecución.

En octubre no hubo actividad mientras se realizó el nuevo convenio. Finalmente, en noviembre con el nuevo contrato, se efectuaron labores de limpieza y mantenimiento en 14172 metros en los canales respectivos.

Se hace la salvedad que los meses representados fueron elegidos debido a la supervisión realizada por parte de la estudiante durante el desarrollo de la pasantía. Aunque la pasantía corresponde desde septiembre hasta diciembre de 2020, se recibieron las planillas de junio, julio y agosto. Diciembre no se alcanzó a supervisar porque las planillas se entregaron a mediados de enero de 2021.

*Gráfica 1: Longitud total intervenida en canales*

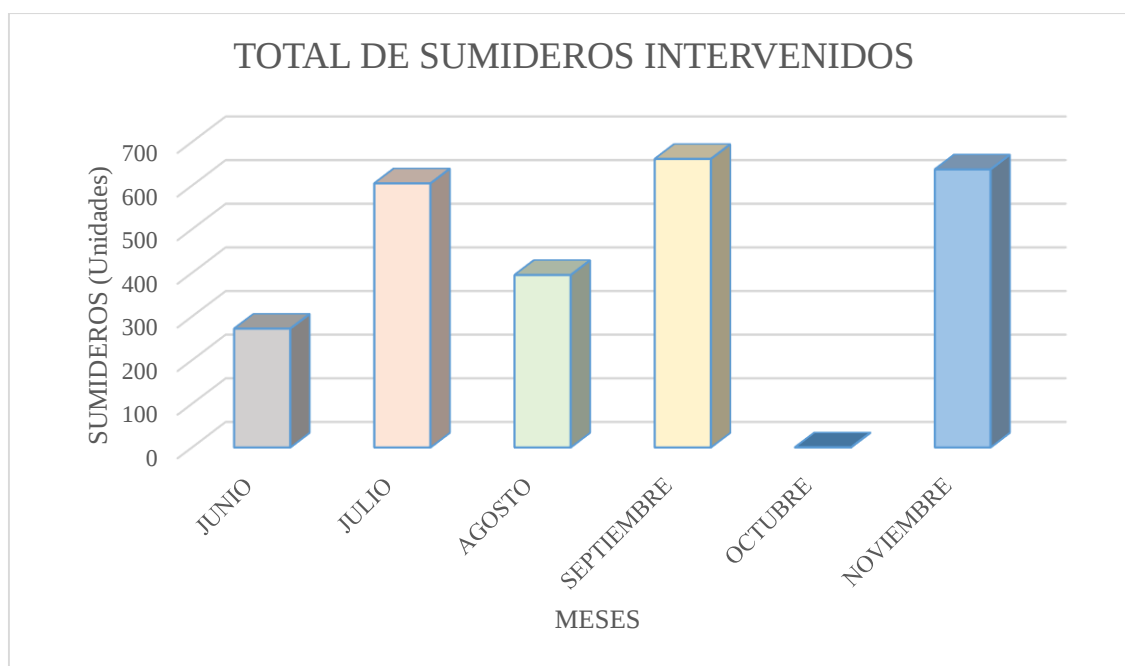


*Fuente: (autora)*

Adicional a las labores en los canales, también se realizan limpiezas en los sumideros de la zona. En el mes de junio se limpiaron 272 sumideros de tipo longitudinal, transversal y convencional; en julio se limpiaron 605 sumideros, en agosto 395, en septiembre 661, en octubre no hubo labores debido a la finalización del convenio y en noviembre se limpiaron 637 sumideros.

Se hace la salvedad que los meses representados fueron elegidos debido a la supervisión realizada por parte de la estudiante durante el desarrollo de la pasantía. Aunque la pasantía corresponde a los meses de septiembre hasta diciembre de 2020, se recibieron las planillas de junio, julio y agosto. Diciembre no se alcanzó a supervisar porque las planillas se entregaron a mediados de enero de 2021.

*Gráfica 2: Total de sumideros intervenidos*

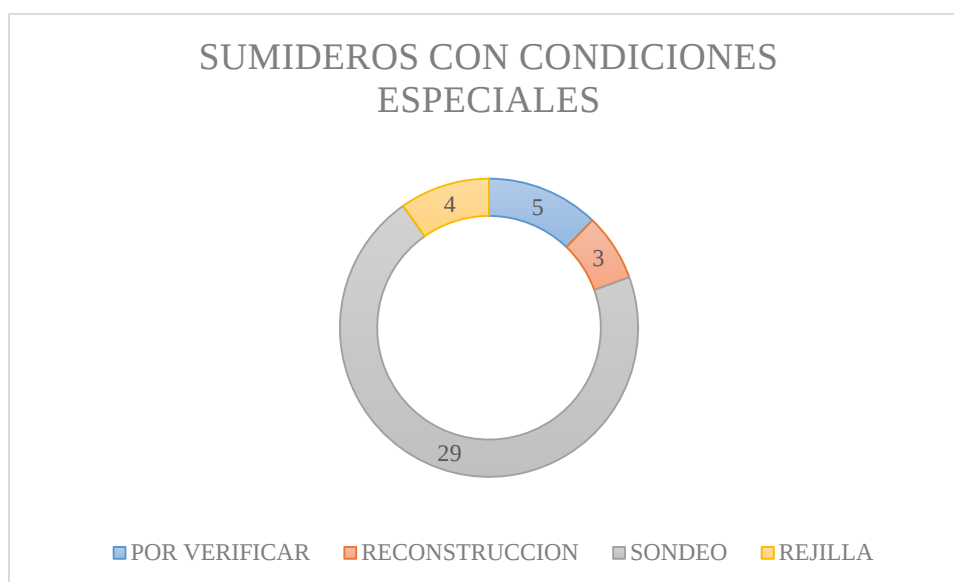


*Fuente: (autora)*

En las observaciones de las planillas se describe la condición especial del sumidero, si la presenta. Del total de sumideros limpiados desde junio hasta noviembre de 2020, 29 se debían sondear con

vactor porque su obstrucción por residuos y sedimentos era demasiado grande y requería maquinaria especial; así mismo, 4 sumideros requerían reconstrucción de rejilla, 3 reconstruir y 5 se debían verificar por temas relacionados con alta presencia de carga biológica, tuberías de gas, tuberías de agua potable rotas, entre otros. En la gráfica 3 es posible observar los datos anteriormente nombrados.

*Gráfica 3: Sumideros con condiciones especiales*



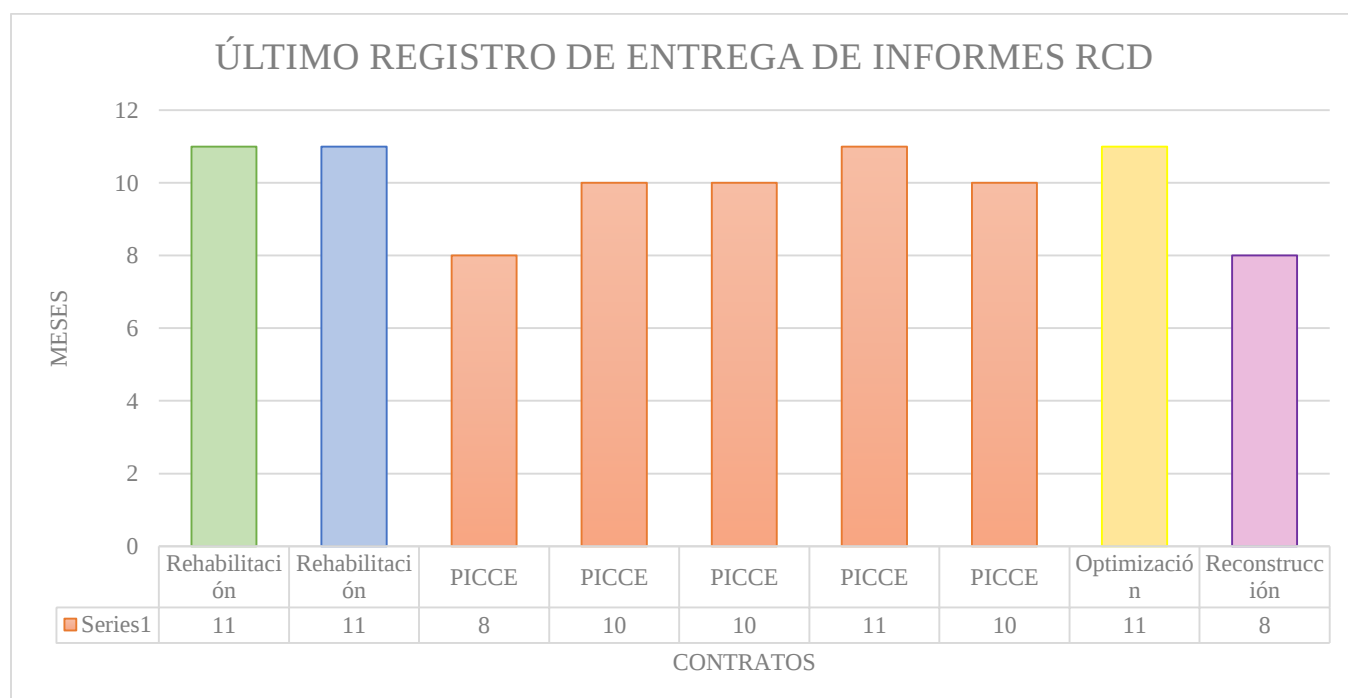
*Fuente: (autora)*

### **6.3. Seguimiento a Contratos PICCE y Otros Contratos**

De los nueve contratos a los que se realizaba seguimiento de la gestión de los RCD, dos tienen por objeto la rehabilitación de estructuras, cinco son de Identificación y Corrección de Conexiones Erradas, uno de optimización de redes y 1 de reconstrucción de estructuras. En la tabla 4 se observa en el eje “Y” los meses representados por número y en el eje X los tipos de contratos verificados. El gráfico representa el último informe de RCD entregado por parte del contratista y

cargado al aplicativo WEB de la SDA por parte de la EAAB. Los dos contratos de rehabilitación, un contrato PICCE y el de optimización se cargaron satisfactoriamente hasta noviembre; tres contratos PICCE entregaron y se cargaron al aplicativo WEB hasta octubre y uno de PICCE y de reconstrucción hay registro hasta agosto. Los contratos cuyo registro está hasta agosto, se les realizó seguimiento en relación al cierre de pin porque su ejecución ya había finalizado.

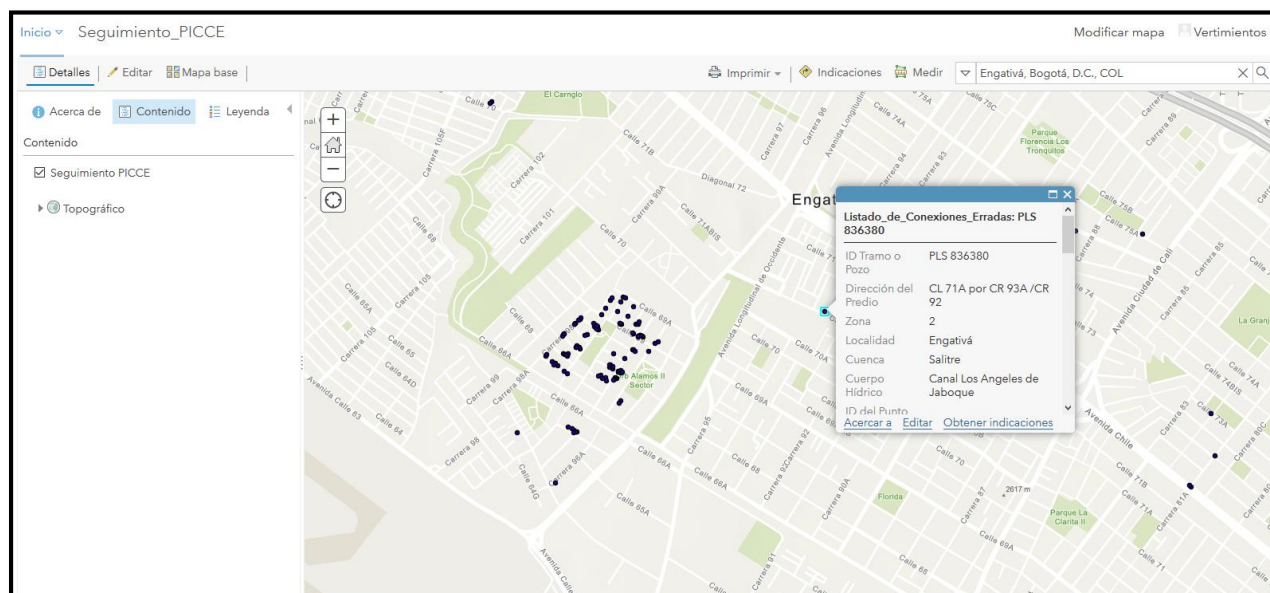
Gráfica 4: Último registro mensual entregado por los contratos



Fuente: (autora)

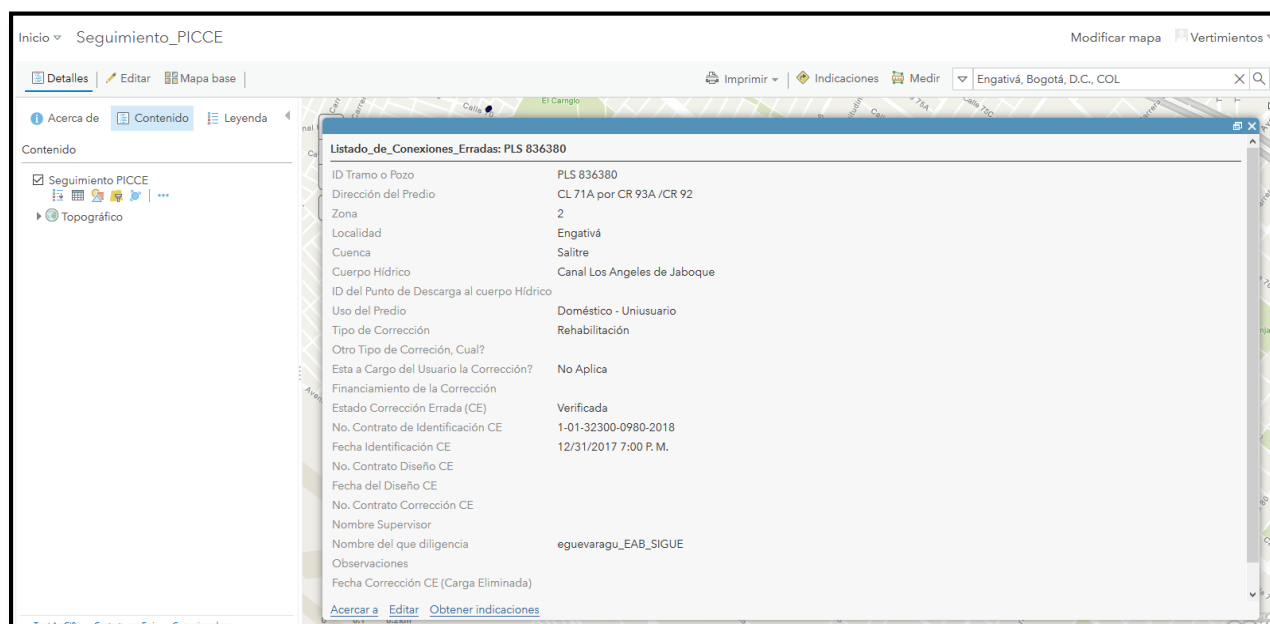
Como actividad adicional, se georreferenciaron algunos puntos correspondientes a conexiones erradas corregidas, verificadas y diseñadas. La actividad se desarrolló en ArcGis online y sirve para cuantificar y cualificar el estado de las conexiones erradas que, a su vez, permiten definir el rendimiento del programa de Identificación y Corrección de Conexiones Erradas. Al indicar el punto requerido, se muestran las características de la conexión como se muestra en la imagen 5.

Imagen 5: Aplicativo web de georreferenciación de Conexiones Erradas



Fuente: (Autora)

Imagen 6: Información del punto georreferenciado



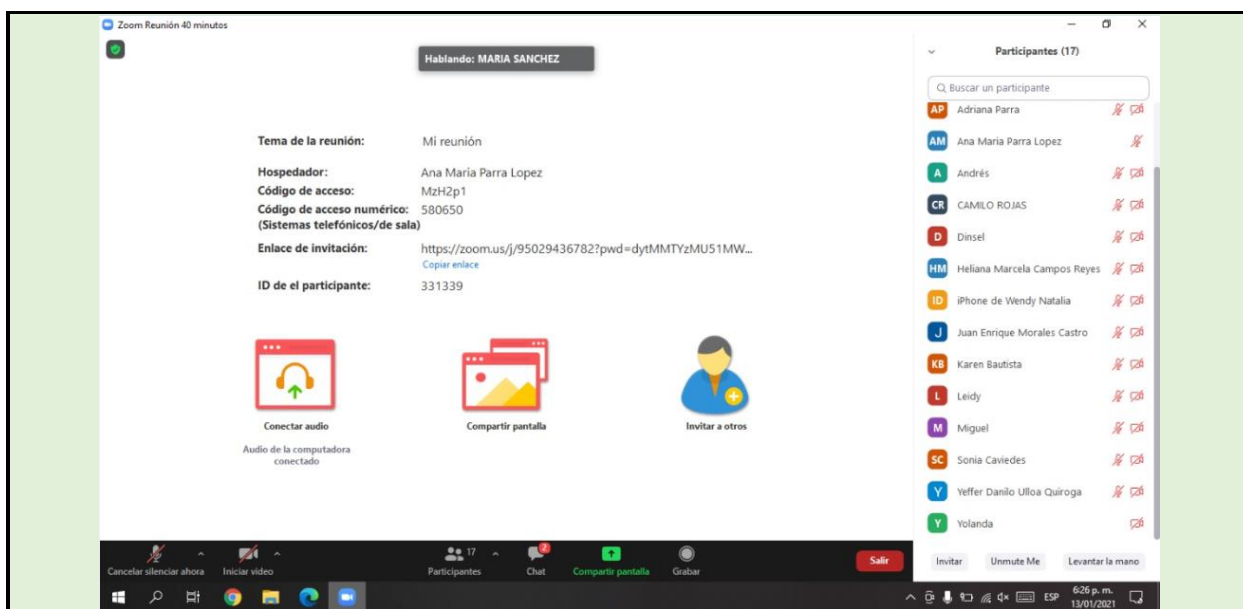
Fuente: (Autora)

## 6.4. Proceso de Educación Ambiental y Sensibilización

El aporte a la empresa como ingeniera ambiental, se relaciona con la educación ambiental y los esfuerzos por la generación de conciencia ambiental. A fin de cumplir con este propósito, se elaboró una cartilla que contiene temas relacionados con el desarrollo de la pasantía, tales como: conexiones erradas, vertimientos, manejo de aceite, sumideros, canales, normatividad, entre otros. Por otra parte y cumpliendo con el componente socio-ambiental, se realizaron 2 socializaciones por medio de una herramienta virtual (zoom), debido a que la contingencia sanitaria por COVID-19, impedía la reunión de personas en un espacio físico.

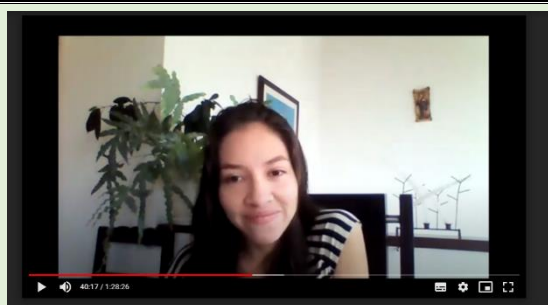
Adicional a las reuniones programadas virtualmente, se realizó una campaña de concientización a las personas que se encontraban en el área de servicio al cliente del acueducto el 18 de noviembre de 2020, las actividades realizadas consistieron en la entrega y explicación de un folleto del acueducto acerca de los cuidados y mantenimientos que deben realizarse en los sistemas de acueducto y alcantarillado de Bogotá.





OBSERVACIONES: Aunque la audiencia fue de diferentes carreras y áreas del conocimiento, se pudo inferir que los temas impartidos fueron claros para todos y generaron gran interés en los asistentes, independientemente si conocían sobre asuntos ambientales.

## SOCIALIZACIÓN 2





The image shows a video call interface with two participants. The left participant is displaying a presentation titled 'calameo' which includes sections on 'SUMIDORES' (Leaks) and 'CANALES' (Channels). The right participant is a woman with long dark hair, gesturing with her hand. Below the video call, there is a larger screenshot of the presentation content, which includes a 'PRESENTACION' (Introduction) section with a cartoon water drop character and an 'EAAB' (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá) section with a list of bullet points.

**OBSERVACIONES:** La información contenida en la cartilla, permite que estudiantes de ingeniería ambiental y carreras afines cuyo aprendizaje está más relacionado con la temática de la herramienta didáctica, indaguen sobre el tecnicismo de la teoría allí planteada.

**SOCIALIZACIÓN 3**



### 6.5. Oficios y visitas complementarias.

La empresa maneja la plataforma CORI cuya función es recibir y dar respuesta a las PQRs de los usuarios del acueducto y alcantarillado. Internamente se gestiona la respuesta de las PQRs y se asignan los oficios o entradas a cada dependencia, área o persona, según corresponda. En el grupo ambiental durante el desarrollo de la práctica profesional, la pasante dio respuesta a 12 oficios de diferentes temáticas así: 5 sobre mantenimientos de sumideros, 2 acerca de mantenimientos de tuberías, 3 de conexiones erradas, 1 solicitud de información sobre un tema específico y 1 sobre vertimientos. Generalmente el procedimiento para dar respuesta consiste en:

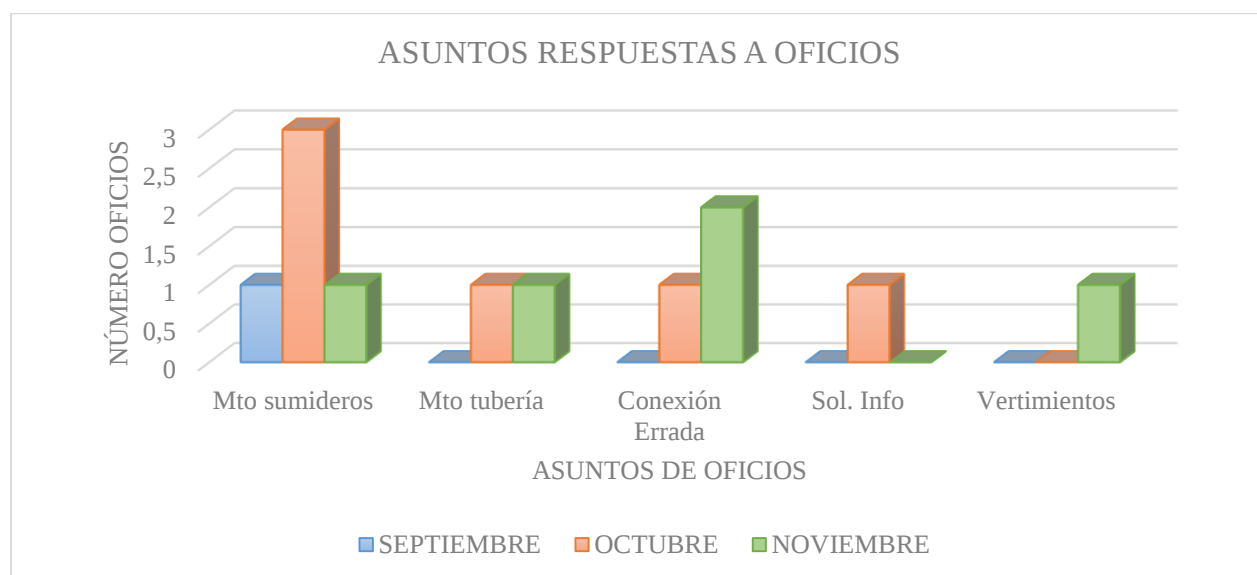
- ✓ Recepción del oficio

- ✓ Verificación de la información (visita, base de datos, pregunta a terceros, etc.)
- ✓ Solución al problema
- ✓ Respuesta del oficio (consecutivo, fecha, a quien va dirigido, dirección, teléfono, ciudad, asunto, contenido de respuesta, firma, quien elabora y quien revisa.)

Específicamente para dar solución a un informe:

- ✓ Mantenimiento de sumideros: Se envía la solicitud de mantenimiento a cabrestantes (área de labores en campo) o a Aguas de Bogotá.
- ✓ Mantenimiento de tuberías: Se envía la solicitud de mantenimiento a cabrestantes (área de labores en campo)
- ✓ Conexiones Erradas: Se verifica el contrato de PICCE que corresponde y se envía la información o el punto requerido a solucionar.
- ✓ Solicitud de información: Se soluciona directamente en el área si la información solicitada está al alcance.
- ✓ Vertimientos: Se realiza visita y se solicita una caracterización de vertimientos al establecimiento según corresponda.

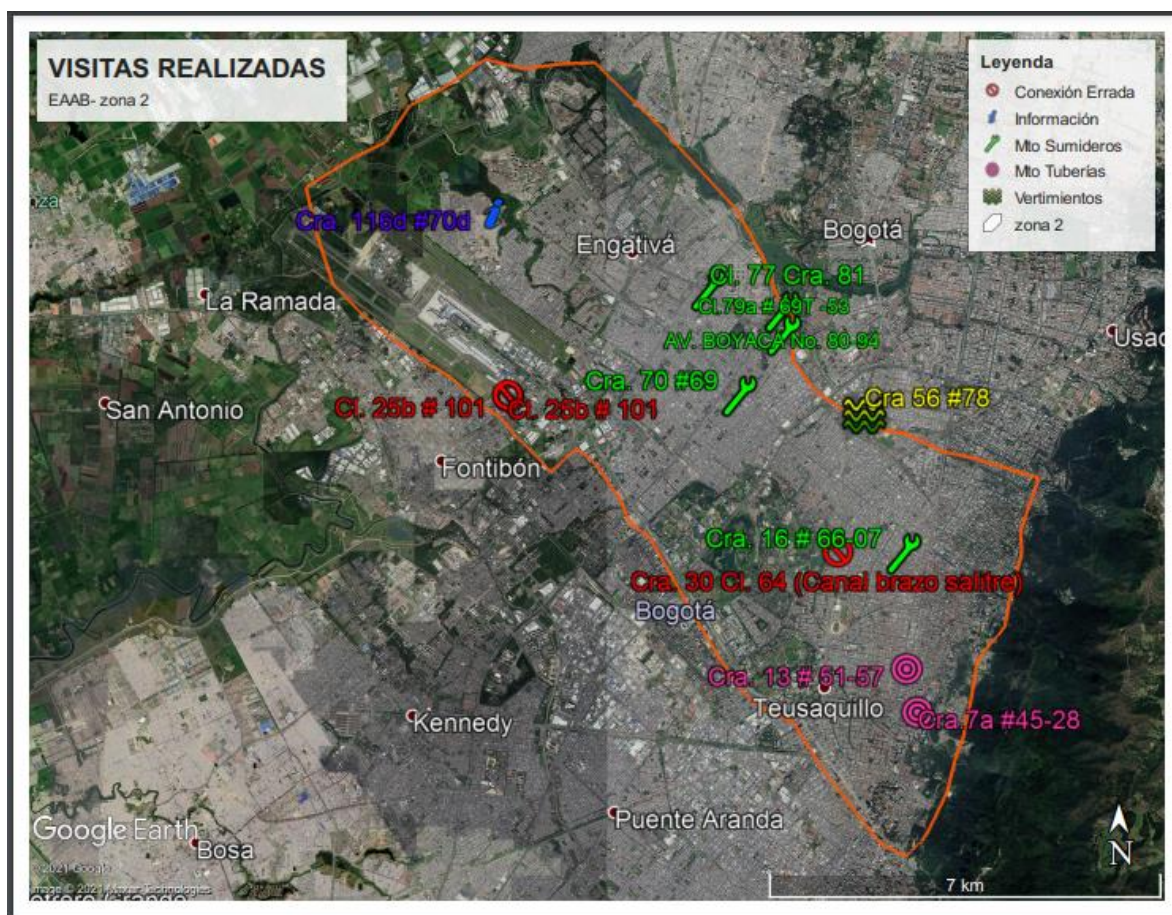
Gráfica 5: Asuntos generales de las entradas CORI



*Fuente: (Autora)*

Como se nombró anteriormente, en la etapa de verificación de la información para dar respuesta a un oficio o entrada CORI, es necesario realizar visitas a los predios o lugares en cuestión, en donde se verifica las cajas domiciliarias, pozos de inspección, olores, fugas y todo lo posible de inspeccionar de la caja hacia afuera. En la imagen 7 se observan los puntos geográficos de las visitas realizadas; el asunto de la visita se encuentra en la tabla de convenciones.

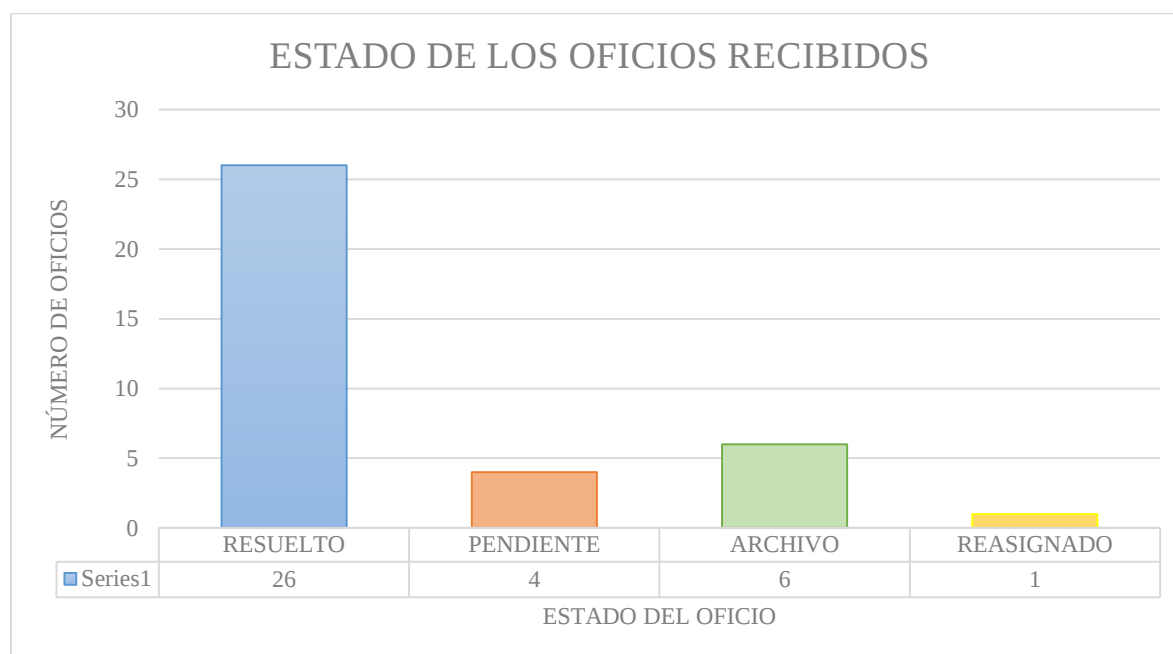
Imagen 7: Mapa de las visitas realizadas



Fuente: (Autora)

La empresa elabora una base de datos con los oficios que se reciben para llevar una relación de aquellos que llegan, se resuelven, se archivan, se reasignan o quedan pendientes; esto con el fin de evitar que queden oficios sin responder o que se tarde más de 15 días su respuesta. Cada vez que era asignado un oficio, es deber incluirlo en la base de datos del grupo ambiental. En la gráfica 6 se muestra el estado del total de los oficios recibidos por el área con su respectiva cuantificación.

*Gráfica 6: Estado de los oficios recibidos en el área ambiental*



*Fuente: (Autora)*

Se realizaron visitas de verificación y control en distintos puntos de la capital y de la zona. Las visitas correspondieron al chequeo de canales, alcantarillas, humedales, daños estructurales en vías, estado de rejillas retenedoras de residuos sólidos, entre otros. En la tabla 5 se pueden observar algunas imágenes que muestran la ejecución de las actividades nombradas anteriormente. Adicional a estas visitas, se elaboraron informes internos sobre el avance y estado de los PICCE, presentaciones para empalme, reuniones virtuales con contratistas, archivo, entre otros.

Tabla 5: Registro fotográfico de actividades adicionales



Fuente: (Autora)

## 7. Conclusiones

- ✓ La práctica profesional es una buena alternativa para aplicar y complementar los conocimientos adquiridos en la academia durante la formación como ingeniera ambiental. El desarrollo de la pasantía aportó habilidades en la estudiante que favorecen la toma de decisiones, amplían sus aptitudes laborales y potencializan sus actitudes personales. Los resultados obtenidos y expuestos en el documento, reflejan el trabajo, apoyo y aportes brindados por parte de la pasante hacia la empresa.
- ✓ Las visitas técnicas, el cumplimiento de las obligaciones de los suscriptores y la verificación de estructuras sanitarias en beneficio del programa de efluentes industriales, permitieron inferir que los usuarios son los actores principales en los procesos de conservación y cuidado de los sistemas de alcantarillado y cuerpos de agua receptores; es por esto, que los esfuerzos se dirigen a que las personas verifiquen los vertimientos que realizan e implementen sistemas de depuración de carga contaminante.
- ✓ Se verificaron las limpiezas de sumideros y canales durante 5 meses, con un total de intervención de 35.2 km en los diferentes canales de la zona 2. Así mismo, se limpiaron 2.570 sumideros de tipo transversal, longitudinal y convencional. Las labores efectuadas mantuvieron el normal funcionamiento de las estructuras y mejoraron su vida útil.
- ✓ Por medio de la revisión de la gestión de los RCD, se dio seguimiento a los 9 contratos de obra del acueducto. Estos chequeos permitieron controlar las formas de proceder en la ejecución de los contratos, así como determinar el cumplimiento o no de los criterios establecidos en la normatividad respectiva. Por otra parte, las conexiones erradas ocasionan impactos irreversibles sobre el medio, por lo que la EAAB al implementar el Plan de

Identificación y corrección de Conexiones Erradas, está promoviendo una alternativa viable de mitigación de impactos negativos.

- ✓ La educación ambiental requiere estrategias didácticas para su acogida y adhesión en el diario vivir de las comunidades. Por medio de la cartilla educativa y las socializaciones realizadas se generó interés en las personas por el cuidado y protección del medio; así mismo, se corroboró que la falta de información con respecto a temas ambientales como la gestión del aceite de cocina usado, es una de las causantes de actuaciones equívocas que producen impactos negativos en el ambiente.

## **8. Recomendaciones**

- ✓ Realizar un adecuado manejo del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario, evitando las descargas clandestinas, conexiones erradas, residuos en las redes, componentes tóxicos o no aptos para verter, entre otros.
- ✓ Gestionar y disponer adecuadamente las grasas y aceites generados en actividades residenciales, comerciales o industriales; evitando su vertido directamente sobre la red sanitaria, pluvial o a un cuerpo receptor natural.
- ✓ Promover convenios interinstitucionales con entidades gubernamentales y privadas a nivel nacional e internacional que permitan a estudiantes de últimos semestres de pregrado, aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación profesional en un ambiente laboral mediante el desarrollo de una práctica profesional.
- ✓ Innovar en estrategias didácticas que promuevan la educación ambiental en niños, jóvenes y adultos, originando cambios de conciencia en pro del medio ambiente
- ✓ Sensibilizar a los usuarios con respecto al uso eficiente del agua, haciendo hincapié en que es un recurso finito al cual se deben aplicar medidas preventivas y correctivas que garanticen su conservación.

## 9. Referencias

ACOFI. (2017). *Ingeniería Ambiental, Contenidos básicos de la Ingeniería Ambiental*. Bogotá:

ACOFI. Obtenido de <https://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2013/08/Contenidos-programaticos-b%C3%A1sicos-para-ingenier%C3%ADa-Ingenieria-Ambiental.pdf>

Acuerdo N° 5 de 2019. [Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá]. Por el cual se actualiza el marco estatutario de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá-ESP. Enero 17 d 2019. Recuperado de: [https://www.acueducto.com.co/wps/html/resources/2019/Acuerdo\\_JD\\_N\\_5\\_2019.pdf](https://www.acueducto.com.co/wps/html/resources/2019/Acuerdo_JD_N_5_2019.pdf)

Alcaldía de Bogotá. (2019). *Limpieza de ríos, canales y quebradas*. Bogotá: Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático. Obtenido de <https://www.sire.gov.co/documents/82884/504110/LIMPIEZA+CANALES+Y+QUEBRADAS.pdf/70502805-d464-4b75-89aa-37df375c3ede>

Alunni, J. (2011). Tema11: Canales. Cátedra: Fundamento de Ingeniería Universidad Nacional de Nordeste. Argentina. Recuperado de: <http://ing.unne.edu.ar/dep/eol/fundamento/tema/T11c.pdf>

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). (2020). GLOSARIO. MINAMBIENTE-GOBIERNO DE COLOMBIA. Recuperado de: <http://portal.anla.gov.co/permiso-vertimientos>

Decreto 1076 de 2015. [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. 26

de mayo de 2015. Recuperado de:  
[https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/decreto\\_1076\\_2015.htm](https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/decreto_1076_2015.htm)

Decreto 1090 de 2018. [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. Por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro de Agua y se dictan otras disposiciones. 21 de diciembre 2012. Recuperado de:  
<https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/7b-decreto%201090%20de%202018.pdf>

Decreto 16 de 1999. [Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua]. Sobre Vertidos de Aguas Residuales Industriales al Alcantarillado. 29 de abril de 1999. Recuperado de:  
[https://www.murcia.es/medio-ambiente/medio-ambiente/material/normativa/decreto\\_aguas\\_residuales\\_99.pdf](https://www.murcia.es/medio-ambiente/medio-ambiente/material/normativa/decreto_aguas_residuales_99.pdf)

Decreto 2141 de 2016. [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. Por medio del cual se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el ajuste a la tasa retributiva. 23 de diciembre de 2016. Recuperado de:  
<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=67764>

Decreto 2667 de 2012. [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones. 21 de diciembre de 2012. Recuperado de: <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1478824>

Decreto 312 de 2006. [Alcaldía Mayor de Bogotá]. Por el cual se adopta el Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos para Bogotá Distrito Capital. Agosto 15 de 2007. Recuperado de: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?dt=S&i=21059#0>

Decreto 620 de 2007. [Alcaldía Mayor de Bogotá]. Por medio del cual se complementa el Plan Maestro de Residuos Sólidos (Decreto 312 de 2006), mediante la adopción de las normas urbanísticas y arquitectónicas para la regularización y construcción de las infraestructuras y equipamientos del Sistema General de Residuos Sólidos, en Bogotá Distrito Capital. Diciembre 28 de 2007. Recuperado de: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?dt=S&i=28150#0>

EAAB-ESP. (s.f.). *Acueducto: Agua y alcantarillado de Bogotá*. Obtenido de Acueducto: Agua y alcantarillado de Bogotá: [https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/inicio!/ut/p/z1/hY5BC4JAEIV\\_iwevzrRLYt22DoJEshJkewm1TQ11ZV3177fQKdjowRzmzfeGBwJyEEOxtHVhWjUUn d1vIryH\\_libCMkZeYbIS6lMb2QOKFw\\_QcIe8YfYmjzwoEwPGTkQBHjldiBrx8JiLpT5acuG0oa1SC0fEotdTbrazfGjNPeRx\\_XdQ2KapaPuTIqq](https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/inicio!/ut/p/z1/hY5BC4JAEIV_iwevzrRLYt22DoJEshJkewm1TQ11ZV3177fQKdjowRzmzfeGBwJyEEOxtHVhWjUUn d1vIryH_libCMkZeYbIS6lMb2QOKFw_QcIe8YfYmjzwoEwPGTkQBHjldiBrx8JiLpT5acuG0oa1SC0fEotdTbrazfGjNPeRx_XdQ2KapaPuTIqq)

EMCALI. (2018). Guía general para la presentación del informe de caracterización de vertimientos líquidos. *Dirección de aguas residuales – departamento de tratamiento*. Obtenido de <https://www.emcali.com.co/documents/107516/136322/Guia+General+Caracterizacion+Vertimientos.pdf>

EPM. (2019). *Norma de construcción cajas de empalme para domiciliaria en andén o sona verde*. Medellín: EPM. Obtenido de

- [https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/Aguas/NC\\_AS\\_IL02\\_14\\_Cajas\\_de\\_empalme\\_para\\_domiciliaria\\_en\\_anden\\_o\\_zona\\_verde.pdf?ver=2019-01-28-154222-357](https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/Aguas/NC_AS_IL02_14_Cajas_de_empalme_para_domiciliaria_en_anden_o_zona_verde.pdf?ver=2019-01-28-154222-357)
- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. (2005). Norma Técnica de Servicio. Colombia. NS-029. Recuperado de: <http://www.cytarcillasyprefabricados.com/wp-content/uploads/2017/02/Norma-Tecnica-Empresa-de-Acueducto-y-Alcantarillado.pdf>
- Fernández Cireli, A. (diciembre de 2012). El agua: Un recurso esencial. *Química Viva*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>
- Fijóo, K. (2017). Diseño de una estrategia digital para la divulgación científica y la apropiación social de. *Universidad Pontificia Bolivariana*. Obtenido de <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3723/Dise%C3%B1o%20de%20una%20estrategia%20digital%20para%20la%20divulgaci%C3%B3n%20cient%C3%ADfica%20y%20la%20apropiaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García , E. (2015). ¿Es posible una didáctica de la Educación Ambiental? Hacia un modelo didáctico basado en las perspectivas constructivista, compleja y crítica. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*. Obtenido de <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/4986/3132>
- García, M., Sánchez, F., Marín, R., Guzman, H., Verdugo, N., Domínguez, E., . . . Cortés, G. (2004). El agua. *El Medio Ambiente en Colombia*. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf>
- Hernández carvajal, J. (2017). *Diagnostico ambiental del manejo de vertimientos en nueve sectores empresariales ubicados en la zona urbana del municipio de Santiago de Cali*.

Cali-Colombia: Universidad autónoma de occidente. Obtenido de <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/9905/T07575.pdf;jsessionid=48BD665EDC453579673099CF601D48B6?sequence=1>

Las Ceibas. (2017). *Guia para el mantenimiento de redes de alcantarillado*. Neiva: Las Ceibas. Obtenido de [http://www.lasceibas.gov.co/sites/default/files/documentacion/al-d-01\\_guia\\_para\\_el\\_mantenimiento\\_de\\_redes\\_de\\_alcantarillado.pdf](http://www.lasceibas.gov.co/sites/default/files/documentacion/al-d-01_guia_para_el_mantenimiento_de_redes_de_alcantarillado.pdf)

Ley 1474 de 2011. Por la cual se dictan normas orientadas a fortalecer los mecanismos de prevención, investigación y sanción de actos de corrupción y la efectividad del control de la gestión pública. 12 de julio de 2011. Diario Oficial No. 48.128 de Colombia. Recuperado de: [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1474\\_2011.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1474_2011.html)

Ley 373 de 1997. Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. 06 de junio de 1997. Diario oficial No. 43.058. recuperado de: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=342>

Ley 788 de 2002. Por la cual se expiden normas en materia tributaria y penal del orden nacional y territorial; y se dictan otras disposiciones. 27 de diciembre de 2002 Diario Oficial No. 45.046 de Colombia. Recuperado de: [http://www.urf.gov.co/webcenter/ShowProperty?nodeId=%2FConexionContent%2FWC\\_C\\_CLUSTER-053077%2F%2FidcPrimaryFile&revision=latestreleased](http://www.urf.gov.co/webcenter/ShowProperty?nodeId=%2FConexionContent%2FWC_C_CLUSTER-053077%2F%2FidcPrimaryFile&revision=latestreleased)

Ley 79 de 1986. Por la cual se provee a la conservación del agua y se dictan otras disposiciones. 29, enero, 1987. Diario oficial. Año cxxii. N. 37767. Colombia. Recuperado de: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/col24254.pdf>

Ley 80 de 1993. Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública. 28 de octubre de 1993. Diario Oficial No. 41.094 de Colombia. Recuperado de: [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0080\\_1993.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0080_1993.html)

Ministerios de Vivienda, Cosntrucción y Saneamiento. (2018). *Manual de operación y mantenimiento: Instalación del sistema de drenaje pluvial en la localidad de huacapampa, distrito de cheto – chachapoyas – amazonas, codigo unico de inversión 2290432*. Lima-Perú: Minos. Obtenido de [http://minos.vivienda.gob.pe:8081/Documentos\\_Sica/Modulos/FTA/SECCION%20IV/4.14/577726661\\_MO&M%20SISTEMA%20DE%20DRENAJE.pdf](http://minos.vivienda.gob.pe:8081/Documentos_Sica/Modulos/FTA/SECCION%20IV/4.14/577726661_MO&M%20SISTEMA%20DE%20DRENAJE.pdf)

Murcia Duran, L. F. (2005). *Curso de acueductos y alcantarillados con uso de multimedia para educación a distancia*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/10194/MurciaDuranLuisFelipe2005.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

OPAIN. (2020). *Formato ficha 5.2.1.1. Plan de manejo ambiental*. Bogotá: OPAIN. Obtenido de [https://www.opain.co/archivos/anexo\\_4\\_ficha\\_5211\\_mantenimiento\\_de\\_canales\\_de\\_drenaje.pdf](https://www.opain.co/archivos/anexo_4_ficha_5211_mantenimiento_de_canales_de_drenaje.pdf)

Quispe, M. (2012). *Diferencia afluente y efluente*. Colombia. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/97877867/Diferencia-Afluente-y-Efluente>

Ramírez Bravo, R. (2008). La pedagogía crítica. Una manera ética de generar procesos educativos. *Folios*(28), 108-119. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3459/345941358009.pdf>

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23.<sup>a</sup> ed., [versión 23.4 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [20 febrero de 2021].

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23.<sup>a</sup> ed., [versión 23.4 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [20 febrero de 2021].

Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS-2000. (Título D- Sección II). SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y PLUVIALES. Colombia. Recuperado de: [http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710\\_ras\\_titulo\\_d\\_.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710_ras_titulo_d_.pdf)

Resolución 0472 de 2017. [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición- RCD y se dictan otras disposiciones. Febrero 28 de 2017 Recuperado de: <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/3a-RESOLUCION-472-DE-2017.pdf>

Resolución 1115 de 2012. [Secretaria Distrital de Ambiente]. Por medio de la cual se adoptan los lineamientos Técnico - Ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital. Septiembre 2012. Recuperado de: <https://www.habitatbogota.gov.co/resolucion-1115>

Resolución 631 de 2015. [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. Marzo 17 de 2015. Recuperado de:

<https://www.aguasdemanizales.com.co/Portals/Agua2016/NuestraEmpresa/Documentos/LeyesDecretos/R631de2015MADS.pdf?ver=2015-12-23-170225-850>

Siachoque, C., Buitrago, L., & Romero, G. (2016). Estado del arte de las herramientas didácticas enfocadas a la educación ambiental implementadas en escenarios pedagógicos de la ciudad de Bogotá D.C. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*. Obtenido de <file:///C:/Users/Estudiante/Downloads/SiachoqueMonta%C3%B1ezEddyConstanza,BuitragoSandovalLitta,RomeroArteagaGabrielAntonio.pdf>

Universidad Industrial de Santander. (2009). *Guía de mantenimiento preventivo red hidrosanitaria*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Obtenido de <https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/RECURSOS%20FISICOS/GUIAS/GRF.17.pdf>

Urbanismo cartagena. (s.f.). *Ayuntamiento de cartagena area de desarrollo sostenible urbanismo e infraestructuras*. Obtenido de Tipos de efluentes líquidos: <https://urbanismo.cartagena.es/PortalUrbanismo/Paginas/59>