



UNIVERSIDAD
SANTO TOMÁS
TUNJA

**Apoyo en el desarrollo de actividades del área de Banco de Proyectos y Componente Ambiental de la
Gerencia de Planeación y Construcciones de la Empresa de Servicios Públicos Veolia Aguas de Tunja
S.A.**

Camila Andrea Hernández Montañez

Informe de práctica presentado para optar al título de Ingeniero Ambiental

Tutora

Claudia Rocio Suárez Castillo, Magíster (MSc) en Ingeniería Civil con Énfasis en Recurso Hídrico e
Hidroinformática

Universidad Santo Tomás – Seccional Tunja

División de Ingenierías y Arquitectura

Ingeniería Ambiental

Tunja, Boyacá, Colombia

2024

Tabla de contenido

Resumen.....	9
Abstract	9
1 Introducción	10
2 Objetivos	12
2.1 Objetivo General.....	12
2.2 Objetivos Específicos.....	12
3 Marco de Referencia	13
3.1 Marco Contextual	13
3.1.1 Contexto de la empresa Veolia Aguas de Tunja S.A E.S.P.	13
3.1.2 Estructura Organizacional de Veolia Aguas de Tunja S.A E.S.P.	14
3.2 Marco Teórico.....	15
3.3 Marco Conceptual.....	19
3.3.1 Agua Potable y Acueducto.....	19
3.3.2 Agua Residual	20
3.3.3 Alcantarillado y Alcantarillado Público	20
3.3.4 Aspecto Ambiental, Factor Ambiental e Impacto Ambiental.....	20
3.3.5 Concesión de Aguas Subterráneas y Concesión de Aguas Superficiales	21
3.3.6 Gestión Ambiental	21
3.3.7 Permiso de Vertimientos y Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos	21
3.3.8 Planta de Tratamiento de Agua Residual y Saneamiento Básico	22
3.3.9 Tasa por Uso y Tasa Retributiva	22
3.3.10 Vertimiento y Vertimientos Dispersos	22
3.4 Marco Legal.....	23
4 Desarrollo	27

4.1	Plan de trabajo	27
4.2	Metodología.....	27
4.2.1	Metodología General.....	28
4.2.2	Metodología Actividad 1	28
4.2.3	Metodología Actividad 2	29
4.2.4	Metodología Actividad 3	31
4.2.5	Metodología Actividad 4	31
4.2.6	Metodología Actividad 5	32
4.2.7	Metodología Actividad 6	33
4.2.8	: Metodología Actividad 7.....	34
4.2.9	Metodología Actividad 8	36
4.3	Cronograma de actividades	37
5	Resultados obtenidos.....	39
5.1	Resultados Actividad N°1	39
5.1.1	Contexto General.....	39
5.1.2	Conexión a red de alcantarillado	40
5.1.2.1	Descripción general:	40
5.1.2.2	Aplicabilidad:.....	40
5.1.2.3	Ventajas:	40
5.1.2.4	Desventajas:.....	40
5.1.2.5	Componentes y aspectos de diseño	41
5.1.3	Recolección, transporte y disposición en alianza con SEPTICLEAN	41
5.1.3.1	Descripción general:	41
5.1.3.2	Aplicabilidad:.....	41
5.1.3.3	Ventajas:	41
5.1.3.4	Desventajas	42

5.1.3.5	Componentes y aspectos de diseño	42
5.1.3.6	Especificaciones y requerimientos SEPTICLEAN	42
5.1.3.6.1	Recolección.....	42
5.1.3.6.2	Transporte	43
5.1.3.6.3	Tratamiento y disposición final	43
5.1.4	Tratamiento In Situ (Sistemas Sépticos)	43
5.1.4.1	Descripción general:	43
5.1.4.2	Aplicabilidad:.....	44
5.1.4.3	Ventajas:	44
5.1.4.4	Desventajas:.....	44
5.1.4.5	Componentes y aspectos de diseño	45
5.2	Resultados Actividad N°2	45
5.3	Resultados Actividad N°3	45
5.3.1	Encuesta Survey.....	46
5.4	Resultados Actividad N°4	46
5.5	Resultados Actividad N°5	47
5.6	Resultados Actividad N°6	52
5.6.1	Usuarios conectados a la red de alcantarillado	52
5.6.2	Disposición de los vertimientos dispersos de la ciudad	53
5.6.3	Viabilidad de la conexión a la red local de alcantarillado.....	54
5.6.4	Usuarios sin cobro de alcantarillado dentro del PSMV 2023	56
5.7	Resultados Actividad N°7	57
5.8	Resultados Actividad N°8	64
6	Conclusiones.....	68
7	Recomendaciones	69
8	Pertinencia social e impactos generados	70

9	Referencias	71
10	Anexos	75

Lista de anexos

Anexo 1	75
Anexo 2	75
Anexo 3	75
Anexo 4	75
Anexo 5	75
Anexo 6	75
Anexo 7	75
Anexo 8	75
Anexo 9	75
Anexo 10	75
Anexo 11	76
Anexo 12	76
Anexo 13	76
Anexo 14	76
Anexo 15	76
Anexo 16	76
Anexo 17	76

Lista de gráficas

Gráfica 5-1	47
Gráfica 5-2	53

Gráfica 5-3	54
Gráfica 5-4	55
Gráfica 5-5	56
Gráfica 5-6	57

Lista de ilustraciones

Ilustración 3-1	13
Ilustración 3-2	14
Ilustración 4-1	28
Ilustración 4-2	29
Ilustración 4-3	30
Ilustración 4-4	31
Ilustración 4-5	32
Ilustración 4-6	33
Ilustración 4-7	34
Ilustración 4-8	36
Ilustración 4-9	37
Ilustración 5-1	59
Ilustración 5-2	60
Ilustración 5-3	60
Ilustración 5-4	61
Ilustración 5-5	61
Ilustración 5-6	62
Ilustración 5-7	63
Ilustración 5-8	63

Lista de mapas

Mapa 5-1 45

Mapa 5-2 48

Mapa 5-3 49

Mapa 5-4 50

Mapa 5-5 51

Mapa 5-6 52

Mapa 5-7 58

Mapa 5-8 58

Lista de tablas

Tabla 3-1..... 23

Tabla 4-1..... 27

Tabla 4-2..... 38

Tabla 5-1..... 64

Siglas, acrónimos y abreviaturas

AACU	Ampliación de la red de Acueducto
AALC	Ampliación de la red de Alcantarillado
AMT	Alcaldía Mayor de Tunja
ANI	Agencia Nacional de Infraestructura
BP	Banco de Proyectos
CA	Componente Ambiental
ESP	Empresa de Servicios Públicos
GPC	Gerencia de Planeación y Construcciones
Msc.	Magister
PCAP	Puntos de Calidad de Agua Potable
PI2024	Plan de Inversiones del año 2024
PTAR	Planta de Tratamiento de Agua Residual
RACU	Renovación de la red de Acueducto
RALC	Renovación de la red de Alcantarillado
VAT	Veolia Aguas de Tunja

Resumen

Este informe detalla las actividades realizadas durante la práctica profesional en Veolia Aguas de Tunja S.A. E.S.P. El principal objetivo fue apoyar en el desarrollo de proyectos dentro del área del Banco de Proyectos, centrándose en la planificación y ejecución de iniciativas relacionadas con la optimización del sistema de acueducto y alcantarillado de la ciudad de Tunja. La metodología incluyó la recolección de datos, el análisis de la infraestructura existente y la propuesta de mejoras tecnológicas y operativas.

Los resultados de la práctica evidencian la identificación de áreas críticas dentro del sistema de acueducto y alcantarillado, la evaluación de la viabilidad técnica y financiera de proyectos de renovación y ampliación, y la implementación de encuestas para recoger la opinión de los usuarios sobre la calidad del servicio. Asimismo, se realizó un análisis detallado de las conexiones a la red de alcantarillado y la disposición de vertimientos, proponiendo soluciones para mejorar la eficiencia y sostenibilidad del sistema. En conclusión, la práctica permitió adquirir un conocimiento profundo de los procesos y desafíos asociados con la gestión del agua en un contexto urbano, ofreciendo recomendaciones para optimizar los recursos hídricos y mejorar la calidad del servicio prestado a la comunidad.

Palabras clave: gestión del agua, acueducto, alcantarillado, planificación de proyectos, sostenibilidad.

Abstract

This report details the activities carried out during the professional practice at Veolia Aguas de Tunja S.A. E.S.P. The main objective was to support the development of projects within the area of the Project Bank, focusing on the planning and execution of initiatives related to the optimization of the aqueduct and sewerage system of the city of Tunja. The methodology included the collection of data, the analysis of existing infrastructure and the proposal of technological and operational improvements.

The results of the practice show the identification of critical areas within the aqueduct and sewer system, the evaluation of the technical and financial feasibility of renovation and extension projects, and the implementation of surveys to collect the opinion of users on the quality of the service. In addition, a detailed analysis of the connections to the sewerage network and the disposal of discharges was carried out, proposing solutions to improve the efficiency and sustainability of the system. In conclusion, the practice allowed to acquire an in-depth knowledge of the processes and challenges associated with water management in an urban context, offering recommendations to optimize water resources and improve the quality of service provided to the community.

Keywords: water management, aqueduct, sewerage, project planning, sustainability.

1 Introducción

En Colombia, el saneamiento enfrenta una presión significativa sobre los recursos hídricos debido a altos volúmenes de vertimientos de aguas residuales, especialmente en ciudades como Bogotá, Antioquia y Valle del Cauca. Aproximadamente el 40% de las grandes cuencas presentan vulnerabilidad de moderada a media, lo que genera escasez de agua en muchos municipios y afecta a sus habitantes (Bravo Restrepo, 2022; Cruz Cárdenas, 2022). En Boyacá, el río Chicamocha sufre alta contaminación, afectando la calidad del agua y la salud de los dependientes de este recurso. En Tunja particularmente, la descarga incontrolada de aguas residuales en el río La Vega degrada el ecosistema, generando malos olores y residuos sólidos, limitando su uso y afectando a la población local, sumado a esto la falta de tecnologías de tratamiento agrava la situación, impactando la disponibilidad de agua para consumo humano, agrícola e industrial (Cruz Cárdenas, 2022; Torres Cruz, 2009).

Tunja actualmente cuenta con una cobertura de alcantarillado del 99.5%, motivo por el cual Veolia Aguas de Tunja S.A E.S.P. (VAT) y en concordancia con el objetivo específico N° 7 del PSMV del municipio crea el programa de gestión de vertimientos dispersos. Sin embargo, el mismo enfrenta falencias por la falta de información documentada sobre usuarios no vinculados a la red de alcantarillado teniendo en cuenta que la ausencia de una base de datos precisa con la clasificación de usuarios dificulta la toma de decisiones eficientes y la implementación de estrategias adecuadas (Torres Cruz, 2009)(Alcaldía Mayor de Tunja, 2016a)

Es por tanto que, el objetivo principal de este informe es apoyar las actividades del Área de Banco de Proyectos y Componente Ambiental de Veolia Aguas de Tunja S.A basado en analizar y evaluar los vertimientos de aguas residuales en Tunja, consolidar informes contractuales y de gestión ambiental, y supervisar la documentación ambiental de proyectos en ejecución, dentro de la metodología se incluye la revisión de normativas ambientales, la evaluación de vertimientos, la consolidación de informes técnicos y contractuales, y el desarrollo de propuestas de mejora, cabe destacar que, para asegurar la precisión de la información, se realizaron visitas de campo, recolección de datos y análisis documental.

Teniendo en cuenta lo anterior y bajo la realización de la pasantía el área de Banco de Proyectos (BP) y Componente Ambiental (CA) de VAT ha propuesto tres alternativas para lograr una cobertura del 100% en el sistema de alcantarillado de Tunja para finales de 2024: La primera alternativa es la conexión a la red de alcantarillado existente, integrando a los usuarios con vertimientos dispersos. Este enfoque busca canalizar los efluentes hacia la infraestructura de tratamiento centralizada, mejorando la eficiencia y calidad del tratamiento de aguas residuales. Requiere la instalación de conexiones y la adaptación de instalaciones en cada usuario.

La segunda alternativa es el almacenamiento y recolección en alianza con la filial Septiclean. Esta opción implica la recolección, transporte y disposición de aguas residuales de usuarios que no pueden conectarse a la red de alcantarillado centralizada y finalmente la tercera alternativa es el tratamiento in-situ mediante sistemas sépticos, especialmente para viviendas sin acceso a servicios de alcantarillado. Los sistemas sépticos deben cumplir con la Resolución 799 de 2021 y requieren un manejo adecuado por parte de los usuarios. Los lodos generados deben gestionarse correctamente, y las instalaciones sanitarias deben cumplir con la Resolución 844 de 2018 y la NTC 1500. Y, adicionalmente, mediante el desarrollo de la base de datos Usuarios sin cobro de Alcantarillado (UsinCALC) y la metodología de clasificación de usuarios según la alternativa de gestión más eficiente, se permitirá a la empresa como impacto a mediano plazo una gestión más eficiente y la optimización de recursos, garantizando el cumplimiento de regulaciones ambientales y reduciendo riesgos legales y financieros para VAT.

2 Objetivos

2.1 Objetivo General

Contribuir en el desarrollo de actividades del área de Banco de Proyectos y Componente Ambiental de la Gerencia de Planeación y Construcciones de la Empresa de Servicios Públicos Veolia Aguas de Tunja S.A.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar un análisis sobre los vertimientos dispersos de agua residual generados por usuarios en el área de urbana de la ciudad de Tunja,
- Evaluar los vertimientos dispersos de agua residual generados por usuarios en el área urbana de la ciudad de Tunja en función de su impacto ambiental, utilizando criterios técnicos y ambientales.
- Contribuir al proceso de consolidación de informes contractuales y supervisar la documentación ambiental para el área de Banco de Proyectos y Componente Ambiental de la empresa Veolia Aguas de Tunja S.A E.S.P.

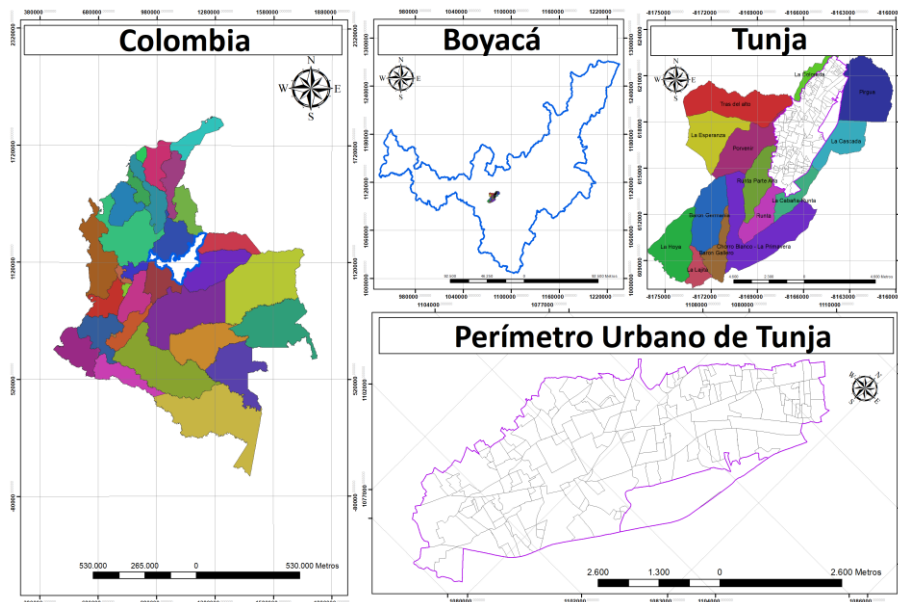
3 Marco de Referencia

3.1 Marco Contextual

Tunja, capital del departamento de Boyacá, está en la región Centro Oriente del país; tiene una población de 187.286 habitantes y una densidad poblacional de 1.587,17 hab/km² en toda su superficie. El 95,9 % de la población se ubica en el área urbana de Tunja correspondiente a 179.532 habitantes. Para 2023 Tunja cuenta con una cobertura del 98,90% en el sistema de acueducto y con un 99,5% en el sistema de alcantarillado (TerriData, 2024).

Ilustración 3-1

Ubicación geográfica Tunja, Boyacá



Fuente. Elaboración propia, 2024.

3.1.1 Contexto de la empresa Veolia Aguas de Tunja S.A E.S.P.

Veolia Aguas de Tunja es una filial de la multinacional francesa Veolia, especializada en la gestión de recursos en Tunja, Colombia. La empresa se enfoca principalmente en la gestión de agua potable, saneamiento y servicios relacionados, siguiendo los estándares y la experiencia de su empresa matriz. Veolia Aguas de Tunja ha aprovechado la vasta experiencia de Veolia en la gestión del agua, adaptando sus prácticas globales a las necesidades específicas de Tunja. La compañía gestiona integralmente el ciclo del agua, desde la captación y el tratamiento hasta la distribución y el saneamiento (Veolia Aguas de Tunja (VAT), 2023b).

Con una estructura organizativa descentralizada, Veolia Aguas de Tunja es capaz de adaptarse y gestionar eficientemente las operaciones locales, respondiendo rápidamente a las necesidades y desafíos del mercado de Tunja. La empresa cuenta con un equipo diverso y bien capacitado, que se adapta a las

particularidades culturales y sociales de la región. La formación y el desarrollo continuo del personal son prioritarios para mantener altos estándares de calidad y eficiencia en sus servicios (Veolia Aguas de Tunja (VAT), 2023b).

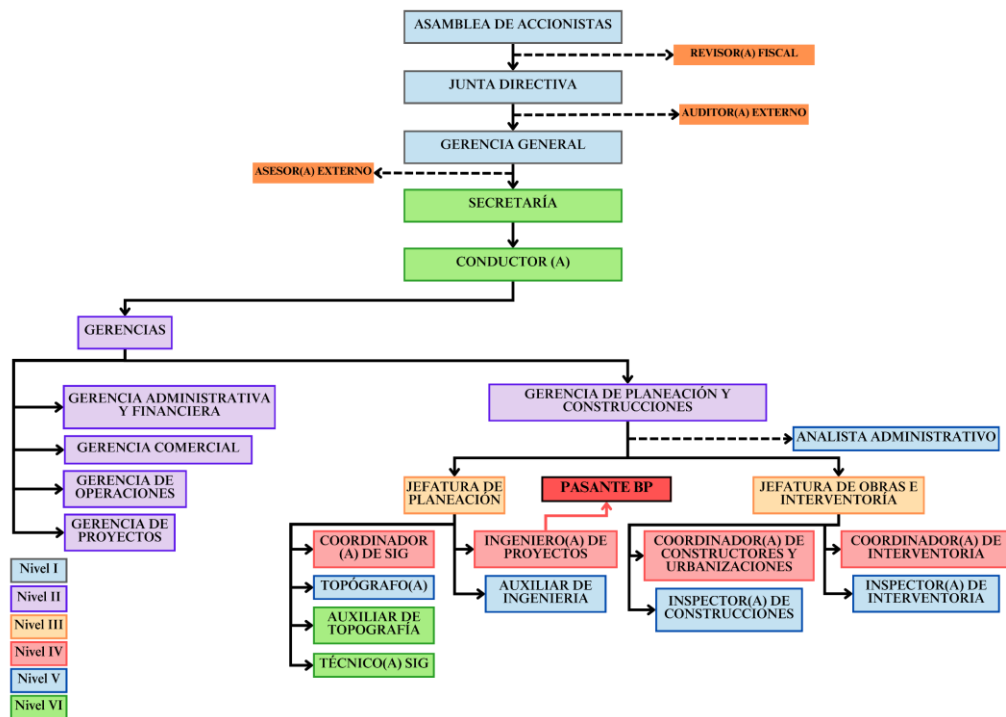
Veolia Aguas de Tunja invierte en investigación y desarrollo (I+D) para innovar en sus procesos y servicios. La adopción de tecnologías avanzadas, como sistemas de monitoreo en tiempo real y tecnologías de tratamiento de agua, es fundamental para garantizar la sostenibilidad y la eficiencia operativa. La empresa opera bajo estrictas regulaciones locales y nacionales en Colombia, cumpliendo con estándares de calidad del agua, requisitos ambientales y leyes de servicios públicos (Veolia Aguas de Tunja (VAT), 2023b).

3.1.2 Estructura Organizacional de Veolia Aguas de Tunja S.A E.S.P.

Veolia Aguas de Tunja esta subdividida en 6 niveles organizacionales o de jerarquía (ver **Ilustración 3-2**) en el primer nivel se ubica la asamblea de accionistas, la junta directiva y la gerencia general, guiados por el revisor fiscal, la auditoría y el asesor externos. En el segundo nivel se ubican las gerencias divididas en 5: G. Administrativa y Financiera; G. Comercial; G. de Operaciones; G. de Proyectos y; la Gerencia de Planeación y Construcciones (GPC), gerencia donde se ubican 22 personas con cargo fijo y lugar en donde se realiza la pasantía que da lugar a este informe (Veolia Aguas de Tunja (VAT), 2023a).

Ilustración 3-2

Organigrama Veolia Aguas Tunja S.A E.S.P.



Fuente. Elaboración propia, adaptado de (Veolia Aguas de Tunja (VAT), 2023a).

En la GPC, en el nivel tres se ubica la jefatura de Obras e Interventoría y la jefatura de Planeación, y en el nivel cuatro está el coordinador de SIG y los tres (3) Ingenieros de Proyectos, esta última área es la encargada de proyectar soluciones de abastecimiento, saneamiento básico y drenaje urbano de conformidad con las necesidades y expectativas del cliente y es donde se ubica la sub-área de Banco de Proyectos (BP) y Componente Ambiental (CA) a cargo del Ingeniero Luis Alejandro Moreno, supervisor de la pasantía desarrollada.

La sub-área de Banco de Proyectos es la encargada de brindar soluciones a las afectaciones de saneamiento básico y de abastecimiento. Cuenta con diferentes programas en pro del ciudadano y las necesidades de la ciudad, un par de sus programas estratégicos son: “Gestión de Vertimientos Dispersos” y “Puntos Priorizados de Calidad de Agua” además de apoyar a la jefatura de interventoría con los Planes de Inversiones. De manera paralela y en alianza mancomunada la sub-área de BP trabaja de la mano del Componente Ambiental (CA), el cual es una subdivisión que se encarga de los trámites legales de interés ambiental, como lo son licencias ambientales de uso, ocupación e intervención de espacios públicos emitidas a entidades como la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) y la Alcaldía Mayor de Tunja (AMT), y permisos ambientales del uso y tratamiento del recurso hídrico como lo son:

1. Plan de Saneamiento de Manejo de Vertimientos (PSMV)
2. Permiso de Vertimientos (PV) bajo la resolución 3600 de 2016.
3. Concesión de Aguas Superficiales y tasas por uso bajo la resolución 888 de 2016.
4. Concesión de Aguas Subterráneas y tasas por uso bajo la resolución 3519 de 2010.
5. Tasa retributiva bajo el decreto 2667 de 2012.

3.2 Marco Teórico

El recurso agua es indispensable para el desarrollo de la vida en el planeta, ya que de esta dependen todos los seres vivos existentes. El agua está presente en diferentes estados como lo es sólido, líquido y gaseoso, distribuida en tres cuartas partes de la superficie terrestre, de la cual el 97.5% es agua salada y tan solo el 2.5% es agua dulce. De esta agua dulce el 69.7% se encuentra contenida en los glaciares, el 30% en los acuíferos, el 0.3% en ríos y arroyos, a lo cual tan solo el 0.007% está disponible para el consumo humano (Carrión, 2020); es así como el mundo atraviesa por una gran crisis frente al acceso y oferta/demanda del recurso hídrico.

Según la OMS a nivel mundial más o menos 2000 millones de personas tienen acceso a una única fuente de agua para consumo y esta se encuentra contaminada, además más de 2000 millones de personas están en lugares donde tienen dificultades de acceso, todo esto a consecuencia del cambio climático,

crecimiento poblacional (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2022) y a su vez, la afectación al agua a causa de las diferentes acciones antropogénicas como la industrialización.

En los últimos años ha aumentado el requerimiento del recurso en áreas como la agricultura y en usos domésticos, donde, la ausencia de organización, enseñanza, concientización, uso adecuado, administración, explotación indiscriminada de los recursos naturales y aún más la falta de implementación de tratamientos pos-utilización en diferentes procesos industriales han traído consigo impactos aún más negativos, poniendo en gran peligro la sostenibilidad y conservación de ecosistemas, fuentes de abastecimiento y por ende la preservación de la vida en todos los entornos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)), 2023).

Es así como la contaminación y el uso indiscriminado del agua tiene un impacto socioeconómico, político y ambiental que pone en riesgo las futuras generaciones, por tanto, es importante conocer y aplicar diferentes estrategias que permitan el tratamiento óptimo del recurso hídrico y a su vez realizar aprovechamiento total de los residuos finales de este como los denominados lodos residuales que resultan de la aplicación de estas alternativas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)), 2023).

En el mundo la generación de aguas residuales ha incrementado a causa del crecimiento continuo de las industrias; dentro de los recursos de vital importancia en los procesos productivos esta principalmente el agua, y a consecuencia la generación de vertimientos sin ningún tratamiento, por lo cual, se requiere que estas aguas generadas conocidas como “aguas residuales” reciban un tratamiento adecuado e idóneo de acuerdo a la generación en el origen, ya que como vertimiento directo a fuentes naturales crea un círculo vicioso de contaminación y afectación a nivel general sin importar distancias (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2022).

Las aguas residuales son categorizadas por su alta composición de contaminantes, estos contaminantes diariamente son emitidos por las diferentes acciones que realiza el hombre para la producción y cubrimiento de sus necesidades diarias, cuyas aguas necesitan ser tratadas antes de ser vertidas al ambiente; ya sea en cuerpos hídricos o al suelo; de acuerdo con esto, pueden ser clasificadas como aguas residuales domésticas urbanas, aguas industriales, aguas residuales de agricultura y ganaderías y aguas residuales derivadas de las lluvias (Ginebra, 2017).

Por tanto, el tratamiento de estas es de vital importancia, ya que por su carga contaminante al ser vertidas directamente al medio pueden deteriorar aquellas fuentes hídricas naturales puras, teniendo en cuenta que la cantidad y calidad de las aguas residuales no permiten que de forma natural sea depuren en el medio en el que son vertidas, al contrario, ponen en riesgo la salubridad humana, la biodiversidad

terrestre, y acuática, influyendo también de forma crucial en la calidad de los suelos y el aire (Ginebra, 2017) la Organización Mundial de la Salud (OMS), menciona que es importante manejar correctamente estos vertimientos para prevenir la contaminación de los recursos hídricos y proteger la salud pública.

El problema de saneamiento en Boyacá se manifiesta en la contaminación de las fuentes hídricas, como el río Chicamocha, que se encuentra altamente contaminado y afecta tanto la calidad del agua como la salud de las personas que dependen de ella. Además, en ciudades como Tunja, los vertimientos dispersos representan un reto importante debido a su impacto acumulativo en la calidad del agua; la descarga incontrolada de aguas residuales domésticas en el río La Vega en Tunja contribuye a la degradación del ecosistema, generando malos olores, presencia de materia orgánica y residuos sólidos, lo que limita su uso y afecta a la población local. La falta de tecnologías de tratamiento de aguas residuales en municipios como Tunja y Oicatá agrava la situación, impactando la disponibilidad de agua para consumo humano, agrícola e industrial en la región (Cruz Cárdenas, 2022; Torres Cruz, 2009).

Cuando no se gestionan adecuadamente, los vertimientos de aguas residuales pueden afectar gravemente el medio ambiente. Investigaciones como la de (Pabón, 2020) ha demostrado que los vertimientos sin tratamiento pueden provocar la eutrofización de cuerpos de agua y contaminar fuentes de agua potable. La eutrofización es un proceso donde el exceso de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, fomenta el crecimiento desmedido de algas y otras plantas acuáticas, lo que reduce el oxígeno en el agua y afecta la vida acuática.

Existen varias tecnologías para tratar las aguas residuales de manera más eficaz como por ejemplo los sistemas sépticos (Zhou et al., 2023), principalmente usados en áreas rurales con viviendas dispersas, permitiendo el tratamiento in situ de las aguas residuales; Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), utilizadas en zonas urbanas y rurales densamente pobladas, realizan un tratamiento más completo antes de verter las aguas residuales al medio ambiente (Vargas et al., 2020); y finalmente, las Tecnologías de Tratamiento Avanzado, como la ósmosis inversa, la ultrafiltración y la biofiltración, que eliminan contaminantes específicos y mejoran la calidad del efluente tratado (Berrio J et al., 2022; Silva H & Peña J, 2021; Silva L et al., 2018).

Algunos casos de estudio permitieron evidenciar que la implementación de estas tecnologías generó grandes resultados y eficiencia en los sistemas, como en Duitama, Boyacá, se realizó un proyecto significativo para instalar pozos sépticos en comunidades rurales. Este proyecto, financiado por el gobierno local y ONGs internacionales, se centró en abordar la carencia de infraestructura de saneamiento adecuada en áreas con acceso limitado o inexistente al alcantarillado. La teoría detrás del uso de pozos sépticos se basa en la necesidad de tratar y disponer de aguas residuales de manera segura para prevenir

la contaminación del agua subterránea y proteger la salud pública (Alcaldía de Duitama & Oficina de Planeación, 2020).

Los pozos sépticos funcionan separando sólidos y líquidos en un tanque subterráneo, donde los sólidos se descomponen y el líquido se filtra lentamente en el suelo. Los resultados de este proyecto en Duitama fueron notables: se observó una reducción significativa de enfermedades transmitidas por el agua, como diarreas e infecciones gastrointestinales, gracias a la mejora en la gestión de aguas residuales. Además, se mejoró la calidad del agua subterránea, y la comunidad adoptó nuevas prácticas de saneamiento, demostrando la efectividad y sostenibilidad del sistema (Alcaldía de Duitama & Oficina de Planeación, 2020).

De manera paralela en Sogamoso, Boyacá, se implementó el uso de sistemas vector para la limpieza y mantenimiento de alcantarillados y sistemas sépticos. Los camiones vector son equipos especializados que utilizan una potente succión para eliminar obstrucciones y residuos de las tuberías de alcantarillado y fosas sépticas. Este enfoque teórico se fundamenta en la necesidad de mantener la infraestructura de saneamiento limpia y funcional para prevenir desbordamientos y contaminación ambiental (Coservicios S.A E.S.P, 2022).

En Sogamoso, la implementación de estos sistemas vector resultó en la reducción de obstrucciones en el sistema de alcantarillado, evitando desbordamientos de aguas residuales y, por ende, la contaminación de ríos y fuentes de agua cercanas. Este proyecto también contribuyó a una mejor gestión de residuos sólidos y líquidos, demostrando la eficacia de los sistemas vector en la mejora de la infraestructura de saneamiento (Cooservicios S.A E.S.P, 2022).

En los municipios de Tenza y Sutatenza, Boyacá, la Gobernación de Boyacá, en colaboración con el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, implementó un proyecto de saneamiento básico que incluyó la instalación de pozos sépticos en áreas rurales. Este proyecto se fundamentó en la teoría de que los sistemas de saneamiento adecuados son esenciales para prevenir la contaminación del agua y mejorar la salud pública. Los pozos sépticos instalados en estas áreas permitieron el tratamiento seguro de las aguas residuales, reduciendo la incidencia de enfermedades infecciosas transmitidas por el agua y mejorando la calidad de vida de los habitantes locales. Además, el proyecto contribuyó a la conservación de recursos hídricos y la protección del medio ambiente, demostrando la importancia de las soluciones de saneamiento descentralizadas en las áreas rurales de Colombia (Gobernación de Boyacá, 2016).

Por otra parte, fuera del departamento, en los municipios rurales del Cauca, la Fundación Plan llevó a cabo un proyecto para la instalación de sistemas sépticos en comunidades sin acceso a sistemas de alcantarillado. La teoría subyacente a la instalación de sistemas sépticos es proporcionar una solución

descentralizada para el tratamiento de aguas residuales en áreas donde la construcción de redes de alcantarillado es impráctica o demasiado costosa. Estos sistemas permiten tratar las aguas residuales a nivel local, reduciendo la carga en los cuerpos de agua y mejorando la salud pública. Los resultados del proyecto en el Cauca fueron notables: se registró una reducción de enfermedades relacionadas con el agua, mejoras en la higiene y la salud pública, y un aumento en la conciencia ambiental y prácticas sostenibles entre los habitantes. La instalación de sistemas sépticos demostró ser una solución viable y efectiva para el tratamiento de aguas residuales en áreas rurales (Contraloría Departamental del Valle del Cauca, 2017).

Y finalmente en Medellín, Antioquia, Empresas Públicas de Medellín (EPM) implementó un sistema avanzado de tratamiento de aguas residuales domésticas, conocido como la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Aguas Claras. Este sistema utiliza tecnologías avanzadas, como tratamiento biológico y procesos de desinfección, para tratar grandes volúmenes de aguas residuales antes de su descarga en el río Medellín. La teoría detrás de este enfoque se basa en la necesidad de tratar eficazmente las aguas residuales para proteger los cuerpos de agua receptores y promover la sostenibilidad ambiental. Los resultados de la implementación de la PTAR Aguas Claras fueron significativos: el tratamiento eficaz de grandes volúmenes de aguas residuales benefició a millones de habitantes y mejoró significativamente la calidad del agua del río Medellín. Además, la reducción de la contaminación ambiental promovió la biodiversidad acuática y destacó la importancia de la infraestructura avanzada de tratamiento de aguas residuales en las áreas urbanas (EPM, 2020).

Estos casos de estudio ilustran cómo la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas puede mejorar significativamente la salud pública, la calidad ambiental y la sostenibilidad en diversas regiones de Boyacá y Colombia.

3.3 Marco Conceptual

3.3.1 Agua Potable y Acueducto

El **agua potable** es el agua que ha sido tratada y purificada para que sea segura para el consumo humano. Esto significa que ha pasado por diversos procesos de tratamiento que eliminan contaminantes, microorganismos y sustancias nocivas, garantizando que cumpla con los estándares de calidad establecidos por las autoridades ambientales y de salud. Y el **acueducto** es un sistema de infraestructura diseñado para la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución de agua potable a una comunidad (Ministerio de Salud, 2015a)

Los componentes principales de un acueducto incluyen en primer lugar las fuentes de agua pueden ser ríos, lagos, embalses, pozos subterráneos, entre otros. En segundo lugar, está la captación la cual se

realiza mediante estructuras y equipos que recolectan el agua de estas fuentes. Luego, la conducción se lleva a cabo a través de sistemas de tuberías y canales que transportan el agua desde las fuentes hasta las plantas de tratamiento (Ramírez & De Plaza, 2021).

En las plantas de tratamiento, el agua es sometida a procesos físicos, químicos y biológicos para eliminar impurezas y hacerla apta para el consumo. Después, el agua tratada se almacena en tanques y depósitos antes de distribuirse. La distribución se efectúa mediante una red de tuberías que llevan el agua potable desde los puntos de almacenamiento hasta los hogares, empresas y otras instalaciones. Estos sistemas son fundamentales para garantizar el suministro de agua segura y continua a las poblaciones, contribuyendo de manera crucial a la salud pública y al desarrollo de las comunidades (Ramírez & De Plaza, 2021).

3.3.2 Agua Residual

El término de agua residual se refiere a las aguas utilizadas en actividades humanas y contaminantes. Estas pueden clasificarse en dos categorías principales: agua residual doméstica y agua residual no doméstica. La primera proviene de actividades diarias en hogares, como lavar platos, ducharse y usar el inodoro. La segunda incluye aguas residuales generadas por actividades industriales, comerciales y agrícolas que pueden contener sustancias químicas y contaminantes específicos según su origen (Espigares García & Pérez López, 2020).

3.3.3 Alcantarillado y Alcantarillado Público

El **alcantarillado** es un sistema de infraestructura diseñado para recoger, transportar y tratar aguas residuales, tanto domésticas como industriales, así como aguas pluviales. Su función principal es gestionar estas aguas de manera efectiva para evitar la contaminación ambiental y proteger la salud pública. El **alcantarillado público** se refiere específicamente al sistema gestionado por entidades gubernamentales, como municipios o autoridades locales. Este sistema incluye una red de tuberías, sumideros y estaciones de bombeo que recogen y transportan aguas residuales desde propiedades y áreas urbanas hacia plantas de tratamiento o puntos de descarga apropiados (DANE, 2014).

3.3.4 Aspecto Ambiental, Factor Ambiental e Impacto Ambiental

En el contexto de la gestión ambiental, se utilizan tres conceptos fundamentales para entender cómo las actividades humanas interactúan con el medio ambiente. Los **aspectos ambientales** son elementos específicos de las operaciones, productos o servicios de una organización que pueden afectar el entorno natural, como el uso de recursos y la generación de residuos. Los **factores ambientales**, por otro lado, son influencias externas que pueden influir en las operaciones de una organización, como condiciones climáticas y disponibilidad de recursos naturales. En cuanto al **impacto ambiental**, se refiere

a los efectos, positivos o negativos, que resultan de estas actividades en el medio ambiente, afectando sistemas ecológicos, la salud humana y otros aspectos. La gestión adecuada de estos elementos es esencial para minimizar los impactos negativos y promover prácticas ambientalmente responsables y sostenibles (Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2009).

3.3.5 Concesión de Aguas Subterráneas y Concesión de Aguas Superficiales

La concesión de aguas subterráneas y aguas superficiales se refiere a los derechos legalmente otorgados por autoridades competentes para el uso regulado de estos recursos hídricos. **La concesión de aguas subterráneas** permite la extracción controlada de agua de acuíferos, sujeta a normativas que limitan la cantidad y el propósito del uso, asegurando así la sostenibilidad del recurso a largo plazo. De manera similar (Corpoboyacá, 2024a), **la concesión de aguas superficiales** regula el uso del agua proveniente de ríos, lagos o embalses, estableciendo condiciones sobre la cantidad permitida para diversos fines como la agricultura, el abastecimiento urbano e industrial, y promoviendo medidas de conservación para proteger estos ecosistemas acuáticos y satisfacer las necesidades presentes y futuras de agua (Corpoboyacá, 2024d).

3.3.6 Gestión Ambiental

La gestión ambiental se refiere al conjunto de acciones planificadas y ejecutadas para proteger y mejorar el medio ambiente. Este proceso incluye la implementación de políticas, programas y prácticas destinadas a conservar la biodiversidad, mitigar los impactos ambientales negativos, como la contaminación del aire y del agua, gestionar eficientemente los recursos naturales y promover el desarrollo sostenible. Tanto el sector público como el privado y la sociedad civil participan en la gestión ambiental, trabajando para asegurar un equilibrio entre las actividades humanas y la preservación del entorno natural (Red de Desarrollo Sostenible de Colombia, 2018).

3.3.7 Permiso de Vertimientos y Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos

El **permiso de vertimientos** es una autorización oficial que permite a empresas y entidades verter aguas residuales tratadas en cuerpos de agua como ríos o lagos. Este permiso especifica las condiciones bajo las cuales puede realizarse el vertido, incluyendo límites estrictos sobre la calidad del agua y requisitos detallados de monitoreo para asegurar el cumplimiento de las normativas ambientales (Corpoboyacá, 2024e).

Por otro lado, el **Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV)** es un documento técnico que deben preparar y presentar los usuarios de agua que solicitan el permiso de vertimientos. Este plan describe las acciones y estrategias que la entidad implementará para manejar eficazmente las aguas residuales antes de verterlas. Incluye medidas para la recolección, tratamiento y disposición final de las

aguas residuales, así como programas continuos de monitoreo para evaluar y asegurar el cumplimiento de los estándares ambientales establecidos (Corpoboyacá, 2023).

3.3.8 Planta de Tratamiento de Agua Residual y Saneamiento Básico

Una **planta de tratamiento de agua residual** es una instalación que utiliza métodos físicos, químicos y biológicos para purificar las aguas residuales antes de devolverlas al medio ambiente o utilizarlas de manera segura. Su objetivo es eliminar contaminantes y microorganismos presentes en estas aguas, asegurando que cumplan con los estándares ambientales y sanitarios requeridos (EPM, 2020; Ramirez & De Plaza, 2021).

Por otro lado, **saneamiento básico** se refiere a las medidas y acciones dirigidas a garantizar condiciones sanitarias adecuadas en comunidades y áreas urbanas. Incluye la provisión de servicios esenciales como agua potable, manejo adecuado de aguas residuales, recolección y disposición adecuada de residuos sólidos, y control de enfermedades transmitidas por vectores, contribuyendo así a mejorar la salud pública y la calidad de vida de la población (Ministerio de Salud, 2015b).

3.3.9 Tasa por Uso y Tasa Retributiva

La **tasa por uso** es un cargo que los usuarios deben pagar por los servicios relacionados con el agua, como el suministro de agua potable y la gestión de aguas residuales. Esta tasa financia la operación y expansión de las infraestructuras necesarias para estos servicios públicos esenciales (Corpoboyacá, 2024b). Por otro lado, la **tasa retributiva**, también conocida como tarifa de vertimiento, se aplica a industrias y entidades que descargan aguas residuales tratadas en cuerpos de agua. Esta tarifa está basada en la cantidad y calidad de los vertimientos, y busca incentivar la reducción de contaminantes y promover un uso responsable del agua, así como la protección ambiental. Ambas tasas son utilizadas por las autoridades para gestionar de manera sostenible los recursos hídricos y promover prácticas responsables en su uso y tratamiento (Corpoboyacá, 2024c).

3.3.10 Vertimiento y Vertimientos Dispersos

El **vertimiento** se define como la acción de descargar aguas residuales o efluentes, tratados o no, directamente en cuerpos de agua como ríos, lagos, mares u océanos. Este proceso está sujeto a regulaciones y permisos ambientales que establecen condiciones específicas para proteger la calidad del agua receptora y preservar el medio ambiente en general (Ramirez & De Plaza, 2021).

Los vertimientos dispersos son prácticas donde las aguas residuales tratadas se descargan en múltiples puntos o áreas dispersas en un cuerpo de agua, en vez de hacerlo en un solo punto de descarga concentrado. Esta técnica busca minimizar los impactos ambientales concentrados, aunque continúa

regulada por normativas ambientales para asegurar que no causen efectos adversos significativos en el ecosistema acuático receptor (Alcaldía Mayor de Tunja, 2016b).

3.4 Marco Legal

En Colombia, la gestión y protección del medio ambiente están regidas por un sólido marco normativo que abarca desde la Constitución Política hasta diversas leyes y decretos específicos, que se evidencian a continuación:

La **Constitución Política** establece principios fundamentales para la protección ambiental, garantizando el derecho a un ambiente sano (Artículo 79), obligando al Estado a planificar el uso sostenible de los recursos naturales (Artículo 80), y definiendo a los municipios como entidades responsables de ofrecer servicios públicos, desarrollar infraestructuras y promover el bienestar social (Artículo 311).

Seguidamente se ubica la **Ley 99 de 1993** la cual es crucial en la estructura del Sistema Nacional Ambiental (SINA), que incluye el Ministerio del Medio Ambiente y las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR). Esta ley promueve el desarrollo sostenible y la participación ciudadana en la gestión ambiental.

Tabla 3-1

Normativa Ambiental Aplicable

Nivel	Norma	Descripción
Nacional	Constitución política de Colombia 1991	Artículo 79 Establece el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano y la obligación del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, así como de conservar las áreas de especial importancia ecológica.
		Artículo 80 Obliga al Estado a planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.
		Artículo 311 Establece que los municipios deben proveer servicios públicos, desarrollar infraestructuras, planificar el territorio, fomentar la participación comunitaria, y mejorar el bienestar social y cultural, cumpliendo además con las funciones que les asignen la Constitución y las leyes.
	Ley 99 de 1993	Establece el Ministerio del Medio Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental (SINA), regula las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y promueve el desarrollo sostenible, la participación ciudadana y la integración ambiental en la planificación. También introduce licencias ambientales y planes de manejo.
	Decreto 2811 de 1974 (Código Nacional de Recursos Naturales	Regula la conservación y uso sostenible de los recursos naturales renovables en Colombia. Establece principios y

Renovables y de Protección al Medio Ambiente)	directrices para la gestión ambiental, asigna competencias a las autoridades ambientales, y promueve la participación ciudadana. Además, incluye instrumentos de gestión como licencias ambientales y zonas de protección, y define sanciones para infracciones ambientales.
Decreto 1076 de 2015 (Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible)	Consolida la normativa ambiental de Colombia, abordando la gestión de recursos hídricos, calidad del aire, gestión de residuos, conservación de la biodiversidad, cambio climático y licencias ambientales, y asigna competencias a las autoridades ambientales, facilitando así el cumplimiento y aplicación de las regulaciones. Capítulo 2 del Título 3 del Libro 2 (Artículos 2.2.3.2.1.1 al 2.2.3.2.1.12): regula la concesión de aguas superficiales y subterráneas. Establece los procedimientos y requisitos para solicitar, otorgar y administrar las concesiones de uso de agua. Incluye aspectos relacionados con la evaluación de solicitudes, condiciones para el otorgamiento de concesiones, y la duración y renovación de estas. Capítulo 1 del Título 6 del Libro 2 (Artículos 2.2.3.6.1.1 al 2.2.3.6.1.24): Este capítulo regula los permisos para los vertimientos de aguas residuales a cuerpos de agua o sistemas de alcantarillado. Define los criterios para la emisión de permisos, los requisitos para los informes de impacto ambiental y las condiciones técnicas que deben cumplir los vertimientos para proteger la calidad del agua y el medio ambiente. Capítulo 1 del Título 7 del Libro 2 (Artículos 2.2.3.7.1.1 al 2.2.3.7.2.7): Este capítulo establece la tasa retributiva, que es un cargo que se impone a los usuarios de recursos hídricos como compensación por el uso de agua. Define cómo se calcula la tasa, quiénes están obligados a pagarla y cómo se debe destinar el dinero recaudado para la gestión y conservación del recurso hídrico. Capítulo 1 del Título 8 del Libro 2 (Artículos 2.2.3.8.1.1 al 2.2.3.8.1.9): Este capítulo regula la elaboración y aplicación de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV). Los PSMV son planes obligatorios para las entidades que realizan vertimientos, detallando cómo se deben manejar y tratar los efluentes para minimizar su impacto ambiental y cumplir con los estándares de calidad del agua. Capítulo 1 del Título 9 del Libro 2 (Artículos 2.2.3.9.1.1 al 2.2.3.9.1.4): Este capítulo establece la tasa de uso del agua, la cual se aplica a los usuarios del recurso hídrico en función del volumen de agua que utilizan. Describe cómo

	se calcula la tasa, su aplicación y los criterios para su ajuste, para incentivar el uso eficiente y responsable del agua.	
Decreto 3930 de 2010 (Uso, Conservación y Manejo del Recurso Hídrico)	Regula las concesiones de aguas, los permisos de vertimientos y otros aspectos relacionados con el uso y manejo del agua.	
Resolución 0631 de 2015 (Límites Máximos Permisibles de Vertimientos)	Establece los parámetros y valores límites máximos permisibles para los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a sistemas de alcantarillado público.	
Resolución 0330 de 2017 (Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico)	Regula los estándares técnicos para el agua potable y el saneamiento básico en Colombia. Establece requisitos para la calidad del agua, el manejo de aguas residuales, y la operación de infraestructuras, con el fin de proteger la salud pública y el medio ambiente. También define mecanismos de control para asegurar el cumplimiento de estas normas.	
Municipal	PSMV de Tunja	Aprobado bajo la resolución 3016 del 18 de octubre de 2011 y con resolución actual N°1380 del 20 de agosto de 2020 <i>“Por medio de la cual se evalúa una modificación del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos y se toman otras determinaciones.”</i>
	Permiso de Vertimientos de Tunja	Resolución N° 3600 del 08 de noviembre de 2016, <i>“Por medio de la cual se otorga un permiso de vertimientos y se toman otras disposiciones”</i> .
	Concesión de agua Superficial de Tunja	Resolución N° 888 de 2016.
	Concesión de agua Subterránea de Tunja	Resolución N° 3519 de 2010.
	Tasa retributiva de Tunja	Resolución N° 2667 de 2012.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Ministerio de Ambiente y Desarrollo)

Paralelamente se ubica el **Decreto 2811 de 1974** el cual regula la conservación y uso de los recursos naturales renovables, estableciendo un marco legal para la protección ambiental y de la mano el **Decreto 1076 de 2015** el cual compila y detalla las normas ambientales, abordando la gestión de recursos hídricos, calidad del agua, residuos sólidos, biodiversidad, y calidad del aire. Los capítulos mencionados en la **Tabla 3-1** del Decreto 1076 de 2015 estructuran la regulación del recurso hídrico en Colombia, abordando desde la concesión y el uso del agua hasta la gestión de los vertimientos y las tasas asociadas, garantizando así un manejo integral y sostenible del recurso.

Además, el **Decreto 3930 de 2010** regula el uso y manejo del recurso hídrico, mientras que la **Resolución 0631 de 2015** establece los límites máximos permisibles para los vertimientos a cuerpos de agua, protegiendo así la calidad del agua en el país. Este marco normativo integral asegura una gestión efectiva y sostenible de los recursos naturales en Colombia.

Así mismo a nivel municipal se cuenta con diferentes decretos y resoluciones a las cuales está sometido el municipio en pro de cumplir con los requerimientos nacionales de ámbito ambiental dentro de estos están: el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos de Tunja previsto para el periodo 2017-2026 aprobado bajo **la resolución 3016 de 2011 y N° 1380 de 2020** por medio de la cual se evalúa una modificación del PMSV y se toman otras determinaciones; seguidamente el permiso de vertimientos de la ciudad actualmente aprobado bajo la supervisión de Corpoboyacá con N° **de resolución 3600 de 2016**; cuenta con concesión de aguas superficiales y subterráneas bajo la resolución **888 de 2016 y 3519 de 2010** respectivamente; y finalmente un acuerdo de tasa retributiva con N° de **resolución 2667 de 2012**

4 Desarrollo

4.1 Plan de trabajo

El plan de trabajo se consolidó a partir de las actividades asignadas por el supervisor de Veolia Aguas de Tunja (VAT), las cuales se desarrollaron la Gerencia de Planeación y Construcciones (GPC), en el área de Banco de Proyectos (BP) y Componente Ambiental (CA) desde el cuatro (04) de septiembre de 2023 hasta el tres (03) de enero de 2024 con un total de 774 horas, en un horario de lunes a viernes de 08:00 hrs a 17:30 hrs. A continuación, se relaciona el plan de trabajo pactado con el supervisor de VAT.

Tabla 4-1

Plan de trabajo

Actividad	Descripción
1	Estudiar las alternativas de solución disponibles en Veolia Aguas de Tunja S.A E.S.P. para abordar los vertimientos dispersos generados por los usuarios en el área urbana de la ciudad de Tunja, en conformidad con la normativa ambiental aplicable.
2	Identificar a los usuarios que están sin cobro de alcantarillado en el área de la ciudad de Tunja.
3	Ejecutar el proceso de levantamiento de información mediante visitas domiciliarias a cada uno de los usuarios.
4	Realizar un registro documentado que contenga información detallada sobre cada usuario, características del vertimiento ubicación y topografía.
5	Clasificar a los usuarios identificados según las alternativas de gestión de vertimientos aplicables a cada caso, considerando factores técnicos, económicos y ambientales.
6	Elaborar un informe final que consolide la información recopilada y las observaciones para la implementación del programa de gestión de vertimientos dispersos, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones y la mejora continua del programa.
7	Consolidar los informes contractuales mediante la adjudicación de documentación donde se evidencien los formatos del Plan de Inversiones 2024 (PI2024) para llevar a cabo las obras de la Gerencia de Planeación y Construcciones de Veolia Aguas de Tunja (VAT) dando cierre al 2023 e iniciando el nuevo año 2024.
8	Realizar el control documental de permisos de ocupación e intervención, tramites y licencias ambientales a las cuales se rige la empresa en torno a la planeación y construcción de estructuras de saneamiento básico.

Fuente. Elaboración propia (2024)

4.2 Metodología

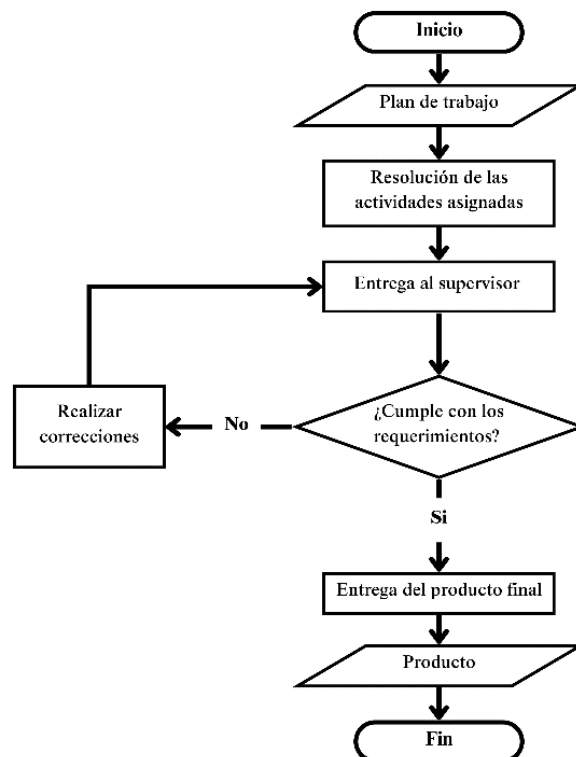
Se diseñaron dos metodologías: una metodología general para la ejecución del plan de trabajo asignado por el supervisor de Veolia Aguas de Tunja y otra específica para cada una de las actividades incluidas, todas ellas alineadas con los objetivos establecidos en el informe.

4.2.1 Metodología General

En la ejecución del plan de trabajo se obtienen diferentes resultados de tipo producto para cada una de las actividades realizadas los cuales se entregan según las fechas asignadas por el supervisor además de ser descritos y reflejados en las bitácoras entregadas semanalmente. En la **Ilustración 4-1** se expone la metodología general empleada.

Ilustración 4-1

Metodología general



Fuente. Elaboración propia (2024)

4.2.2 Metodología Actividad 1

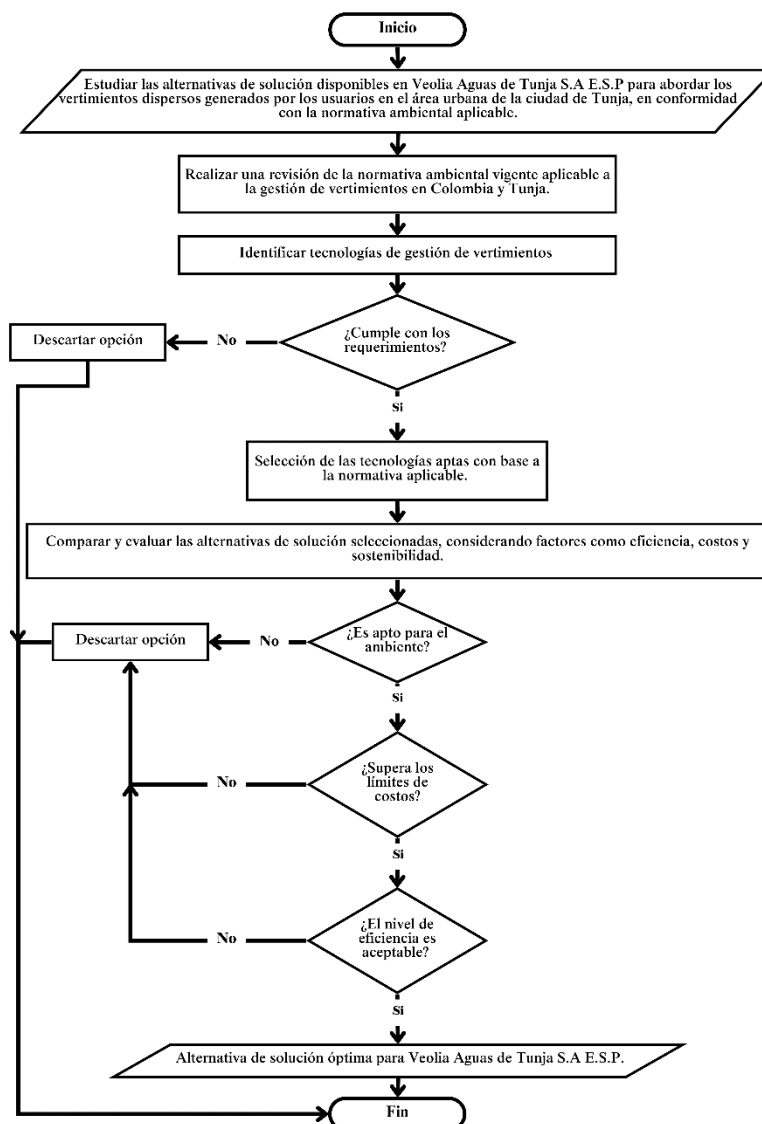
Para la actividad N° 1 del plan de trabajo en torno al estudio de las alternativas de solución disponibles en Veolia Aguas de Tunja S.A E.S.P. para abordar los vertimientos dispersos generados por los usuarios en el área urbana de la ciudad de Tunja.

Se realizó una revisión de la normativa a la gestión de vertimientos en Colombia y en el Departamento, entendiendo cómo proceder ante la situación presentada en la capital del departamento de Boyacá, identificando las posibles tecnologías y/o enfoques de gestión avaladas por la normativa colombiana y, finalmente, se compararán y evaluarán las alternativas de solución disponible considerando

factores como eficiencia, costos para el usuario y sostenibilidad ambiental. A continuación, en la **Ilustración 4-2**, se expone la metodología anterior expuesta:

Ilustración 4-2

Metodología actividad N°1



Fuente. Elaboración propia (2024)

4.2.3 Metodología Actividad 2

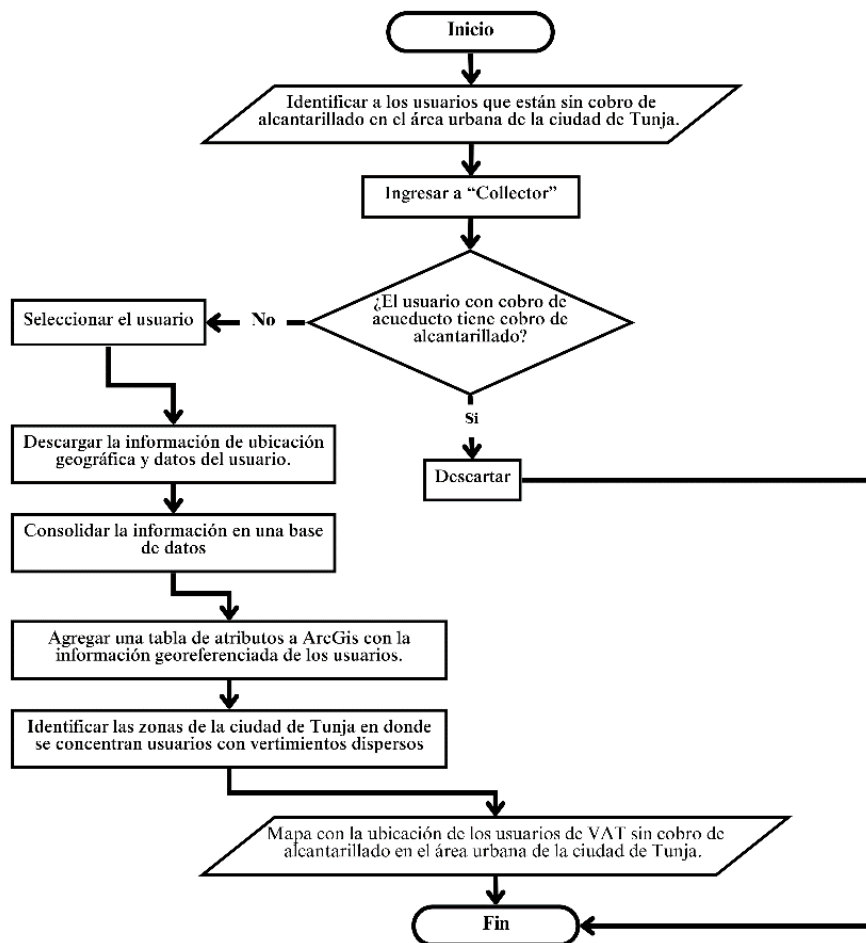
En torno a la actividad N° 2 del plan de trabajo para identificar a los usuarios que están sin cobro de alcantarillado en el área urbana de la ciudad de Tunja se procede a ingresar a la base de datos de la empresa denominada “collector”, la cual es una base de datos que mantiene información referente a los usuarios con cobro de acueducto y de alcantarillado donde se presente la ubicación del inmueble,

dirección, estrato social, diámetro de la tubería a la cual está conectado el usuario, entre otros datos e información referente a nuevas obras de saneamiento, a vías en construcción y/o pavimentación que mantiene VAT.

Seguidamente, una vez se ingresó a “collector” allí se verifica que usuarios con cobro de acueducto no presentan cobro de alcantarillado (este fue el parámetro para determinar que los usuarios hacían vertimientos dispersos). Si el usuario presenta cobro se descarta y se asume que está conectado a la red de alcantarillado local, si por el contrario no presenta cobro: se selecciona y se descarga la información correspondiente a: código de contrato, nombre del usuario, ubicación geográfica, dirección, barrio, sector, estrato social y IDISIG de la Red en Frente del Predio; para posteriormente agregar la información como tabla de atributos y georreferenciar en ArcGIS para proceder a realizar salidas graficas donde se observe la ubicación de los Usuarios Sin Cobro de Alcantarillado (USinCALC) del área urbana de Tunja.

Ilustración 4-3

Metodología actividad N°2

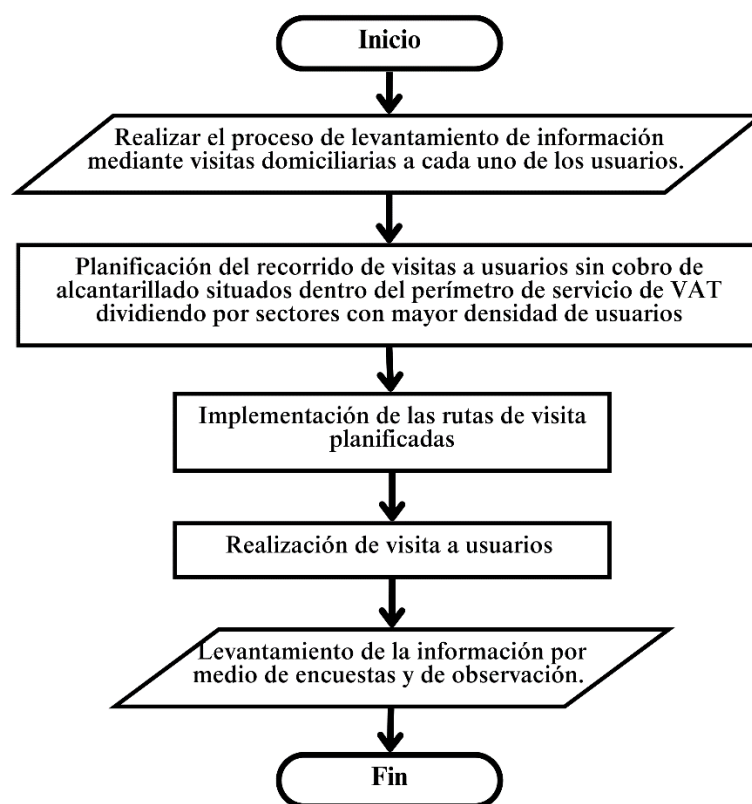


4.2.4 Metodología Actividad 3

La actividad N° 3 del plan de trabajo bajo la realización del levantamiento de la información mediante visitas domiciliarias a cada uno de los usuarios sin cobro de alcantarillado que hacen parte del programa estratégico “Gestión de Vertimientos dispersos situados dentro del perímetro de servicio de Veolia Aguas de Tunja S.A”. Se planifican recorridos de visitas según la densidad de usuarios en zonas determinadas de la ciudad para hacer más eficiente el levantamiento de la información, seguidamente se ejecutan las visitas y se hace la encuesta a cada usuario preguntando al usuario el punto de vertimiento o si cuenta con algún sistema de recolección de aguas residuales; así se pregunta la ubicación y dimensiones del sistema. Finalmente se procede a realizar el registro fotográfico del lugar y se da fin al levantamiento de la información, así como se observa a continuación.

Ilustración 4-4

Metodología actividad N° 3



Fuente. Elaboración propia (2024)

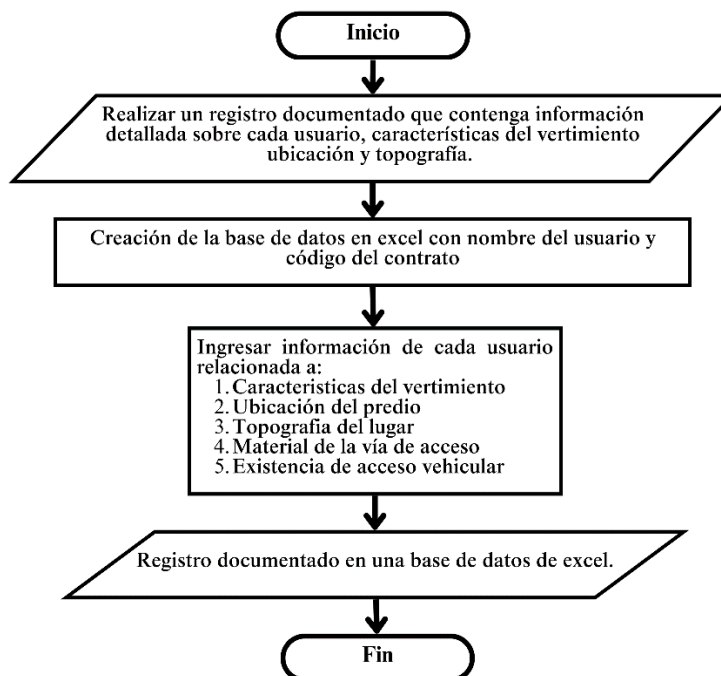
4.2.5 Metodología Actividad 4

Para la realización del registro documentado en la actividad N°4 del plan de trabajo se crea una base de datos en Excel la cual contiene la información base suministrada para la actividad N° 2 contenida

en el numeral **4.2.3** y se procede a ingresar nuevos datos como: características del vertimiento, ubicación del predio, topografía del lugar, material de la vía de acceso, existencia de acceso vehicular, verificación de conexiones sanitarias a la línea de alcantarillado frente al predio y observaciones generales. La metodología anteriormente expuesta se grafica en la **Ilustración 4-5**.

Ilustración 4-5

Metodología actividad N° 4



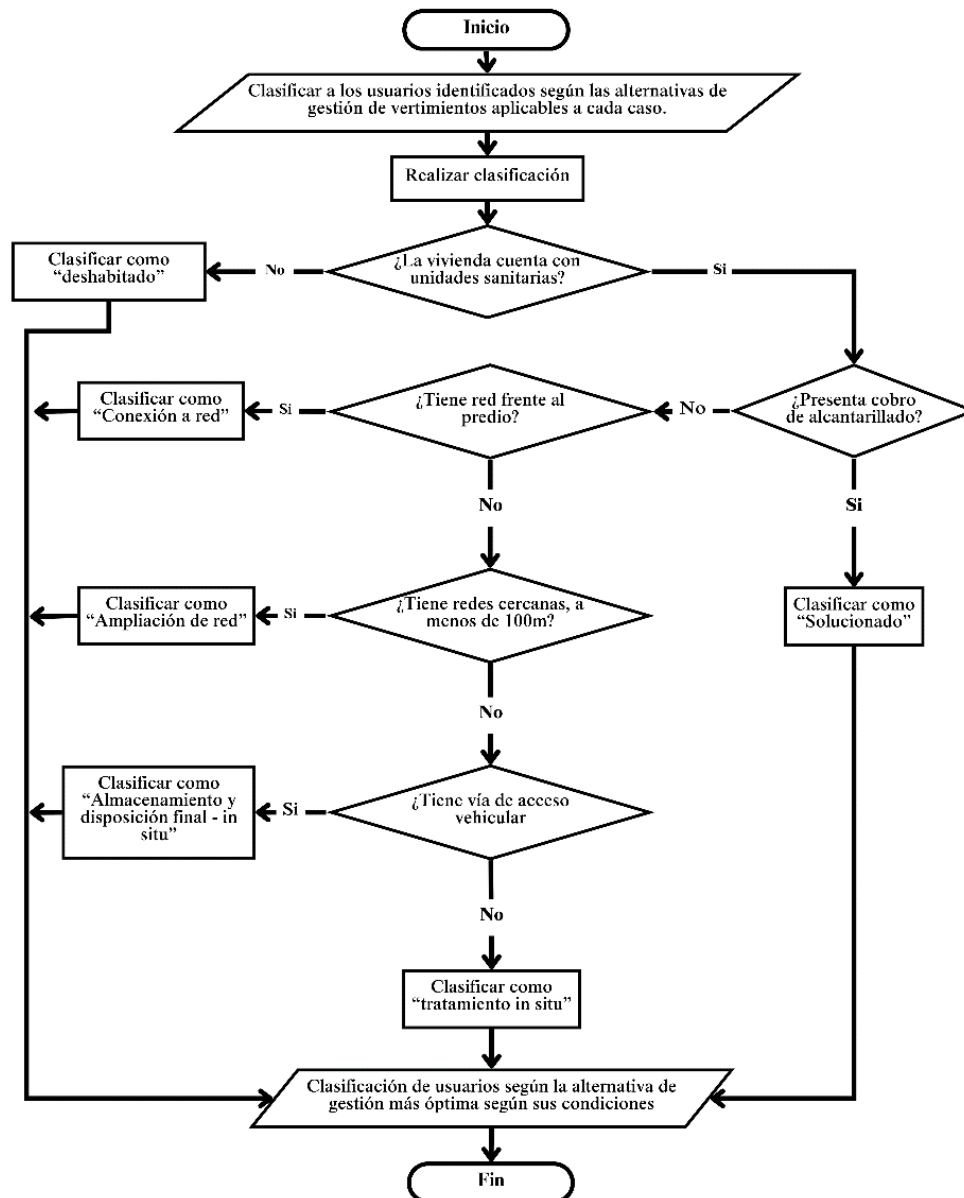
Fuente. Elaboración propia (2024)

4.2.6 Metodología Actividad 5

En torno a la actividad N°5 se realiza la clasificación en seis (6) categorías en la base de datos de Excel por medio de filtros y posteriormente se anexa la tabla de atributos a ArcGIS y se crean salidas graficas en donde se puede apreciar geográficamente la clasificación y los nodos más importantes. La clasificación se realiza considerando cinco (5) condicionales. así como se puede observar en la **Ilustración 4-6**.

Ilustración 4-6

Metodología N°5



Fuente. Elaboración propia (2024)

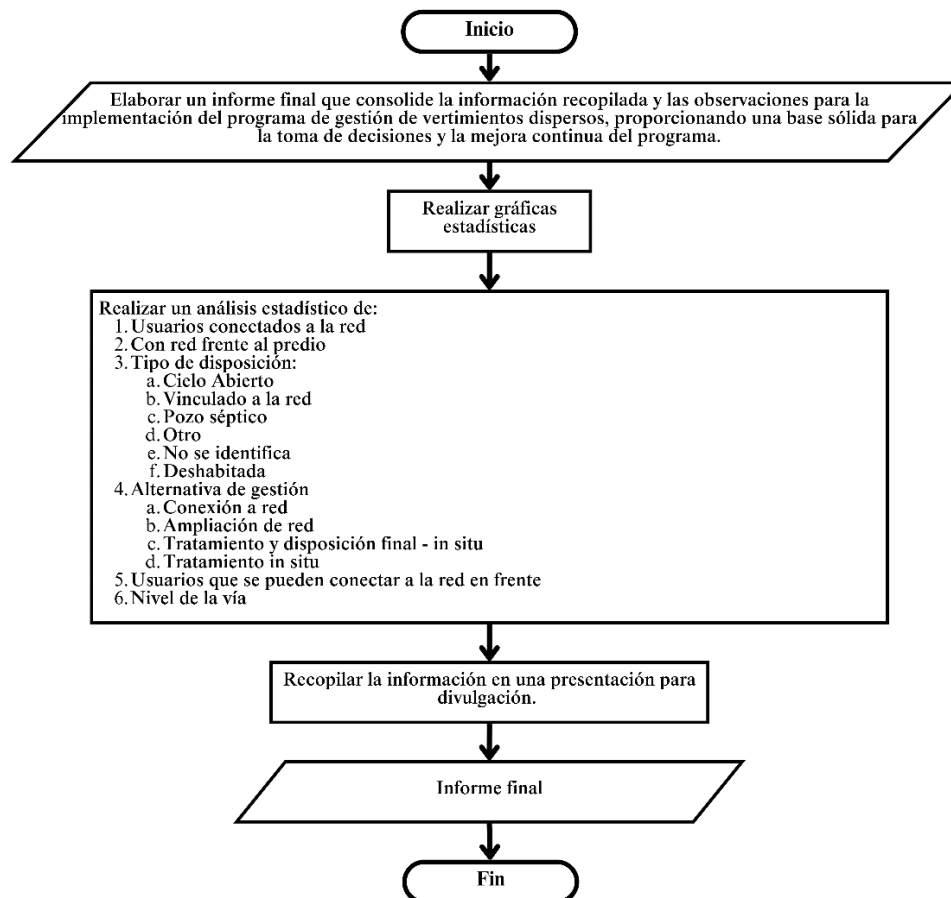
4.2.7 Metodología Actividad 6

Para la elaboración del informe final conforme al programa estratégico “Gestión de Vertimientos dispersos situados dentro del perímetro de servicio de Veolia Aguas de Tunja S.A” se realizan graficas estadísticas tomando como referencia la información de la base de datos de Excel y posteriormente se realiza un análisis estadístico según se evidencia en la **Ilustración 4-7** para finalmente recopilar la

información en una presentación de divulgación a las demás áreas de VAT para seguir el proceso de aprobación y mejora según prevalezca.

Ilustración 4-7

Metodología N°6



Fuente. Elaboración propia (2024)

4.2.8 : Metodología Actividad 7

Con base a la ejecución de la actividad N°7 (ver **Ilustración 4-8**) se realiza como punto de partida una clasificación de las obras que se plantean llevar a cabo en el año 2024 y que están sujetas en el Plan de Inversiones de ese mismo año (PI2024), se dividen en tres categorías: la primera donde se ubican las obras realizadas en torno a mejorar las condiciones del servicio de Agua Potable en el área urbana de la ciudad de Tunja y se denominan Puntos de Calidad de Agua Potable (PCAP); la segunda son las obras de Ampliación de Acueducto y Alcantarillado; y finalmente la tercer categoría es sobre las obras de Renovación de Acueducto y Alcantarillado.

Para las obras de PCAP se elaboran salidas de imágenes satelitales georreferenciadas donde se enmarcan los siguientes ítems:

1. Ubicación geográfica del usuario afectado.
2. N° del suscriptor afectado.
3. Material y diámetro de la tubería.
4. Tipo de red.
5. Zona de Servicio.
6. Identificación de la red.
7. Ubicación y longitud de la mejor a realizar: empalme o mallado según corresponda.
8. Ubicación de puga o ventosa, según corresponda.

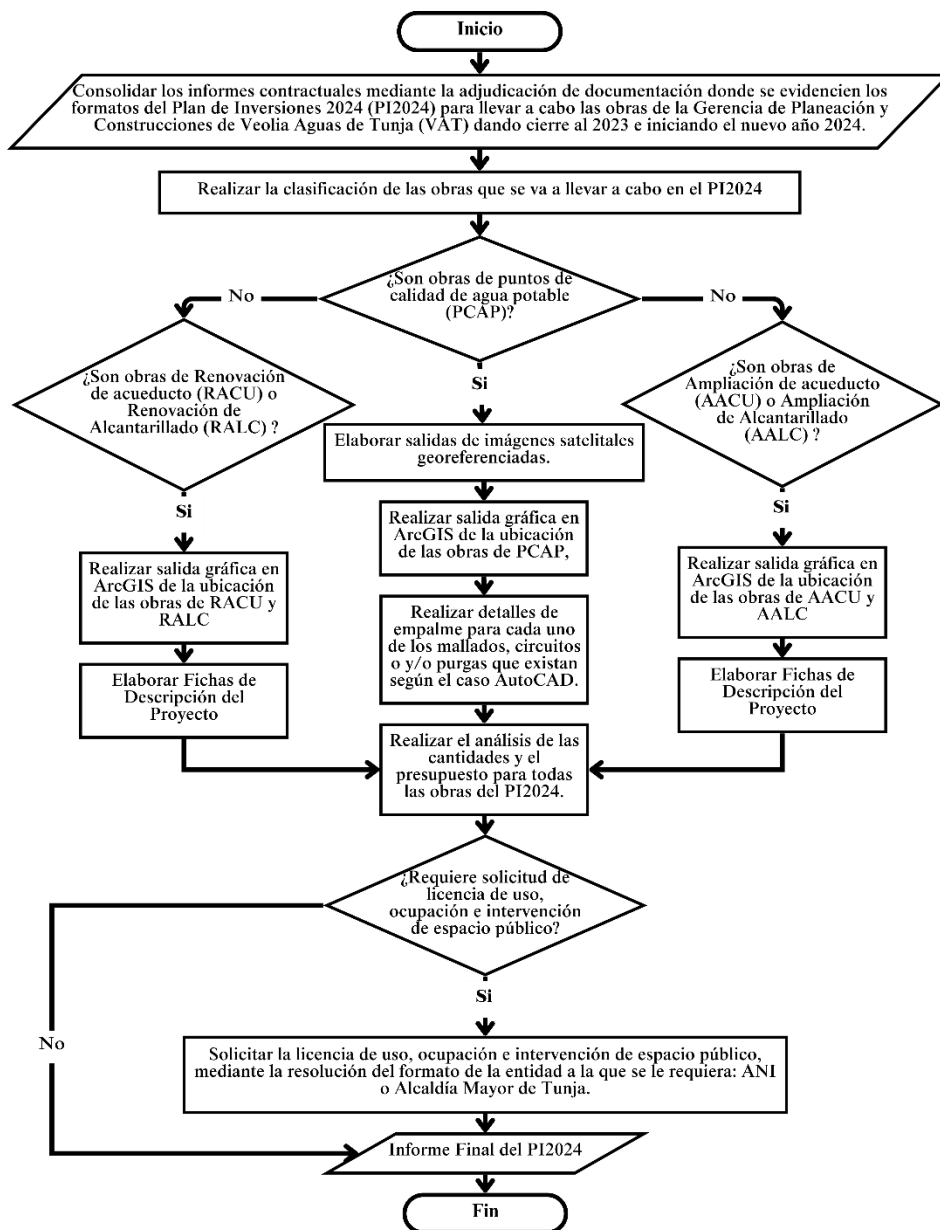
De manera continua para la obra de PCAP se realizan salidas gráficas georreferenciadas en la plataforma ArcGIS donde se precisa la ubicación y longitud de la obra a realizar para su posterior envío o adjudicación a la base de datos general de la VAT denominada “Collector”, seguidamente se realizan detalles de empalme en la herramienta de dibujo AutoCAD, donde se especifican los materiales, el diámetro de tubería y los accesorios necesarios para su ejecución según sea el caso (mallado, circuito o purga).

En torno a las obras de Ampliación de Acueducto (AACU) y Ampliación de Alcantarillado (AALC) y de Renovación de Acueducto (RACU) y Renovación Alcantarillado (RALC) se realiza para cada una la respectiva salida gráfica en la plataforma de ArcGIS donde se precisa la ubicación y la longitud de la obra a ejecutar para ser posteriormente adjudicada en la base de datos “Collector” y se continua con la elaboración de las fichas de Descripción del Proyecto en donde se precisa el nombre del proyecto, el barrio y el sector hidráulico donde se va a ubicar la obra, la identificación de la red, la prioridad, el número de beneficiarios de la obra, el número de acometidas a construir según la necesidad, el diámetro y material de la tubería actual, el diámetro y material de la tubería a adicionar, longitud de la intervención, descripción del problema que sustenta la necesidad de la obra, registro fotográfico de evidencia y se concluye con la descripción del proyecto.

Posteriormente, se realiza el análisis, evaluación y descripción de los accesorios, materiales , herramientas y las cantidades requeridas para finalizar con el presupuesto de obra tomando como referencia los precios unitarios 2024 del área de Interventoría de la empresa VAT para cada una de las obras a realizar (PCAP-AACU-AALC-RACU-RALC). Y se finaliza completando los formatos exigidos por las entidades gubernamentales (ANI -AMT) para la licencia de uso, ocupación e intervención del espacio público según el caso que lo requiera, adjudicando el área total de ocupación requerida para el proyecto y la imagen satelital se la ubicación de la obra.

Ilustración 4-8

Metodología N°7



Fuente. Elaboración propia (2024)

4.2.9 Metodología Actividad 8

Como última actividad (ver **Ilustración 4-9**) se realiza el respectivo control documental del área de componente ambiental respecto a la correspondencia que recibe o envía esta área, en relación con diferentes tramites de interés ambiental como:

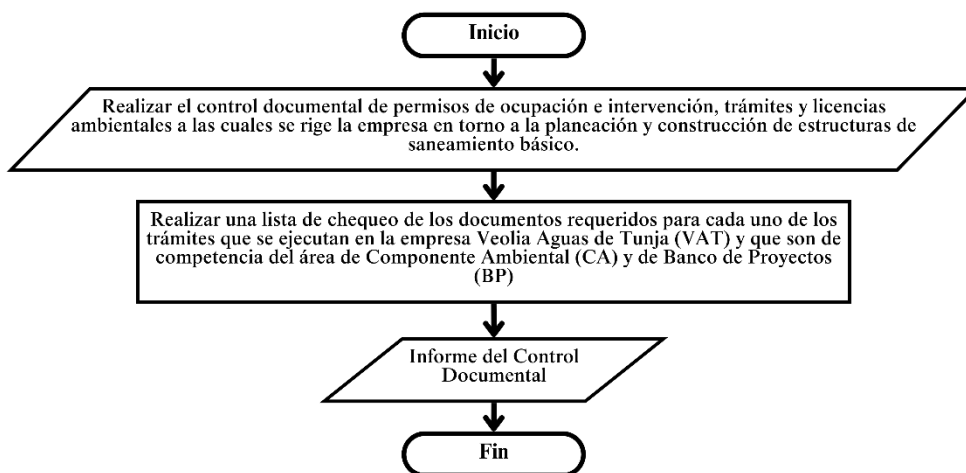
6. Plan de Saneamiento de Manejo de Vertimientos (PSMV).
7. Permiso de Vertimientos (PV) bajo la resolución 3600 de 2016.

8. Concesión de Aguas Superficiales y tasas por uso bajo la resolución 888 de 2016.
9. Concesión de Aguas Subterráneas y tasas por uso bajo la resolución 3519 de 2010.
10. Tasa retributiva bajo el decreto 2667 de 2012.

Para esto se realiza una lista de chequeo de la documentación allegada al área, se adjudica el profesional responsable para dar respuesta a la resolución y se archiva la documentación según el contenido y/o la necesidad a resolver, generando así un control documental adecuado y controlado.

Ilustración 4-9

Metodología N°8



Fuente. Elaboración propia (2024)

4.3 Cronograma de actividades

Para dar cumplimiento a los objetivos propuestos en este documento y el plan de trabajo pactado con el supervisor de Veolia Aguas de Tunja VAT se estableció el cronograma de actividades así (ver **Tabla 4-2**)

Tabla 4-2

Cronograma de actividades 2023

Objetivo	Actividades	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Realizar un análisis sobre los vertimientos dispersos de agua residual generados por usuarios en el área de urbana de la ciudad de Tunja (Meta Anual PSMV)	Estudiar las alternativas de solución disponibles en Veolia Aguas de Tunja S.A E.S.P para abordar los vertimientos dispersos generados por los usuarios en el área urbana de la ciudad de Tunja, en conformidad con la normativa ambiental aplicable.																
	Identificar a los usuarios que están sin cobro de alcantarillado en el área de la ciudad de Tunja.																
	Ejecutar el proceso de levantamiento de información mediante visitas domiciliarias a cada uno de los usuarios.																
2. Evaluar los vertimientos dispersos de agua residual generados por usuarios en el área urbana de la ciudad de Tunja en función de su impacto ambiental, utilizando criterios técnicos y ambientales.	Realizar un registro documentado que contenga información detallada sobre cada usuario, características del vertimiento ubicación y topografía.																
	Clasificar a los usuarios identificados según las alternativas de gestión de vertimientos aplicables a cada caso, considerando factores técnicos, económicos y ambientales.																
	Elaborar un informe final que consolide la información recopilada y los resultados de los costos asociados a la implementación del programa de gestión de vertimientos dispersos, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones y la mejora continua del programa.																
3. Contribuir al proceso de consolidación de informes contractuales y supervisar la documentación ambiental para el área de Banco de Proyectos de la empresa Veolia Aguas de Tunja S.A E.S.P	Consolidar los informes contractuales mediante la adjudicación de documentación donde se evidencien los formatos del Plan de Inversiones 2024 (PI2024) para llevar a cabo las obras de la Gerencia de Planeación y Construcciones de Veolia Aguas de Tunja (VAT) dando cierre al 2023 e iniciando el nuevo año 2024.																
	Realizar el control documental de permisos de ocupación e intervención, tramites y licencias ambientales a las cuales se rige la empresa en torno a la planeación y construcción de estructuras de saneamiento básico.																

Fuente. Elaboración propia (2024)

5 Resultados obtenidos

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la pasantía, cumpliendo con las ocho (08) actividades asignadas por el supervisor de Veolia Aguas de Tunja (VAT), las cuales están alineadas con los objetivos de este documento. Así, se consolidaron 18 bitácoras y diferentes productos para cada una de las actividades desarrolladas, que se adjuntan junto con las evidencias del trabajo realizado durante el periodo establecido:

5.1 Resultados Actividad N°1

5.1.1 Contexto General

Tunja, capital del departamento de Boyacá para el año 2023 cuenta con una cobertura del 99,5% del sistema de alcantarillado, sin embargo, es de destacar los eventos por los cuales no se llega al 100% de cobertura, así:

1. Viviendas que no tienen vías de acceso definidas en el ordenamiento territorial del municipio, por lo que se requiere las proyecciones viales respectivas, toda vez que estos inmuebles tienen nomenclatura asociada al patrón reticular de la ciudad.
2. Viviendas con red de alcantarillado frente al predio sin conexión a la misma por condición adversa de las redes internas domiciliarias que no permiten entregar por gravedad a las redes existentes.
3. Carencia y falencias en el control urbano respecto al licenciamiento de estos inmuebles, que no hacen uso de las redes disponibles capacitadas y viables para drenarlos, en términos del Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio 1077 de 2015.
4. Viviendas sin red de alcantarillado frente al predio, sin proyección vial definida y legalizada, y, que están asociadas a desarrollos urbanos en zonas periféricas de la ciudad.
5. Inmuebles desarrollados en zonas con conflicto de uso de suelo

Por tanto, y en conformidad al Objetivo 7: “Eliminar y/o unificar el 1 % de los vertimientos dispersos del perímetro urbano de la ciudad de Tunja. Meta anual”, del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) aprobado bajo la Resolución 1380 de 2020, se crea el programa estratégico “Gestión de Vertimientos Dispersos” por parte del Área de Banco de Proyectos y Componente Ambiental de la Gerencia de Planeación y Construcciones de Veolia Aguas de Tunja S.A E.S.P.

En el alcance del programa se establecen en una primera etapa visitas de campo para identificar las características de los vertimientos (ubicación respecto a vías de acceso, tipo de sistema de disposición usado, cota de descarga respecto al nivel de la vía, entre otros). Para así clasificarlos según la alternativa de gestión de saneamiento propuestas.

En los capítulos subsiguientes se presenta una descripción de las alternativas que se proponen tres (3) alternativas de gestión y solución que pueden ser utilizadas:

5.1.2 Conexión a red de alcantarillado

5.1.2.1 Descripción general:

Esta alternativa implica integrar a los usuarios identificados con vertimientos dispersos a la red de alcantarillado existente. Esta opción busca canalizar los efluentes de manera controlada y dirigirlos hacia la infraestructura de tratamiento centralizada. La implementación de esta alternativa implica la instalación de conexiones y la adaptación de las instalaciones internas existentes de cada usuario para garantizar una transición efectiva a la red de alcantarillado. Estas intervenciones o adecuaciones deberán asumir los usuarios del servicio, según la normatividad vigente.

Esta opción ofrece beneficios en términos de una gestión más eficiente y centralizada de los vertimientos, reduciendo los riesgos ambientales asociados. Sin embargo, es esencial evaluar la viabilidad técnica y económica de esta alternativa para garantizar su aplicabilidad a cada caso específico y su alineación con los objetivos generales del programa de *“Gestión de Vertimientos Dispersos”*.

5.1.2.2 Aplicabilidad:

La aplicabilidad de esta alternativa requiere que el usuario cuente con red cercana al predio y que esté este a favor de la pendiente, sí, por el contrario, el usuario está por debajo del nivel de la vía y/o cuenta con unidades sanitarias ubicadas en semisótanos requerirá de la instalación de un sistema de bombeo que permita la distribución de las aguas residuales a la red de alcantarillado. Para llevar a cabo la aplicación de esta alternativa el usuario deberá asumir los costos operativos y de mantenimiento.

5.1.2.3 Ventajas:

- La conexión a la red de alcantarillado permite una gestión más centralizada de los vertimientos, lo que facilita el monitoreo y tratamiento eficiente de los efluentes.
- Al canalizar los vertimientos de manera controlada, se reducen los riesgos ambientales asociados con los vertimientos dispersos, contribuyendo a la protección del medio ambiente.
- La conexión a la red de alcantarillado existente (a flujo libre) reduce costos económicos en comparación con la instalación de otras alternativas.
- Al conectar a los usuarios a la red de alcantarillado, se promueve el cumplimiento de las normativas ambientales relacionadas con los vertimientos.

5.1.2.4 Desventajas:

- La viabilidad de la conexión puede depender de la capacidad y condición de la infraestructura de alcantarillado existente, lo que podría requerir inversiones significativas.

- La adaptación de las instalaciones existentes en cada usuario puede implicar costos considerables para los propios usuarios (construcción de pozos de bombeo).
- La implementación de la conexión a la red de alcantarillado puede generar preocupaciones o resistencia por parte de la comunidad, especialmente si se perciben impactos negativos.

5.1.2.5 Componentes y aspectos de diseño

El aspecto de diseño depende de las características de cada usuario, para ello es necesario verificar:

- Ubicación de la red de alcantarillado.
- Topografía del terreno.
- Dirección de descarga.
- Longitud de la acometida.
- Material y diámetro de la red de alcantarillado.

5.1.3 Recolección, transporte y disposición en alianza con SEPTICLEAN

5.1.3.1 Descripción general:

Esta alternativa está encaminada a la sinergia con SEPTICLEAN, una de las filiales del grupo Veolia en Colombia a través de la cual se buscará ampliar la cobertura del alcantarillado domiciliario en la Capital del Departamento de Boyacá. Esta ampliación de cobertura se basa en la recolección, transporte y disposición de aguas residuales de usuarios sin potencial a conectarse a la red de alcantarillado centralizada del municipio.

Sin embargo, es esencial evaluar la viabilidad técnica y económica de esta alternativa para garantizar su aplicabilidad a cada caso específico y su alineación con los objetivos generales del programa de *“Gestión de Vertimientos Dispersos”*.

5.1.3.2 Aplicabilidad:

La aplicabilidad de esta alternativa requiere que el usuario disponga o realice la respectiva instalación y/o construcción de unidades descentralizadas como Sistemas Sépticos y Tanques de Almacenamiento de Aguas Residuales Domésticas (ARD) y cuente con características de terreno específicas para que, posteriormente, un vehículo Vactor realice la recolección de las ARD y la respectiva limpieza de la unidad.

5.1.3.3 Ventajas:

- El sistema "SEPTICLEAN" ofrece una solución autónoma para la gestión de aguas residuales, lo que significa que no dependen directamente de la infraestructura centralizada de alcantarillado.

- Puede ser implementado en áreas donde la conexión a la red de alcantarillado no es factible o económicamente viable.

5.1.3.4 Desventajas

- Se desconoce si la implementación de esta estrategia resulta ser viable desde el punto de vista económico, teniendo en cuenta que los costos operativos asociados a la recolección, transporte y disposición de estos residuos líquidos pueden ser elevados.
- La implementación del sistema SEPTICLEAN implica costos iniciales significativos, y el mantenimiento regular también es necesario.
- Los sistemas necesitan espacio adicional para su instalación, lo que podría ser un desafío en áreas urbanas densamente pobladas.
- No es posible implementarlo en terrenos con pendientes altas.

5.1.3.5 Componentes y aspectos de diseño

El aspecto de diseño depende de las características de cada usuario, para ello es necesario verificar:

- Topografía del terreno.
- Tipo de suelo.
- Dirección de descarga.
- Altura de acceso.
- Ancho de acceso.

5.1.3.6 Especificaciones y requerimientos SEPTICLEAN

SEPTICLEAN dentro de su unidad de negocio una línea exclusiva para la recolección, transporte y disposición final de aguas residuales doméstica (ARD) y su servicio se divide en 3 puntos:

5.1.3.6.1 Recolección

- La duración del proceso de recolección se establece en un rango de 15 min - 20 min.
- La recolección se realiza en un vehículo Vactor con capacidad mínima de 5 m³ y máxima de 10 m³.
- La recolección se realiza a una distancia máxima de 40 m entre el vehículo y la unidad.

Nota: Si la distancia supera el máximo permitido se tiene soluciones alternas como el uso de plantas eléctricas y bombas sumergibles.

- La recolección en condiciones idóneas se realiza con una pendiente de 0°, es decir totalmente horizontal.

Nota: Si la pendiente no es igual a 0°, la distancia máxima disminuye según la inclinación necesaria por el vehículo.

- El vacío se realiza mediante una manguera de 2" a 3", lo que indica que no se permite ningún tipo de residuo de gran tamaño dentro del tanque de almacenamiento (residuos sanitarios, roedores, etc.).
- La recolección en sótanos o semisótanos están totalmente limitadas.
- El tamaño de la unidad de almacenamiento debe ser mayor a 1 m³, para que se pueda ejecutar bien el proceso de inmersión de la bomba y se pueda llevar a cabo un correcto manejo de las mangueras.
- Existen restricciones de ruido en ubicaciones a inmediaciones de hospitales o industrias que cuenten con restricción de ruido.

Nota: Se deben manejar horarios de tolerancia para la recolección.

- La limpieza de la unidad no incluye la inmersión del operario en la unidad, está directamente relacionada al alcance de la manguera desde la parte de afuera.
- La plataforma FÉNIX monitorea el sistema de recolección en tiempo real, que emite certificado de disposición final de las aguas residuales.

5.1.3.6.2 Transporte

En el traslado del agua residual doméstica recolectada hay que considerar el tipo de suelo donde se realizará la recolección considerando que existen suelos no compactos y que no tienen la base granular necesaria para soportar vehículos de carga pesada.

En el trayecto del transporte no exista obstáculos a nivel de la altura del vehículo que imposibilite el acceso al lugar de recolección.

Nota: El vehículo vacío pesa 12 toneladas y con la capacidad de almacenamiento completa alcanza las 25 toneladas.

5.1.3.6.3 Tratamiento y disposición final

Se dispone en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Tunja, donde se realiza el respectivo tratamiento y disposición final.

Nota: La PTAR de Tunja realiza cobro por cada metro cúbico que se disponga.

5.1.4 Tratamiento In Situ (Sistemas Sépticos)

5.1.4.1 Descripción general:

En la adaptación o construcción de sistemas sépticos, sistemas de tratamiento de aguas residuales implementados en el lugar de su generación, especialmente en viviendas que no pueden acceder a servicios de alcantarillado. El sistema séptico básico consta de cuatro componentes dispuestos secuencialmente, los cuales deben cumplir con los requisitos establecidos en la Resolución 799 de 2021. Entre estos componentes se encuentran un pretratamiento con trampa de grasas, un tratamiento central mediante un tanque séptico, un postratamiento con filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) y, por

último, la disposición del efluente en un cuerpo de agua superficial o en el suelo, cumpliendo con las normativas ambientales pertinentes.

Para garantizar la eficiencia y seguridad de los sistemas sépticos, se requiere un manejo adecuado por parte de los usuarios, que es más riguroso en comparación con los alcantarillados convencionales. Cambios en los hábitos de uso del agua, aseo personal y doméstico son fundamentales. Se enfatiza el buen uso de los aparatos sanitarios, evitando arrojar sustancias como ácidos químicos, excedentes de fumigación, hidrocarburos y solventes. También se recomienda disponer adecuadamente los materiales como: papel higiénico, toallas sanitarias, materiales no biodegradables, tierra y/o arena para evitar impactos negativos en el sistema séptico.

Como subproducto del proceso de tratamiento, se generan lodos, los cuales deben ser gestionados correctamente. La vivienda que implemente el sistema séptico debe contar con un área adicional para el secado de los lodos, ya sea mediante lechos de secado o trincheras para mezclarlos con tierra, residuos, hierba y cal. Se sugiere que esta área esté ubicada a una distancia mínima de 500 metros de otras viviendas circundantes. Finalmente, las instalaciones sanitarias interiores deben cumplir con lo establecido en la Resolución 844 de 2018 y las recomendaciones de la NTC 1500.

5.1.4.2 Aplicabilidad:

Se recomienda su aplicabilidad en viviendas con suficiente área para instalación; su ubicación debe ser aguas abajo de pozos o manantiales destinados para el abastecimiento de agua para consumo humano.

5.1.4.3 Ventajas:

- Simplicidad y confiabilidad.
- Mínimo costo de construcción, operación y mantenimiento; esto sujeto a que el usuario cuente con facilidades de infraestructura para la remoción mecánica de lodos residuales.
- Requisitos mínimos para mantenimiento.
- Construcción sencilla y existencia del tratamiento prefabricado en el mercado.
- Consumo nulo de energía.

5.1.4.4 Desventajas:

- Requiere suficiente área para su construcción.
- Requiere facilidades de remoción y disposición de lodos.
- No es recomendable en zonas pantanosas o fácilmente inundables.
- El costo de instalación del sistema y mantenimiento de este debe ser asumido por el usuario.
- Ambigüedad en la posibilidad de instalar este tipo de sistema en el perímetro urbano o dentro de las áreas de servicio de la Empresa de Servicios Públicos.

5.1.4.5 Componentes y aspectos de diseño

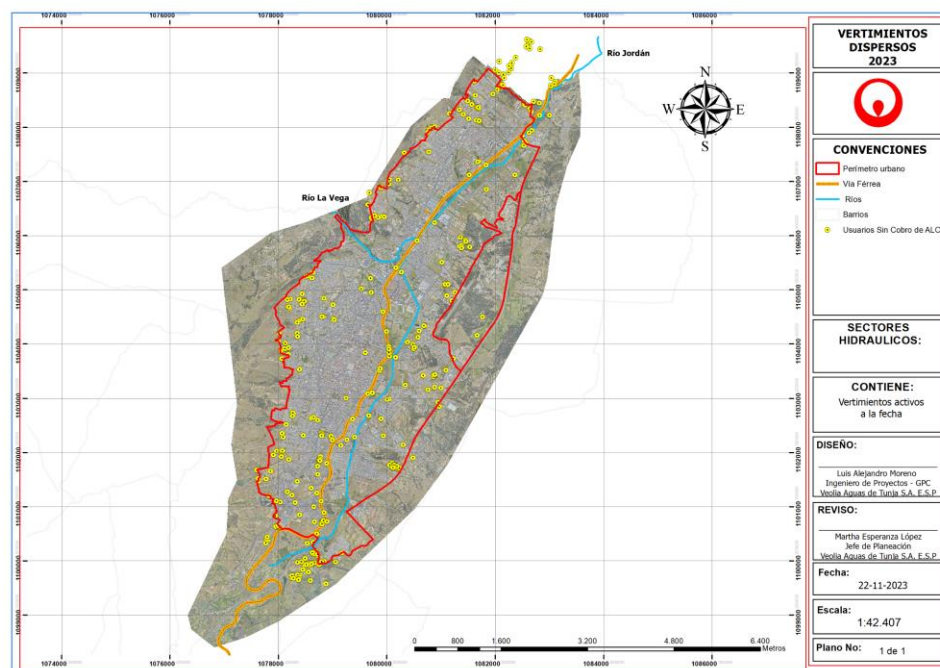
El diseño debe considerar un volumen útil que permita períodos de llenado acorde con el número asumido de años operacionales de limpieza para el número máximo de personas que habitan la vivienda. Adicionalmente, se debe verificar que el usuario cuente con el área suficiente para la ubicación o construcción del sistema séptico.

5.2 Resultados Actividad N°2

Para la actividad N° 2 se realizó la respectiva descarga de la información de los Usuarios Sin Cobro de Alcantarillado (UsinCALC) que aparecen en la base de datos “Collector” de la empresa dando un total de 351 usuarios que se ubican dentro del perímetro de servicio de la Empresa Veolia Aguas de Tunja, posteriormente se consolida la información y se da paso a la elaboración de tablas de atributos en ArcGIS y se generan las salidas gráficas en mapas georreferenciados, así como se muestra a continuación:

Mapa 5-1

Usuarios sin cobro de alcantarillado dentro del perímetro de servicio de VAT



Fuente. Elaboración propia (2024). (Ver Anexo 1)

5.3 Resultados Actividad N°3

En torno a los resultados de la Actividad N°3 se realizan rutas diarias según los conglomerados de usuarios con vertimientos dispersos activos para realizar el levantamiento de la información con mayor eficiencia realizando recorridos diarios de un promedio de siete (7) usuarios, las rutas se iniciaron por el sector del norte, posteriormente el sector sur y se finalizó en la zona central de la Capital.

En las visitas ejecutadas se realiza una encuesta a cada uno de los usuarios, en donde principalmente se corroboraba el suscriptor con el recibo del servicio de acueducto, y se verifica que el usuario no presente cobro de alcantarillado, y se procede a completar la encuesta (ver **Encuesta Survey**) y tomar un registro fotográfico del lugar en donde el usuario especifica que hace el vertimiento o donde se asume que está ubicado.

5.3.1 Encuesta Survey

1. ¿Existe vía conformada?
2. Material de la vía
3. ¿La vía cuenta con otros servicios públicos?
4. ¿La vivienda se encuentra por debajo del nivel de la vía?
5. ¿Pisos con apartamentos independientes?
6. ¿Cuántos apartamentos?
7. ¿Con que unidades sanitarias cuenta el piso que se encuentra debajo del nivel de la vía?
8. ¿Tipo de descarga?
9. Si tiene pozo séptico: ¿Cuáles son sus dimensiones? ¿Tapa removible?
10. ¿Está conectado al alcantarillado local?
11. ¿Acceso de vehículo, solución Septiclean?
12. ¿La visita se realizó en compañía de habitante de la vivienda?
13. Nombre de quien atiende la visita
14. Observaciones

5.4 Resultados Actividad N°4

Posterior al levantamiento de la información se desarrolla la actividad N°4, donde se realiza un registro documentado en una base de datos de Excel denominada “Usuarios sin Cobro de Alcantarillado” (ver anexo) y se ingresa la información referente al suscriptor y los datos que se encuentran en la base de datos “Collector” como:

- | | |
|-----------------------|--------------------------------------|
| 1. Nombre del Usuario | 6. Ciclo Facturación |
| 2. Barrio | 7. Ciclo Consumo |
| 3. Sector | 8. Uso/Estrato |
| 4. Ruta | 9. Dirección |
| 5. Plan Factura | 10. IDSIG de la red frente al predio |

Y así mismo se adiciona la información recolectada en campo como, por ejemplo:

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. Acceso vehicular | 4. Verificación de la conexión a la red local |
| 2. Nivel de la vía | |
| 3. Material de la vía | 5. Tipo de disposición del vertimiento |

6. Posibilidad de conexión

7. Observaciones

5.5 Resultados Actividad N°5

Finalmente se realiza la clasificación de los usuarios según la alternativa que mejor le convenga a cada uno de los usuarios o si por el contrario la vivienda deshabitada o ya cuenta con cobro de alcantarillado según la verificación en el recibo, generando así 6 tipos de clasificación:

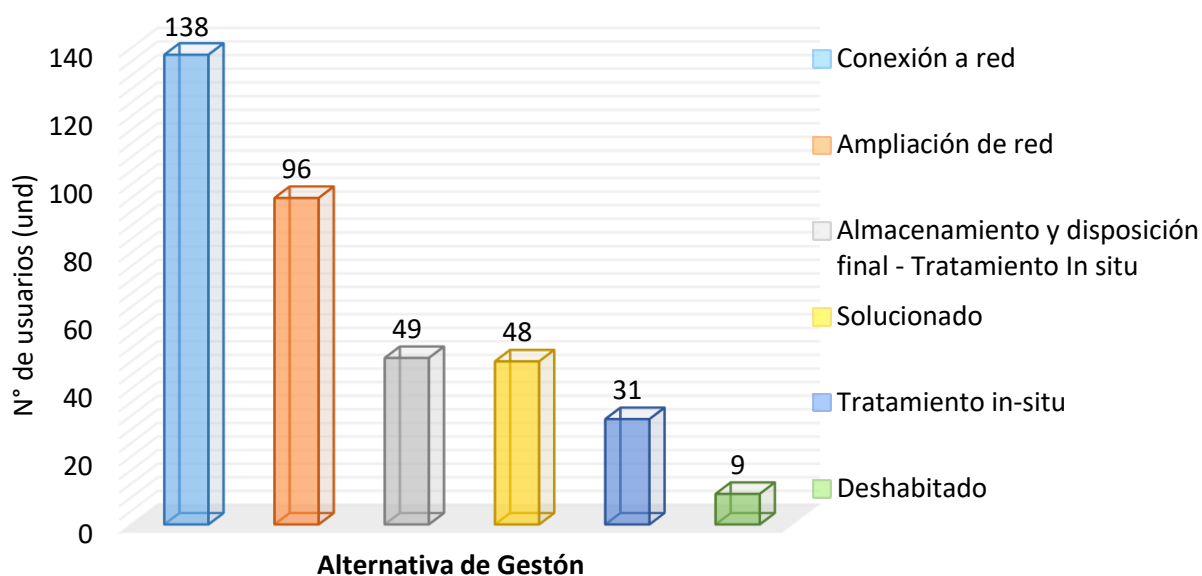
- | | |
|----------------------|---|
| 1. Deshabitado | 5. Almacenamiento y disposición final – in situ |
| 2. Solucionado | 6. Tratamiento in situ |
| 3. Conexión a red | |
| 4. Ampliación de red | |

La clasificación se realiza en la base de datos “Usuarios sin Cobro de Alcantarillado” (ver anexo), donde se generan estadísticas, así como se muestra en la **Gráfica 5-1**

Dando como resultado un compendio del 39,08% para la alternativa de conexión a red entendiendo que 138 usuarios cuentan con red frente al predio y es posible su vinculación a la misma; sin embargo, es importante destacar que más del 65% de los usuarios que hacen parte de esta alternativa necesitan implementar un sistema de bombeo para las unidades que se ubican por debajo del nivel de la vía. Continuamente con un 25,88% se ubica la alternativa de ampliación de red de alcantarillado, tomando como referencia que 96 suscriptores están por lo menos a 100 metros de la red más cercana y se puede desarrollar ampliación de la misma para brindar el servicio.

Gráfica 5-1

Alternativa de gestión de vertimientos dispersos



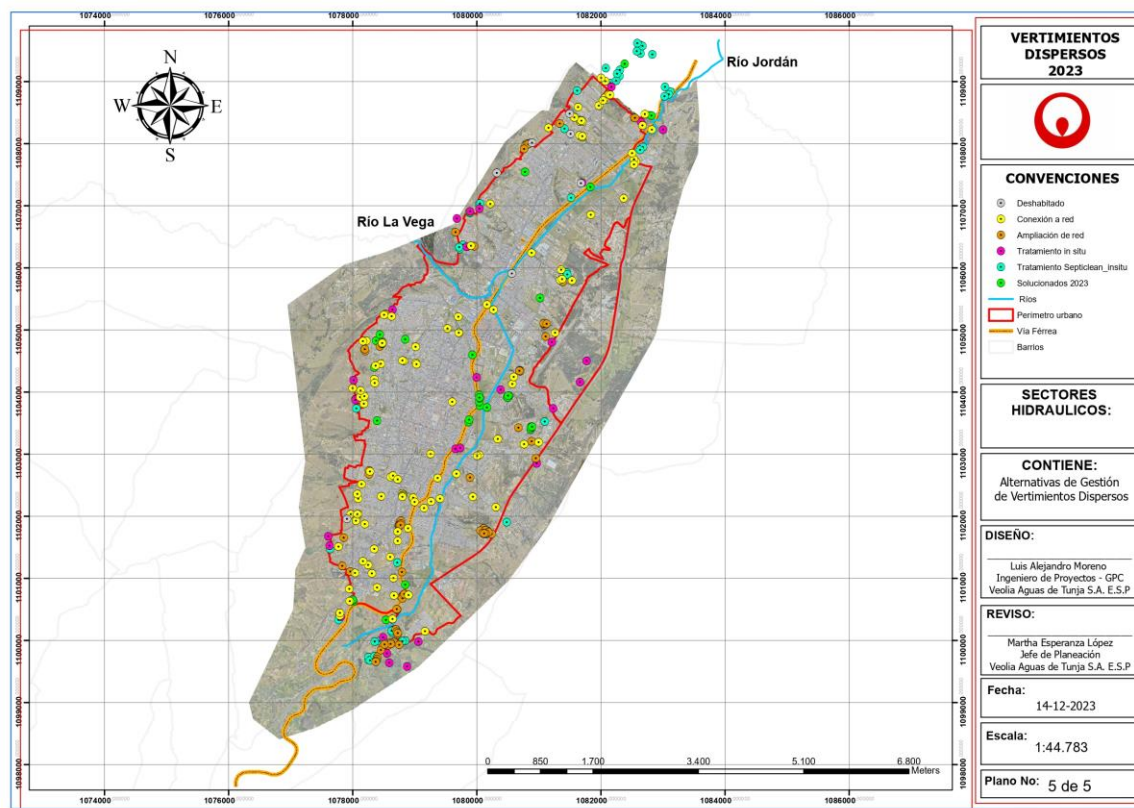
Fuente. Elaboración propia (2024). (Ver **Anexo 8**)

Con un 13,21% se ubica la alternativa de Almacenamiento y Disposición final y/o tratamiento in situ, esto se obtiene entendiendo las condicionales de la empresa Septiclean by Veolia, filial de Veolia Colombia referentes a el tipo de terreno, el porcentaje (%) de la pendiente y el acceso vehicular, dejando así 49 usuarios que pueden acceder a este tipo de alternativa y/o al tratamiento in situ, con su respectivo compromiso de disposición final mediante otro sistema. Al igual que el 8,63% de los usuarios pueden acceder a la alternativa de tratamiento in situ exclusivamente, considerando que la ubicación del suscriptor no permite el acceso vehicular y por tanto, no estaría sujeto a las indicaciones de la alternativa de Septiclean.

Finalmente, el 10,78% de los vertimientos dispersos a la fecha se encuentran solucionados, según nuevas obras de ampliación de alcantarillado como lo es en el sector del Viaducto, Batallón, Curubal y Casas fiscales. Y el 2,43% restante se encuentra deshabitado, demostrando que las viviendas no cuentan con unidades sanitarias que generen vertimientos de aguas residuales. Y paralelamente mediante salidas gráficas en el programa de ArcGIS se genera un mapa que permite mayor visibilidad de las alternativas y sus zonas de aglomeración como se evidencia en el **Mapa 5-2**

Mapa 5-2

Alternativa de gestión de vertimientos dispersos en toda el área de servicio de VAT

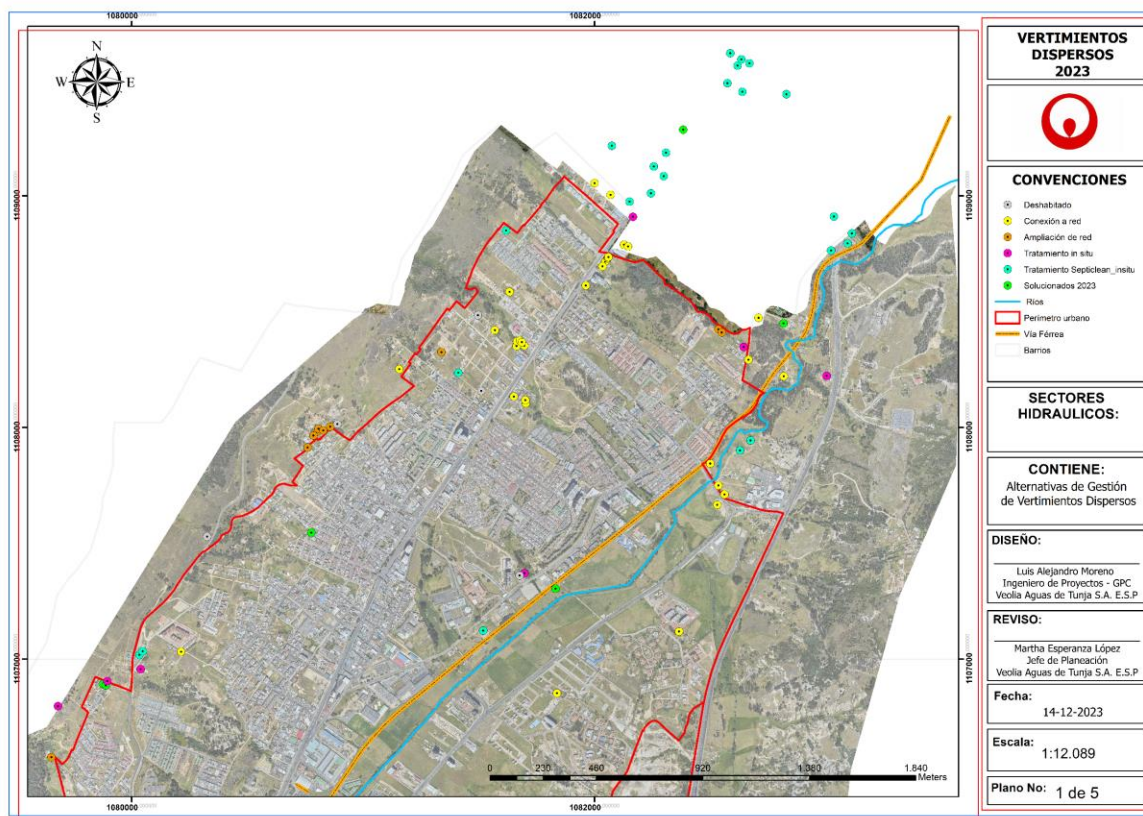


Fuente. Elaboración propia (2024). (Ver Anexo 3)

En la zona norte de Tunja (ver **Mapa 5-3**) se ubica mayor presencia de usuarios con posibilidades de adaptarse a la alternativa de conexión a red de alcantarillado, entendiendo que cuenta con redes frente al predio y pueden ser susceptible a conectarse o y a la alternativa de almacenamiento, recolección y transporte Septiclean entendiendo que cuentan con el área necesaria para hacer tratamiento in situ y además cuentan con acceso vehicular en condiciones aceptables según los condicionales de esta estrategia

Mapa 5-3

Alternativa de gestión de vertimientos dispersos en el área norte de Tunja

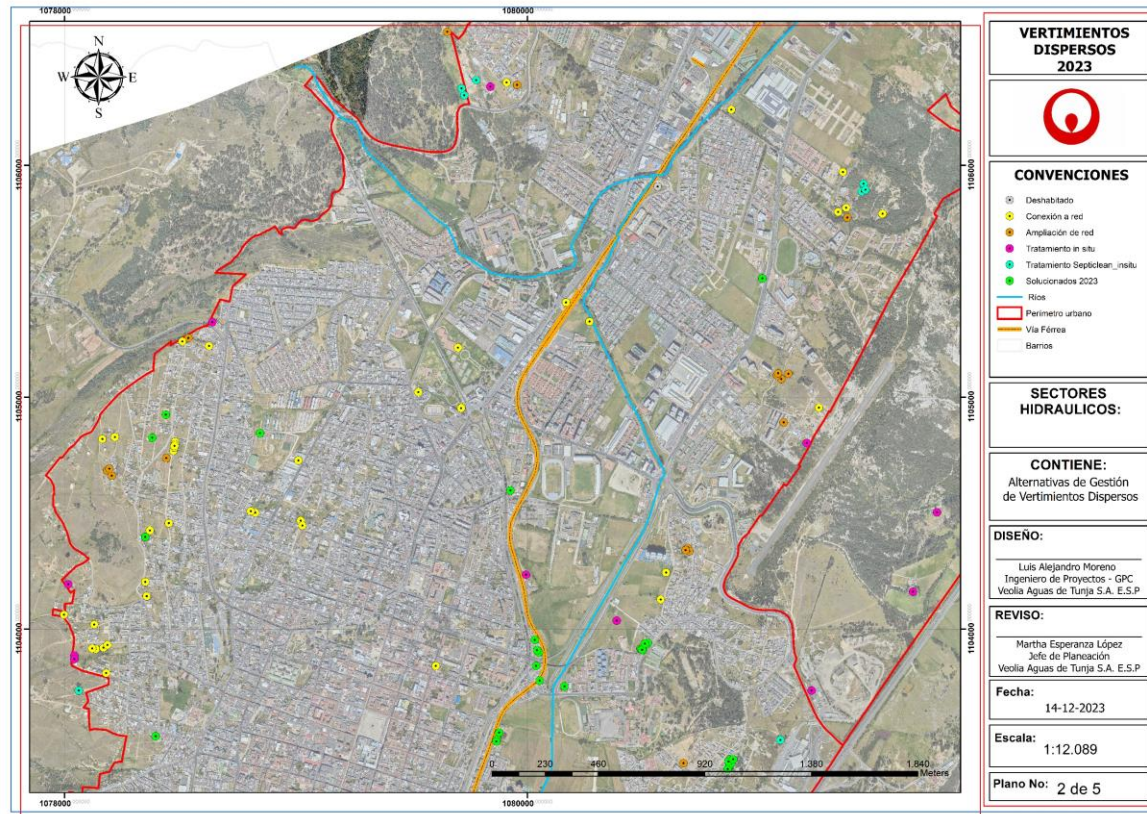


Fuente. Elaboración propia (2024). (Ver Anexo 4)

En la zona céntrica de la ciudad (ver **Mapa 5-4**), se concentran usuarios con posibilidad de conectarse a la red de alcantarillado e incluso usuarios que ya entendiendo su proximidad a la red de alcantarilla de la ciudad se han conectado al sistema como es el caso del sector del viaducto y del batallón; usuarios clasificados como solucionados.

Mapa 5-4

Alternativa de gestión de vertimientos dispersos en el área norte de Tunja

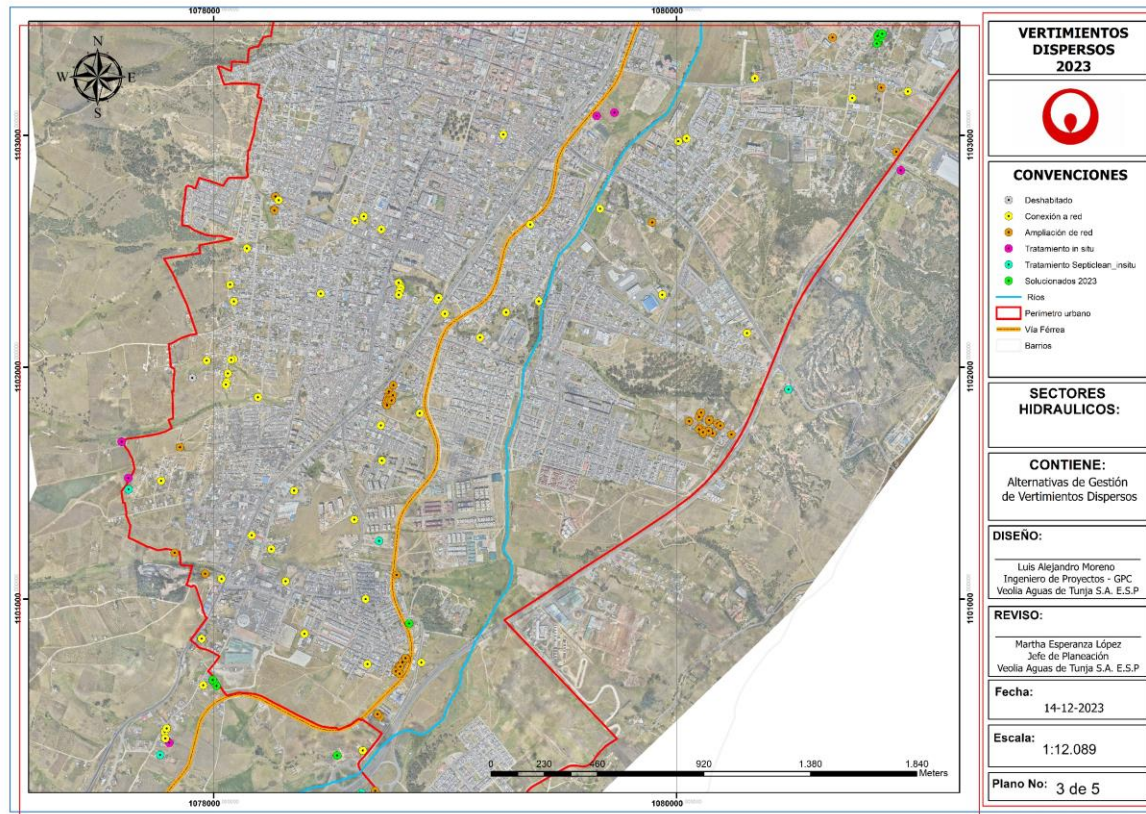


Fuente. Elaboración propia (2024). (Ver Anexo 5)

En el área centro - sur de la ciudad de Tunja (ver **Mapa 5-5**), se observa que aproximadamente el 50% de los usuarios se pueden conectar a la red local de alcantarillado por su cercanía y el 50% restante cuenta con posibilidad de ampliaciones de red de alcantarillado como lo es el barrio Tunjuelito y el barrio Santa Marta.

Mapa 5-5

Alternativa de gestión de vertimientos dispersos en el área centro-sur de Tunja

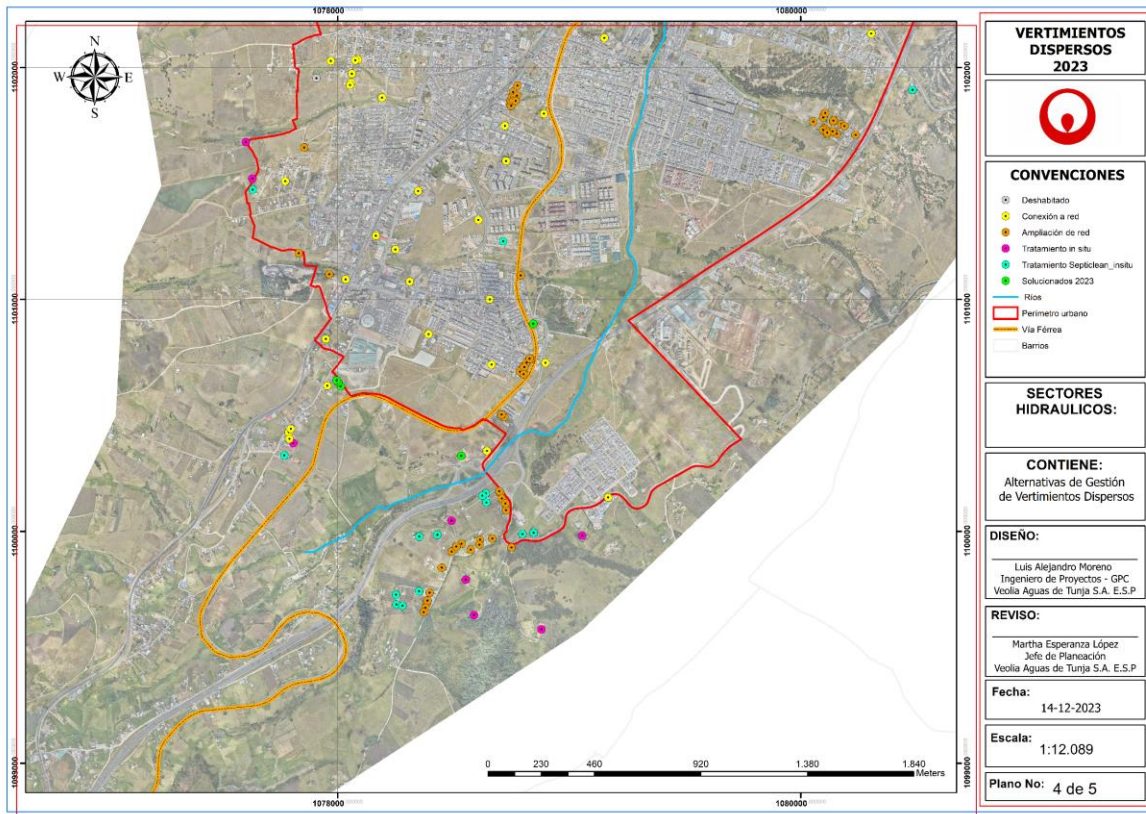


Fuente. Elaboración propia (2024). (Ver Anexo 6)

Finalmente, en el sur de la ciudad (ver **Mapa 5-6**) se aprecia que existen usuarios con posibilidad de ampliación de red de alcantarillado exactamente los usuarios del sector vía vereda runta – La Cabaña, y demás usuarios con posibilidad de tratamiento in situ con base al terreno amplio con el que cuentan los predios y usuarios con posibilidad de incluirse al programa de recolección, transporte y disposición final Septiclean, considerando que además de tener el área necesaria para el tratamiento cuentan con acceso vehicular para la recolección por parte de la entidad.

Mapa 5-6

Alternativa de gestión de vertimientos dispersos en el área sur de Tunja

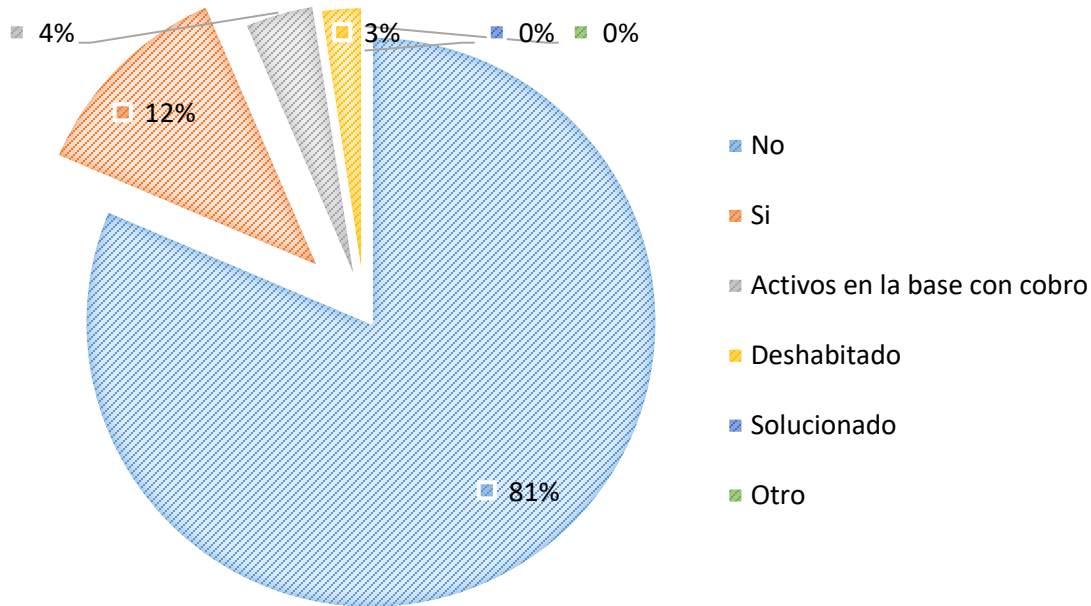


Fuente. Elaboración propia (2024). (Ver Anexo 7)

5.6 Resultados Actividad N°6

5.6.1 Usuarios conectados a la red de alcantarillado

Dentro de las visitas realizadas se logró apreciar que el 81% de los usuarios clasificados como usuarios sin cobro de alcantarillado no cuentan con un sistema de recolección de aguas residuales y el 12% de los usuarios ya se encuentran solucionados esto verificando el cobro respectivo en el recibo mensual del servicio de acueducto y alcantarillado que presta la empresa Veolia Aguas de Tunja (VAT)

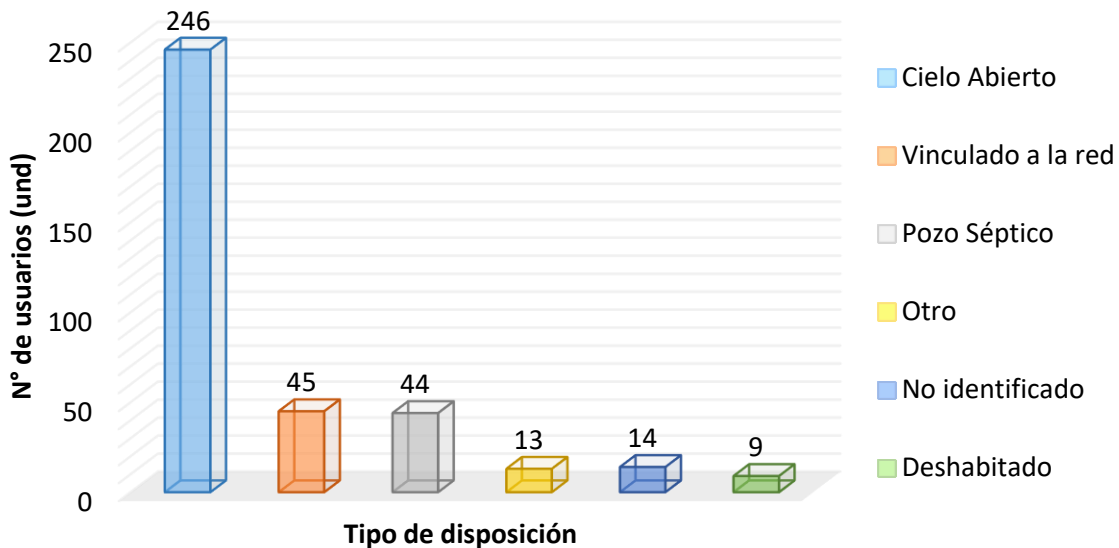
Gráfica 5-2*Usuarios conectados a la red de alcantarillado*

Fuente. Elaboración propia (2024). (Ver Anexo 8)

Adicionalmente y como se observa en la **Gráfica 5-2**, existen unos usuarios representados con un 4% que se encuentran activos en la base de datos de cobro de la entidad, por tanto, se entiende que estos usuarios son nuevos clasificados entonces como usuarios solucionados y hay que actualizar la base de UsinCALC, y parablemente se ubican los usuarios que están ubicados en viviendas deshabitadas, o provinciales de obra que solo cuentan con servicio de acueducto al no tener unidades sanitarias en su construcción, representando un 3% del total.

5.6.2 Disposición de los vertimientos dispersos de la ciudad

Así como se puede apreciar en la **Gráfica 5-3**, y según las visitas realizadas tomando como referencia lo suscitado por los usuarios y lo visualizado por el personal de VAT, el 66,31% de los usuarios de la base de datos UsinCALC, presentan disposición final a cielo abierto, seguidamente con un porcentaje de 12,13% son usuarios que en su recibo mensual de servicio de acueducto y alcantarillado presentan cobro y por ende se asume su conexión a la red.

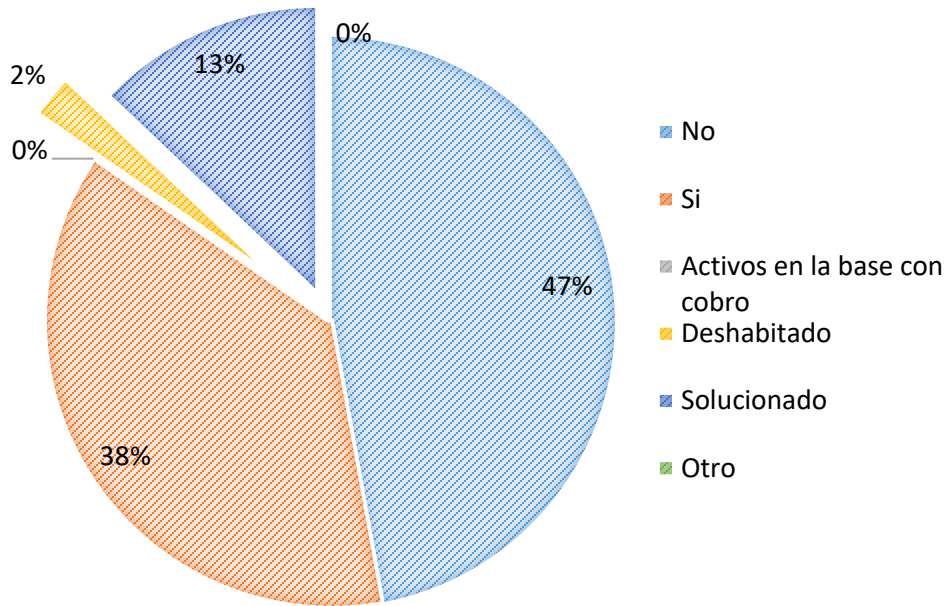
Gráfica 5-3*Tipo de disposición de los vertimientos dispersos en Tunja*

Fuente. Elaboración propia (2024). (Ver Anexo 8)

Por otra parte, el 11,86% de los usuarios afirmo que cuentan con pozo séptico, permitiendo visualizarlos en las visitas de campo, sin embargo, dato importante es que aproximadamente el 5% de los pozos están colapsados; con un 3,50% están los usuarios que presentan otro tipo de disposición entendiéndose este como: Suscriptor de acueducto veredal o Provisionales de obra. Finalmente, con un 3,77% y un 2,43% se ubican los usuarios a los que no se le logró identificar el tipo de disposición por falta de presencia del suscriptor y por ausencia de visibilidad al momento de la visita; y los lugares que se encontraban deshabitados sin presencia de unidades sanitarias, respectivamente.

5.6.3 Viabilidad de la conexión a la red local de alcantarillado

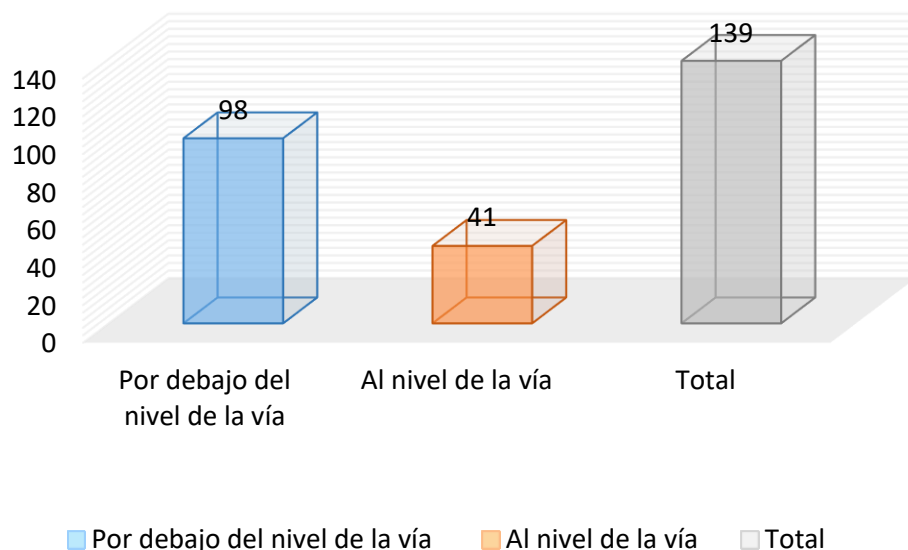
En el análisis se estudió la viabilidad de los usuarios que pueden conectarse a la red local, tomando como referencia que la vivienda tiene red frente al predio, en los que el 38 % tiene esa posibilidad frente al 47 % de usuarios que no presentan red frente al predio y por tanto es necesario ubicar nuevas estrategias o alternativas de gestión. Y finalmente el 13% restante son usuarios que a la fecha se encuentran solucionados por medio de la conexión a la red local

Gráfica 5-4*Se puede conectar a la red de alcantarillado**Fuente. Elaboración propia (2024). (Ver Anexo 8)*

Entendiendo lo anterior y lo expuesto en la **Gráfica 5-4** se decide verificar la totalidad de usuarios que dentro del 38% que se puede conectar están por debajo del nivel de la vía para clasificar a estos como usuarios que se pueden clasificar pero que necesariamente deben involucrar un sistema de bombeo para las unidades sanitarias que se ubican por debajo del nivel de la vía. Dando así respuesta (ver **Gráfica 5-5**) que el 70,50% de los usuarios que cuentan con red frente al predio están por debajo del nivel de la vía generando así la necesidad de incorporar un sistema de bombeo. Y el 29,50% restante son usuarios al nivel de la vía que de manera inmediata pueden ser conectados a la red de alcantarillado y se ubican en prioridad dentro de la plataforma “Collector”.

Gráfica 5-5

De los usuarios que se pueden conectar cuantos están por debajo del nivel de la vía.



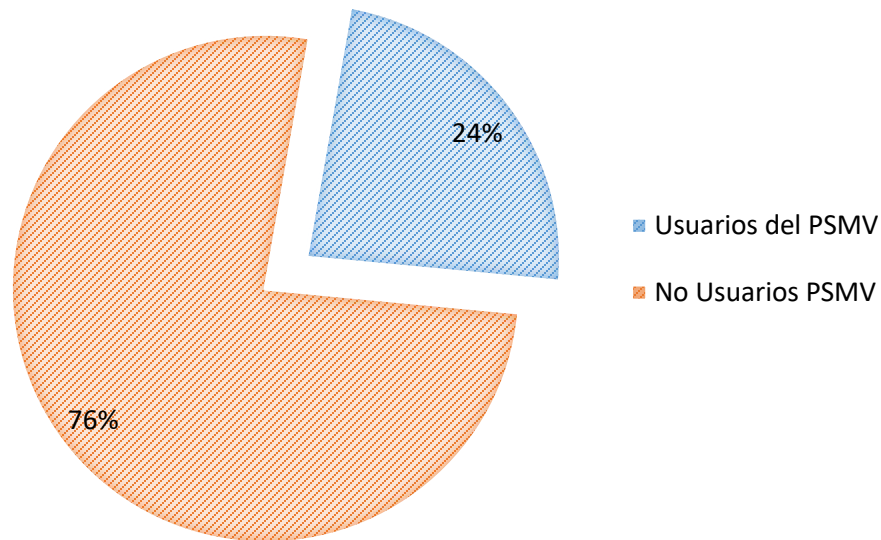
Fuente. Elaboración propia (2024). (Ver Anexo 8)

5.6.4 Usuarios sin cobro de alcantarillado dentro del PSMV 2023

Finalmente, se realiza un análisis en torno a los vertimientos dispersos que están ubicados en la base de datos de UsinCALC y que están priorizados en el PSMV vigente a la fecha y que tienen como objetivo específico N°7 “Eliminar y/o unificar el 1 % de los vertimientos dispersos del perímetro urbano de la ciudad de Tunja. Meta anual.” Dando así y como se expone en la **Gráfica 5-6** un total del 24% de los usuarios sin cobro de alcantarillado que están dentro de la meta anual del PSMV y se encuentran como vertimientos dispersos priorizados. Adicionalmente se pretende que para el año 2024 en lo que refiere al año 4 periodo I del PSMV se ubiquen el 76% de los usuarios restantes con vertimientos dispersos y se dé solución a cada uno de los casos

Gráfica 5-6

Usuarios del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos



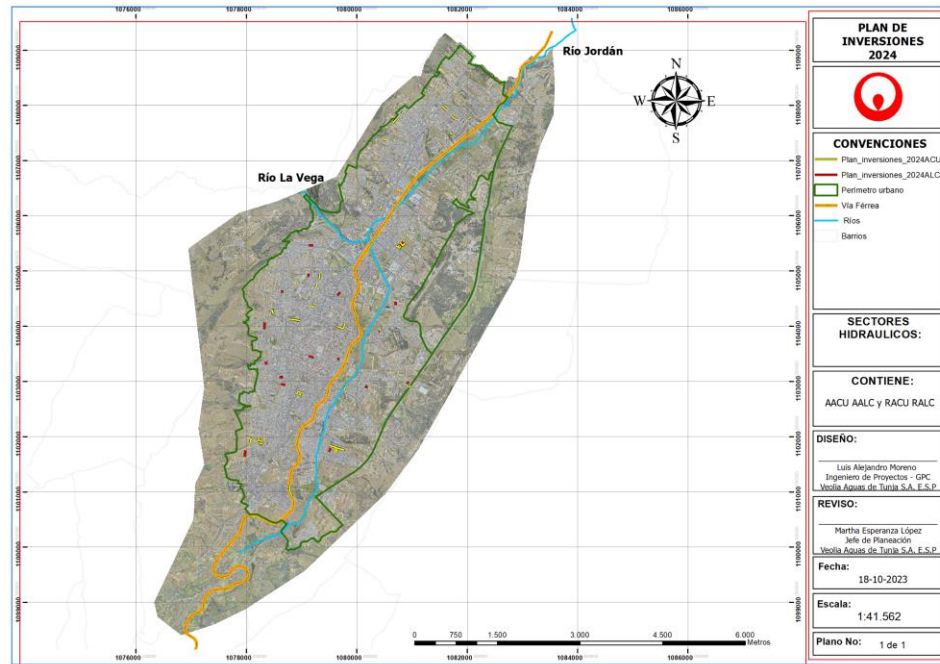
Fuente. Elaboración propia (2024). (Ver Anexo 8)

5.7 Resultados Actividad N°7

En torno a esta actividad, se realizó en primera instancia salidas gráficas que permitieron visualizar geográficamente donde se ubican las obras a realizar en torno a la AACU, AALC, RACU, RALC (ver **Mapa 5-7**) y los puntos donde eran necesarias mejoras en el sistema de acueducto para mejorar la calidad del servicio (ver **Mapa 5-8**)

Mapa 5-7

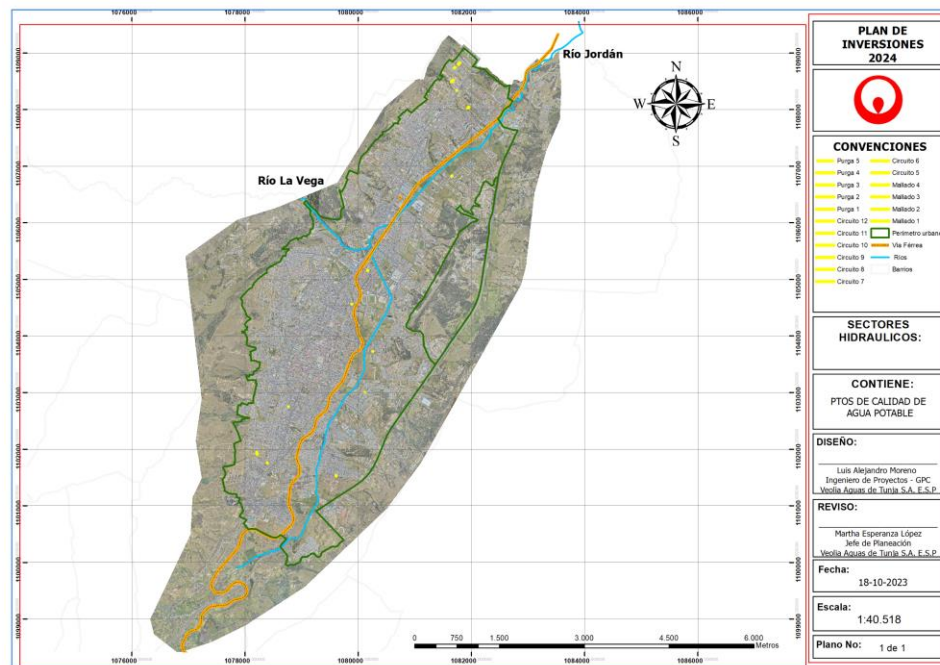
Georreferenciación de las construcciones del Plan de Inversiones 2024 AACU, AALC, RACU, RALC



Fuente. Elaboración propia (2024). (Ver Anexo 9)

Mapa 5-8

Georreferenciación de las construcciones del Plan de Inversiones 2024 Ptos de calidad



Fuente. Elaboración propia (2024). (Ver Anexo 10)

Adicionalmente, se realizó para cada uno de los puntos salidas de imágenes satelitales, donde se ubicada el suscriptor afectado, la obra a realizar, la información de las redes cercanas con las que se realizará el empalme, así como se observa en la **Ilustración 5-1**, esto se realizó para cada uno de los usuarios afectados, así como se puede observar en el **Anexo 11**.

Ilustración 5-1

Imágenes satelitales de los usuarios afectados de los pto de calidad

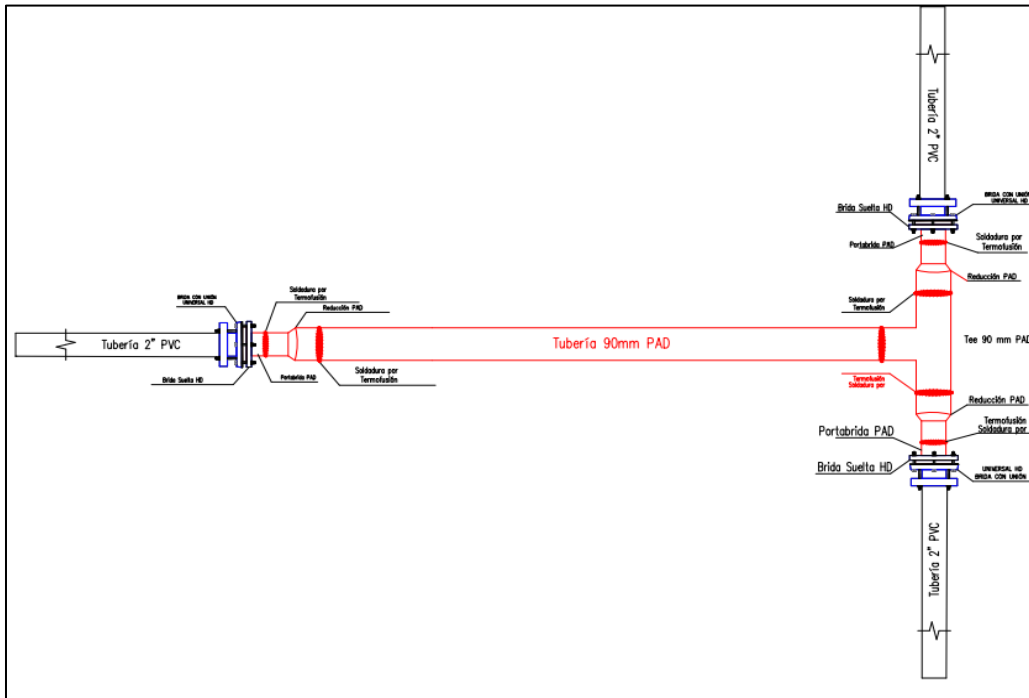


Fuente. Elaboración propia (2023). (ver Anexo 11.)

De manera paralela, para cada uno de los puntos se realizan detalles de empalme para ser adjuntados al momento de realizar los respectivos presupuestos de obra y para ser enviados a los encargados de realizar la construcción, detallados como se muestra en la **Ilustración 5-3**, **Ilustración 5-4** y en la **Ilustración 5-5**: Y así mismo para mejor visibilidad de lo realizado se muestra el empalme realizado para el usuario 505111 de la ilustración anterior en la **Ilustración 5-2**.

Ilustración 5-2

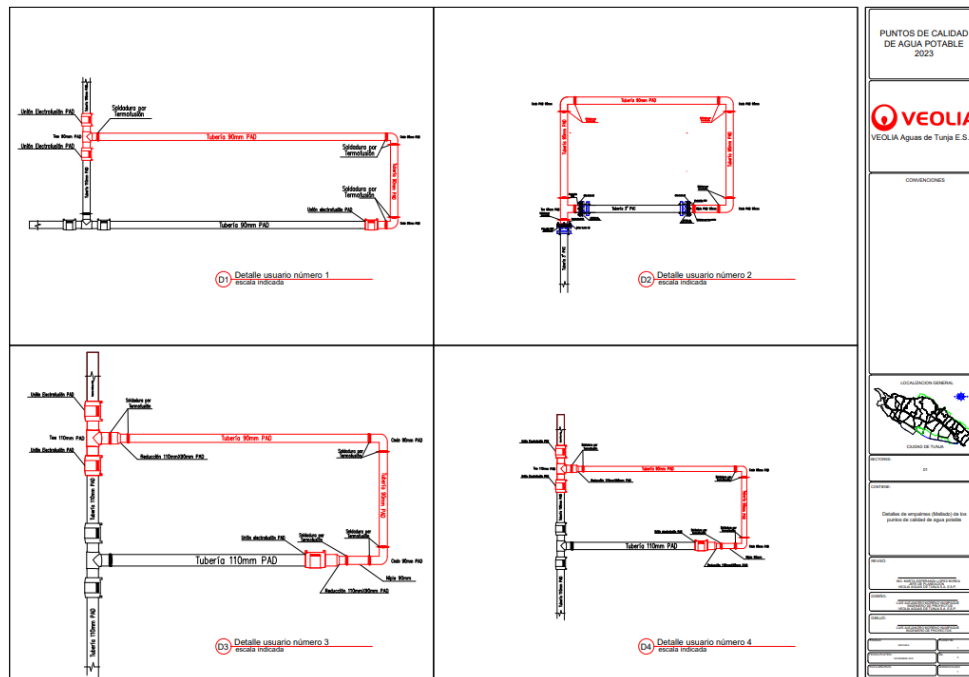
Empalme usuario 505111



Fuente. Elaboración propia (2023).

Ilustración 5-3

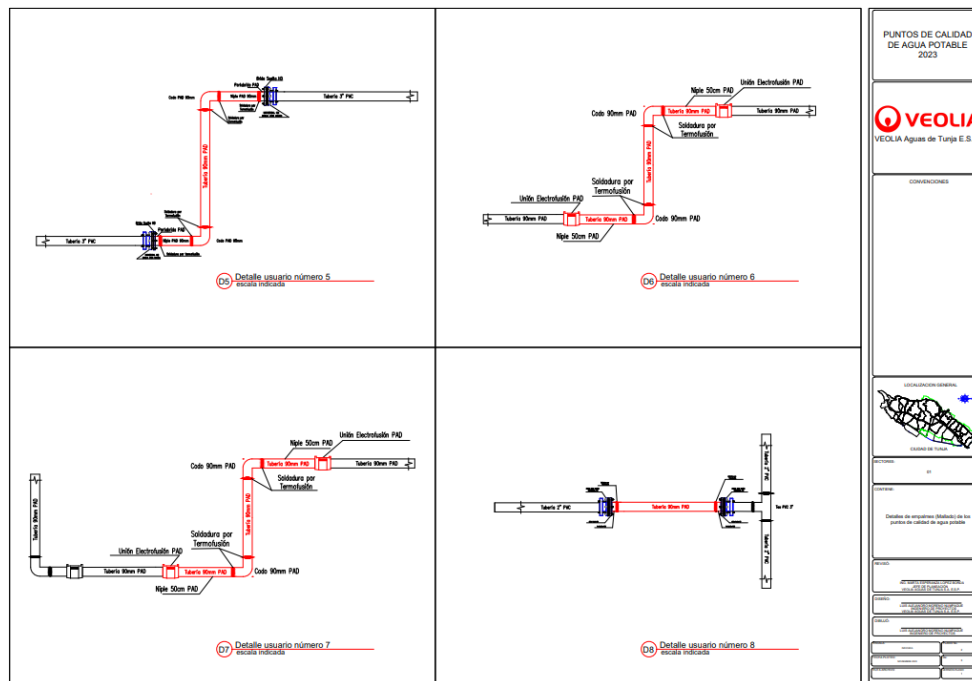
Detalles de empalme mallados



Fuente. Elaboración propia (2023). (Ver Anexo 12)

Ilustración 5-4

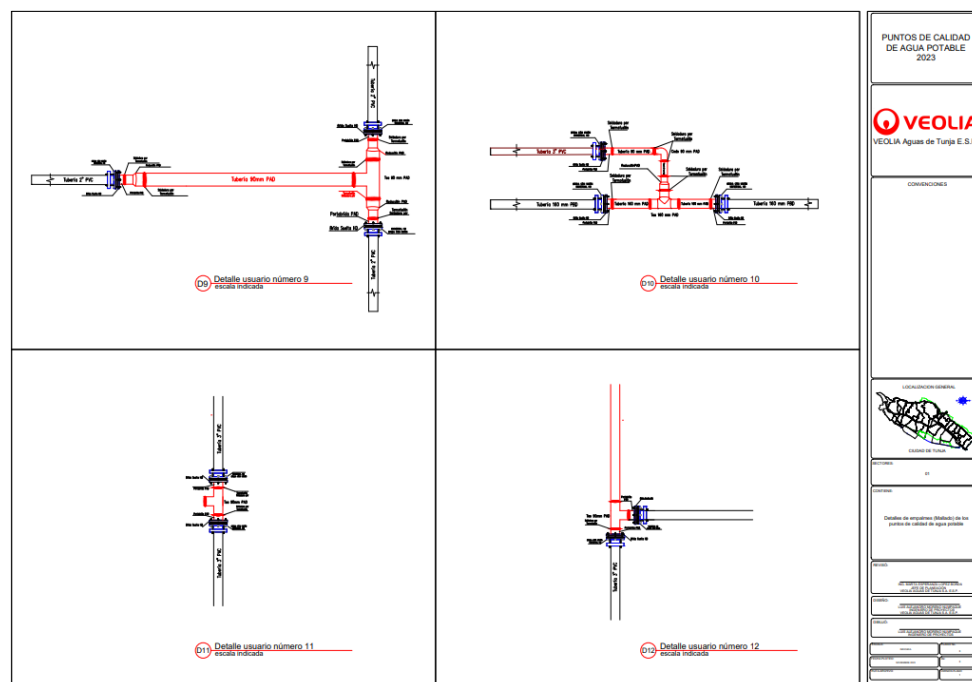
Detalles de empalme circuito 1



Fuente. Elaboración propia (2023). (Ver **Anexo 13**)

Ilustración 5-5

Detalles de empalme circuito 2



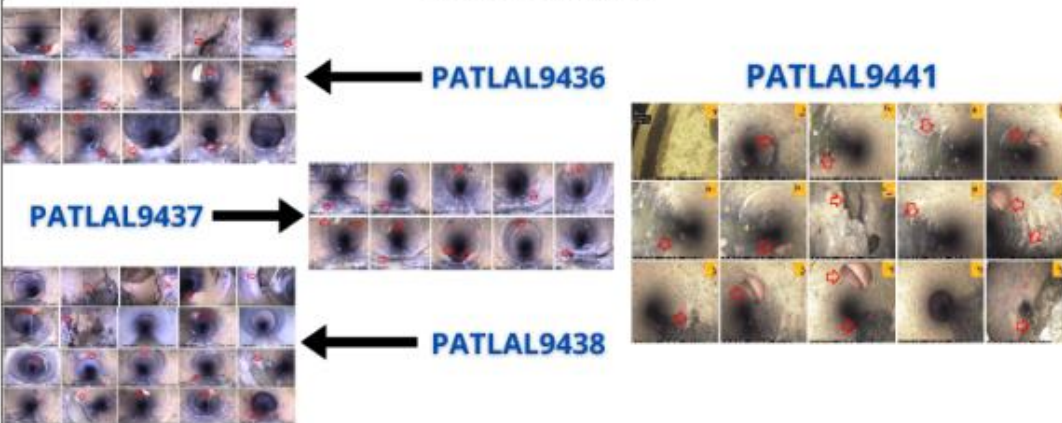
Fuente. Elaboración propia (2023). (Ver **Anexo 14**)

De manera paralela, se realiza para las obras de AACU, AALC, RALC, RACU la elaboración de fichas de descripción del proyecto bajo el formato VT-IPA-F-05, así como se aprecia en la **Ilustración 5-6**.

Y finalmente se realizan los respectivos prepuestos de obra para cada una de las obras de AACU, AALC, RALC, RACU y de los Puntos de Calidad de Agua Potable (PCAP), una ilustración de lo realizado se observa en la **Ilustración 5-7** y se realizan los respectivos permisos de obra para cada una de las obras a ejecutar en el PI2024, una ilustración de lo realizado se observa en la **Ilustración 5-8**.

Ilustración 5-6

Ficha de descripción del proyecto

VEOLIA		FICHA DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO		FORMATO	
				VT-IPA-F-05	
				VERSIÓN: 11	
1. INFORMACIÓN GENERAL					
NOMBRE DEL PROYECTO:	Renovación Alcantarillado Transversal 18A entre Calles 20 y 22				
BARRIO:	Milagro	Sector Hidráulico o Distrito:	16		
No. BANCO PROYECTOS:	117-RALC-22; 101-RALC-22 103-RALC-22; 100-RALC-22	PRIORIDAD:	ALTA		
CODIGO TUBERIA	PATLAL9441; PATLAL9438 PATLAL9436; PATLAL9437	No. SUSCRIPTORES (AS) BENEFICIADOS (AS):	33	No DE ACOMETIDAS	33
LONGITUD:	162.00	DIAMETRO:	200 mm	MATERIAL:	PVC
PERMISO PARA EJECUCIÓN DE OBRA	Acogiendo lo dispuesto en el oficio 1.14.3-3-6-5238 del 3 de noviembre de 2016 por medio del cual se suprime el trámite de licencias de intervención de espacio público para renovación de redes de acueducto y alcantarillado, se debe acoger el procedimiento de reporte establecido por la administración municipal previamente a la intervención de las vías.				
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA O NECESIDAD					
De acuerdo a la inspecciones realizadas y a las imágenes obtenidas se identificó que en los aspectos estructurales se registran daños por roturas y grietas debido al alto descaramiento y agregados visibles que presenta la red PATLAL9441, PATLAL9438, PATLAL9436 y PATLAL943, por lo cual compromete toda la integridad del sistema y se recomienda realizar intervenciones con el fin de evitar daños adicionales; en cuanto a los aspectos operacionales se requieren realizar mejoramientos en PATLAL9438 y en PATLAL9441 dado que se registran empozamientos y en las domiciliarias al identificar que estas se encuentran mal emboquilladas y con daños alrededor de las mismas y también realizar lavados periódicamente para evitar acumulación de sedimentos, se recomienda realizar reparaciones puntuales o si es el caso la renovación de la red que garanticen la buena operación del sistema.					
3. REGISTRO FOTOGRAFICO					
					
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO					
El proyecto está asociado a la renovación de red menor de concreto 10" a PVC-200mm, la vía se encuentra en material flexible.					

Fuente. Elaboración propia (2023).

Ilustración 5-7

Ejemplo del presupuesto realizado

Autoguardado 18:505111 Mallado Buscar Camile Andrea Hernandez Montañez										
Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Automatizar Ayuda Comentarios Compartir										
A1 VEOLIA AGUAS DE TUNJA S.A. E.S.P.										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3										
4										
5										
6	DATOS DE ENTRADA									PAVIMENTO F
7	DESCRIPCIÓN	TRAMO	CANTIDAD (Unidad)	TIPO DE PAVIMENTO	EXISTENCIA ANDÉN	DIÁMETRO TUBERÍA (mm)	DIÁMETRO TUBERÍA (m)	LONGITUD TRAMO (m)	ANCHO TRAMO (m)	PROFUNDIDAD (m)
9		Mallado	1,00	Flexible		90	0,09	7,00	0,40	1,25
11		Apiques	2,00	Flexible				2,00	1,00	1,25
12										
13	TOTALES							9,00	1,40	4,80
14										
15		ESPOSOR PAVIMENTO FLEXIBLE O RIGIDO (m)						TRAMO	LONGITUD (m)	PUNTO
16		ESPOSOR ANDEN (m)						1-2	7	2
17										1 y 2
18										2
19								TOTAL (m)	7	1 y 2
20										
21										

Fuente. Elaboración propia (2023) con base a la base de datos de VAT (Ver *Anexo 15*)

Ilustración 5-8

Formato de permiso de intervención uso y ocupación del espacio público

	ALCALDIA DE TUNJA		19/10/2023	
	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN		VERSIÓN: 02	
	PROCESO: PLANEACIÓN DEL DESARROLLO FÍSICO TERRITORIAL FORMATO: SOLICITUD DE LICENCIA DE INTERVENCIÓN Y OCUPACIÓN DEL ESPACIO PÚBLICO		CÓDIGO: PFT-F010	
Dependencia Responsable: OFICINA ASESORA DE PLANEACIÓN				
TIPO DE SOLICITUD:		INTERVENCIÓN DEL ESPACIO PÚBLICO	☒	
		OCUPACIÓN DEL ESPACIO PÚBLICO	☒	
I. DATOS DEL PROPIETARIO y/o SOLICITANTE - Los campos con asterisco (*) son obligatorios				
* Solicitud No.		Fecha: 19/10/2023		
* Nombre Solicitante:		VEOLIA AGUAS DE TUNJA S.A. E.S.P.		
* Número de Cédula		820.000.671-7		
* Dirección de Notificación:		CARRERA 3 ESTE # 11-20 BARRIO SAN ANTONIO		
Nota: El solicitante debe ser el propietario actual del predio y la información diligenciada aquí debe coincidir con la información del recibo del impuesto predial, de lo contrario adjunte el certificado de tradición y libertad o autorización para el trámite.				
II. DATOS DEL PREDIO PARA EL CUAL SOLICITA EL SERVICIO - Los campos con asterisco (*) son obligatorios				
				
* Cédula Catastral (Predio No.)		Tipo Sector Manzana Predio Parte (*) Diligencie los 15 Dígitos		
* Dirección del Predio para el cual requiere el servicio:		Transversal 17 entre Calles 23 y 24 Barrio Cojines		
Objeto de la Obra: Ampliación Red de Acueducto				
III. DESCRIPCIÓN DEL ESPACIO PÚBLICO A INTERVENIR				
PLANO DE LOCALIZACIÓN		ELEMENTO A INTERVENIR	LONGITUD (ML)	
		Calzada asfalto		
		Calzada en concreto	97	
		Calzado en adoquín		
		Calzado en afirmado		
		ANCHO (ML)	AREA TOTAL M2	
			0,4	38,72

Fuente. Elaboración propia (2023). (Ver *Anexo 16*)

5.8 Resultados Actividad N°8

Finalmente, se realizó una tabla donde se especifican las actividades realizadas a nivel documental referentes al área del componente ambiental, así como se aprecia en la **Tabla 5-1** donde se evidencia la respectiva fecha de ejecución del requerimiento emitido por parte del Supervisor de Veolia Aguas de Tunja S.A E.S.P.

Tabla 5-1

Lista de chequeo del control documental del CA de VAT

N°	Descripción	Fecha de ejecución
1	Trámite de permiso para el uso, la ocupación y la intervención temporal de la infraestructura vial carretera concesionada y férrea, teniendo en cuenta el caso del Barrio Los Lanceros para la reubicación de la red de acueducto y la renovación de la red de alcantarillado a inmediaciones de la vía férrea.	20 09 2023
2	Elaboración de carta de solicitud y la carta de compromiso para el permiso de ocupación temporal férreo para uso, ocupación e intervención temporal en el corredor férreo que transita por la zona urbana de la Ciudad de Tunja, Barrio Los Lanceros para la reubicación de la red de acueducto y para la ejecución de un cruce sub férreo, para la renovación de la red de alcantarillado.	21 09 2023
3	Realización de acta de reunión llevada a cabo el 10 de octubre del 2023, entre Veolia y la secretaria de Medio Ambiente para la Socialización de proyectos y programas formulados en el PUEAA y verificación de montos presupuestales.	13 10 2023
4	Llenado de Formato (PFT-F010) para la solicitud de licencia de intervención y ocupación del espacio público y/o certificación de espacio público, con base al plan de inversiones del 2024, que comprende cinco (5) Ampliaciones de Acueducto (AACU) y cinco (5) Ampliaciones de Alcantarillado (AALC).	19 10 2023
5	Llenado de Formato (PFT-F010) para la solicitud de licencia de intervención y ocupación del espacio público y/o certificación de espacio público, con base al plan de inversiones del 2024, que comprende cinco (5) Ampliaciones de Acueducto (AACU) y cinco (5) Ampliaciones de Alcantarillado (AALC).	20 10 2023
6	Descarga y orden de información de PSMV Año 3 Semestre II.	20 10 2023
7	Descarga y orden de información de PSMV Año 3 Semestre II.	23 10 2023
8	Verificación y edición de la documentación necesaria que se le entrega al interventor sobre el Plan de Inversiones del 2023.	24 10 2023
9	Verificación y edición de la documentación necesaria que se le entrega al interventor sobre el Plan de Inversiones del 2023.	26 10 2023
10	Verificación y edición de la documentación necesaria que se le entrega al interventor sobre el Plan de Inversiones del 2023.	27 10 2023

11	Proceso de adjudicación y verificación de información de los informes contractuales específicamente sobre la información de las metas del Sexto Quinquenio de acuerdo con el Contrato de Concesión 132 de 1996.	01 11 2023
12	Modificación y análisis de información de acta de acuerdo de declaración de metas del servicio del Sexto Quinquenio de acuerdo con el Contrato de Concesión 132 de 1996.	01 11 2023
13	Modificación de información de acta de acuerdo de declaración de metas del servicio del Sexto Quinquenio de acuerdo con el Contrato de Concesión 132 de 1996.	02 11 2023
14	Terminación de la documentación necesaria para el Plan de Inversiones del 2023 según las ampliaciones y/o renovaciones de Alcantarillado y Acueducto.	02 11 2023
15	Impresión de anexos referentes a la declaración de metas del servicio del Sexto Quinquenio.	02 11 2023
16	Terminación de la documentación de sexto quinquenio de acuerdo con el Contrato de Concesión 132 de 1996 y el plan de inversiones del 2023 para remitirlo al interventor.	03 11 2023
17	Control de correspondencia de banco de proyectos.	06 11 2023
18	Apoyo en el área de Componente ambiental encaminado al plan de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV), seguimientos realizados por Corpoboyacá al PSMV en el año 2023: • Aumento de cobertura alcantarillado. • Diagnóstico de cárcavas priorizadas. • Cronograma y plan financiero PSMV (Banco de proyectos). • Ejemplos requerimientos a usuarios especiales.	06 11 2023
19	Arreglo de información sobre el plan de inversiones del 2024, fotografías satelitales para de la ubicación de las Ampliaciones de Alcantarillado (AALC), Ampliación Acueducto (AACU), Renovación de Alcantarillado (RALC) y Renovación de Acueducto (RACU).	07 11 2023
20	Adjudicación de documentos para las respectivas firmas del acta del sexto quinquenio por parte de la gerencia de Planeación y Construcciones, el jefe Jurídico de Veolia y Gerente General de la Empresa.	07 11 2023
21	Verificación de los requerimientos emitidos por Corpoboyacá para el permiso de vertimientos del año 2023, según la resolución 3600 de 2016, anexando la información requerida y modificación de la misma según los requerimientos.	07 11 2023 – 14 11 2023
22	Modificación de las diapositivas del Componente Ambiental según las adecuaciones para el cierre del año 2023, donde se evidencia los permisos a los que está sometida la empresa como: • Concesión de Aguas Superficiales y tasas por uso bajo la resolución 888 de 2016. • Concesión de Aguas Subterráneas y pasas por uso bajo la resolución 3519 de 2010.	20 11 2023 – 21 11 2023

	- Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos bajo la resolución 1380 de 2020. - Permiso de Vertimientos bajo la resolución 3600 de 2016. - Tasa retributiva bajo el decreto 2667 de 2012.	
23	Adecuación, modificación y clasificación de la información del Plan de Inversiones del 2024, enumerando las intervenciones a realizar en torno a las Ampliaciones de Alcantarillado (AALC), Ampliación Acueducto (AACU), Renovación de Alcantarillado (RALC) y Renovación de Acueducto (RACU).	22 11 2023 27 11 2023
24	Elaboración de las fichas del Plan de Inversiones en torno a las Ampliaciones de Alcantarillado (AALC), Ampliación Acueducto (AACU), Renovación de Alcantarillado (RALC) y Renovación de Acueducto, adjuntando información como: - Número de beneficiarios del proyecto. - Número de acometidas. - Diámetro de la tubería actual y material. - Diámetro de la tubería a adicionar y el material. - Longitud de la intervención. - Descripción de la necesidad de la obra. - Descripción de la obra.	22 11 2023 27 11 2023
25	Análisis de la solicitud “Información indicadores calidad del agua superficial y Consumo Residencial de Agua por habitante en el Municipio de Tunja, para reporte ICAU a MADS” remitida por Corpoboyacá.	28 11 2023
26	Búsqueda de la información para dar respuesta a la solicitud “Información indicadores calidad del agua superficial y Consumo Residencial de Agua por habitante en el Municipio de Tunja, para reporte del Índice de Calidad Ambiental Urbana (ICAU) al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)” remitida por Corpoboyacá. Solicitud de los datos de metros cúbicos (m3) de agua suministrada a cada usuario del servicio de acueducto del área urbana de la ciudad de Tunja a el área de gestión integral y comercial de la empresa Veolia Aguas de Tunja E.S.P S.A.	28 11 2023
27	Elaboración de proyección poblacional del área urbana de la ciudad de Tunja.	28 11 2023
28	Cargue de información adicional del permiso de vertimientos 2023, adjudicación de los requerimientos Ar. 7, 5 y 12 del permiso.	29 11 2023
29	Apoyo en la generación de documentos liquidación Orden de Compra O6 22000006 (Servicio técnico requerimientos modificación trámite de permiso de vertimientos).	29 11 2023
30	Resolución de Formato (PFT-F010) para la solicitud de licencia de intervención y ocupación del espacio público y/o certificación de espacio público, con base al plan de inversiones del 2024, que comprende la solicitud de intervención para la ejecución de la obra de la resectorización del sector 2 con puesta en marcha red de 200 mm con ocho (8) puntos de intervención y la obra de continuación de la	04 12 2023 – 05 12 2023

	red matriz del sector 1 que comprende 410 m de longitud y un cruce vial de 20 m sobre la Avenida Norte.	
31	Resolución de Formato (PFT-F010) para la solicitud de licencia de intervención y ocupación del espacio público y/o certificación de espacio público, con base a la priorización de puntos de calidad del sistema de acueducto referente a tres (3) mallados de Ampliación de Acueducto.	05 12 2023
32	Elaboración de carta de solicitud para radicar con la Alcaldía Mayor de Tunja, en aras de obtener el permiso de intervención y ocupación del espacio público y/o certificación de espacio público para 13 puntos de intervención de proyectos del plan de inversiones del 2024 y la priorización de puntos de calidad del sistema de acueducto del 2023.	05 12 2023

Fuente. Elaboración propia (2023).

6 Conclusiones

- La práctica profesional permitió identificar diferentes áreas críticas del sistema de acueducto y alcantarillado de Tunja, evidenciando la necesidad de renovaciones y mejoras para garantizar un servicio eficiente y sostenible.
- El programa estratégico de gestión de vertimientos dispersos que integra Veolia Aguas de Tunja, S.A E.S.P como solución a los vertimientos dispersos de la ciudad es una buena estrategia para conocer por verificación propia la situación actual de los vertimientos y la densidad del problema a tratar.
- Se evidencia que el 0.5% restante en torno a la totalidad de cobertura de alcantarillado en la ciudad es alarmante considerando que involucra aproximadamente 370 puntos de vertimientos donde el 66% de estos vierten a cielo abierto sin ningún tipo de control.
- En las salidas de campo se evidencio que más del 80% de la población identificados como usuarios sin cobro de alcantarillado se ubican en estratos I y II; lo que demuestra una dificultad económica en torno a la adquisición de sistemas internos por parte del usuario entendiendo que la empresa manifiesta como responsabilidad única y exclusiva del usuario hacer estas adecuaciones para poder conectarse a la red local de alcantarillado.
- La alternativa de solución de almacenamiento, transporte y disposición final Septiclean no es una estrategia pertinente para la ciudad de Tunja, entendiendo las condiciones topográficas del terreno de la ciudad y los condicionales de Septiclean para involucrar este tipo de sistema. Tunja es una ciudad con pendientes pronunciadas y sus niveles no son con pendiente 0, lo que imposibilita totalmente el acceso de un vehículo Vector, dando como resultado que únicamente el 13% de los usuarios estarían aptos para acceder a esta alternativa.
- El 11,86% de los usuarios sin cobro de alcantarillado presenta pozo séptico en su inmueble, sin embargo, el 75% se encuentra en mal estado, sin tapa removible y con filtraciones al suelo por colapso de este.
- La solución actual más eficiente en el programa es la vinculación a la red de los usuarios que cuentan con red frente del predio y están al nivel de la vía dando solución al 11% de los vertimientos dispersos de la ciudad.
- El tratamiento in situ con un 21,62% es la opción más viable para todos los casos a los que no sea posible conectarse con la red local, entendiendo los costos de instalación y mantenimiento que este tiene en comparación con los sistemas de bombeo necesarios para ser implementados en la alternativa de conexión a red por debajo del nivel de la vía.

7 Recomendaciones

- Se recomienda priorizar la renovación de infraestructuras obsoletas y la ampliación de la red de acueducto y alcantarillado en áreas críticas identificadas, asegurando una cobertura optima y de calidad en la prestación del servicio.
- Continuar con las obras de ampliación de alcantarillado en la ciudad de Tunja para así eliminar aproximadamente el 25% de los vertimientos dispersos que están activos a la fecha.
- Buscar estrategias que posibiliten a la empresa y a los usuarios la implementación del sistema de bombeo.
- Vincular el acompañamiento de un trabajador social que sirva como intermediario con la comunidad para que haya mejor entendimiento de los temas técnicos relacionados con alcantarillado, entendiendo su negación a la adquisición de más cobros por parte de Veolia Aguas de Tunja S.A E.S.P.
- Se recomienda la modificación y actualización del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos del municipio involucrando en el objetivo N° 7 la totalidad de 370 usuarios con vertimientos dispersos activos.

8 Pertinencia social e impactos generados

La pertinencia social y los impactos generados en el apoyo como pasante en el área de Banco de Proyectos y Componente ambiental, principalmente en los proyectos de: Gestión de Vertimientos Dispersos, Puntos de Calidad de Agua Potable y; Ampliación y Renovación de Acueducto y Alcantarillado de destacan principalmente por la contribución a la mejora de la calidad de vida de la población de Tunja ubicada en el perímetro de servicio de la Empresa Veolia Agua de Tunja S.A E.S.P en torno a la adquisición o inclusión en el sistema de saneamiento básico y paralelamente se impacta de manera positiva el ambiente al reducir los vertimientos dispersos en cuerpos hídricos y/o al suelo.

El proyecto de renovación y ampliación de la infraestructura de acueducto y alcantarillado tiene como objetivo principal asegurar un suministro de agua potable adecuado y eficiente, así como una gestión responsable de las aguas residuales, lo cual es crucial para la salud pública y la sostenibilidad ambiental de la mano con la eliminación de los vertimientos dispersos que se ubican en el casco urbano de Tunja. Los impactos incluyen una mejora en la calidad del servicio de agua potable a mediano plazo, y una reducción en los vertimientos no controlados que contaminan los cuerpos de agua locales generando mayor cobertura y capacidad en el sistema de alcantarillado, reduciendo anualmente como mínimo el 1% de los vertimientos dispersos identificados.

Estos resultados no solo benefician directamente a los usuarios, al proporcionarles un acceso más fiable y seguro al agua potable y al sistema de alcantarillado u otra alternativa de gestión, sino que también contribuyen a la conservación de los recursos hídricos y la protección de los ecosistemas locales. Además, el proyecto promueve prácticas sostenibles y responsables en el manejo del agua, alineándose con las normativas ambientales vigentes y fomentando una conciencia ambiental en la comunidad. En conclusión, las intervenciones no solo responden a necesidades urgentes de infraestructura, sino que también sienta las bases para un desarrollo más sostenible y resiliente en la región.

9 Referencias

- Alcaldía de Duitama, & Oficina de Planeación. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal Sembrando Civismo 2020-2023*. <https://www.concejomunicipaldeditama.gov.co/wp-content/uploads/2022/09/PDM-ABRIL-30.pdf>
- Alcaldía Mayor de Tunja. (2016a). *"Informe ejecutivo modificaciones Plan De Saneamiento Y Manejo De Vertimientos de Tunja."* https://alcaldiatunja.micolombiadigital.gov.co/sites/alcaldiatunja/content/files/000468/23352_2017_09junio_informe_ejecutivo_psmv.pdf
- Alcaldía Mayor de Tunja. (2016b). *"Informe ejecutivo modificaciones Plan De Saneamiento Y Manejo De Vertimientos de Tunja."* https://alcaldiatunja.micolombiadigital.gov.co/sites/alcaldiatunja/content/files/000468/23352_2017_09junio_informe_ejecutivo_psmv.pdf
- Berrio J, Saldarriaga J, & Correa M. (2022). A natural microalgae consortium for the biological nutrient removal in a upflow photobioreactor as tertiary wastewater treatment. *Sciencedirect*. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2022.101240>
- Bravo, Restrepo, E. (2022). Solución al manejo de las aguas residuales domésticas en Buenaventura: Una mirada crítica a la política pública desde lo local. *Buenaventura*.
- Carrión, M. (2020, March 20). *¿Cuánta agua hay en el planeta?* Ágorapedia.
- Contraloría Departamental del Valle del Cauca. (2017). *Calidad del Agua y estado de los sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en la Zona Rural del Municipio de Argelia*. <https://www.pdcauca.gov.co/proyectos-ejecutados/>
- Corpoboyacá. (2023, June). *Plan de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV)*. <https://www.corpoboyaca.gov.co/tramites-y-servicios/plan-de-saneamiento-y-manejo-de-vertimientos-psmv/>
- Corpoboyacá. (2024a). *Guía para concesión de aguas subterráneas*. <https://www.corpoboyaca.gov.co/ventanilla-atencion/concesion-de-aguas-subterraneas/>
- Corpoboyacá. (2024b, June 7). *Instrumentos económicos*. <https://www.corpoboyaca.gov.co/servicios-de-informacion/instrumentos-economicos/#:~:text=Tasa%20por%20utilizaci%C3%B3n%20del%20agua,conservaci%C3%B3n%20y%20protecci%C3%B3n%20del%20agua.>
- Corpoboyacá. (2024c, June 14). *Tasa retributiva por vertimientos puntuales*.

- Corpoboyacá. (2024d, July). *Guía para conseción de aguas superficiales*.
<https://www.corpoboyaca.gov.co/ventanilla-atencion/concesion-de-aguas-superficiales/#:~:text=El%20tr%C3%A1mite%20de%20Concesi%C3%B3n%20de,del%20Decreto%201076%20de%202015>
- Corpoboyacá. (2024e, July 2). *Guía para permiso de vertimientos*.
<https://www.corpoboyaca.gov.co/ventanilla-atencion/permiso-vertimientos/>
- Coservicios S.A E.S.P. (2022). *Sistema de Alcantarillado Sogamoso*.
<https://coserviciosesp.com/acueducto-y-alcantarillado/>
- Cruz Cárdenas, L. J. (2022). *Apoyo técnico en la presentación de servicios de acueducto, aseo y alcantarillado en la unidad de servicios públicos domiciliarios del municipio de Motavita - Boyacá* [Tesis de pregrado]. Universidad Santo Tomás - Seccional Tunja.
- DANE. (2014). *Sistemas de Alcantarillado*.
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/construccion/AFOC/4_Sistemas_Alcantarillado.pdf
- EPM. (2020). *Tratamiento de Aguas Residuales Aguas Claras*.
https://www.toxement.com.co/media/4071/caso_ptar-comprimido.pdf
- Espigares García, M., & Pérez López, J. A. (2020). *AGUAS RESIDUALES. COMPOSICIÓN*.
https://cidta.usal.es/cursos/edar/modulos/edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf
- Ginebra. (2017, July 12). *2100 millones de personas carecen de agua potable en el hogar y más del doble no disponen de saneamiento seguro*. Organización Mundial de La Salud (OMS).
- Gobernación de Boyacá. (2016). *Plan Plurianual de Inversiones de Boyacá*.
https://www.boyaca.gov.co/wp-content/uploads/2016/06/images_planes_plan-de-desarrollo_pdd2016-10-Plan-Plurianual-de-inversiones.pdf
- Ministerio de Salud. (2015a). *Abecé del agua y saneamiento básico*.
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/abc-agua.pdf>
- Ministerio de Salud. (2015b). *Abecé del agua y saneamiento básico*.
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/abc-agua.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)). (2023, March). *Agua*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura (FAO)).
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2022, March 21). *Saneamiento*. Organización Mundial de La Salud (OMS).

- Pabón, adrián. (2020). *Impacto ambiental del vertimiento de aguas residuales en el sector “el brillante”, municipio de Villavicencio, Meta* [Tesis de pregrado]. Universidad Santo Tomás - Seccional Tunja.
- Ramirez, C., & De Plaza, J. S. (2021). *Guía Técnica Acueducto y Alcantarillado*. <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14128/1/Guia%2520Tecnica%2520Acueducto.pdf&ved=2ahUKEwjB9vfEqq-HAXUBQzABHRMmD6sQFnoECB0QAQ&usg=AOvVaw2eOQCwuToZvwgxrnooppwj9>
- Red de Desarrollo Sostenible de Colombia. (2018). *La Gestión Ambiental*. https://rds.org.co/apc-aa-files/ba03645a7c069b5ed406f13122a61c07/gestion_ambiental.pdf
- Silva H, & Peña J. (2021). *Diseño y ejecución de un prototipo de celda de combustible microbiana para el tratamiento de aguas residuales y generación de gas metano a partir de residuos en una vivienda rural promedio en el departamento de Boyacá*. Repositorio Trabajos de Grado Universidad Santo Tomás- Colombia. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/31504>
- Silva L, Sánchez M, Cadavid G, & Moreno C. (2018). Bacterial community analysis of an industrial wastewater treatment plant in Colombia with screening for lipid-degrading microorganisms. *Microbiological Research*, 192, 313–325. <https://doi.org/10.1016/J.MICRES.2016.08.006>
- Sociedad Pública de Gestión Ambiental. (2009). *Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales* (S. A. Sihobe, Ed.; Ihobe). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/123182/identificacion__y_evaluacion_de_aspectos_ambientales.pdf
- TerriData. (2024). *Municipio de Tunja*. https://terridata.blob.core.windows.net/fichas/Ficha_15001.pdf
- Torres Cruz, M. E. (2009). *PROPUESTA DE GESTION DEL USO Y MANEJO DE LAS AGUAS DEL RIO LA VEGA DE LA CIUDAD DE TUNJA DEPARTAMENTO DE BOYACA* [Tesis de maestría]. Pontificia Universidad Javeriana.
- Vargas, A., Calderón, J., Velásquez, D., Castro, M., & Núñez, D. (2020). Biological system analysis for domestic wastewater treatment in Colombia. *Revista Chilena de Ingeniería*, 28(2), 315–322.
- Veolia Aguas de Tunja (VAT). (2023a). *Matriz estructura Organizacional Veolia Aguas de Tunja*. <https://www.tunja.veolia.co/sites/g/files/dvc3131/files/document/2023/08/ESTRUCTURA%20ORGANIZACIONAL%20FINAL.pdf>

Veolia Aguas de Tunja (VAT). (2023b). *Quienes Somos Veolia Aguas de Tunja*.
<https://www.tunja.veolia.co/nosotros/quienes-somos/historia-tunja>

Zhou, X., Bi, X., Huang, S., & Ng, H. Y. (2023). Effect of mixing iron-containing sludge to domestic wastewater on wastewater characteristics under different conditions: types of domestic wastewater, varying pH and mixing ratios. *Environmental Research*, 220.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115241>

10 Anexos

Anexo 1

Usuarios Sin Cobro de Alcantarillado

Enlace: [0. Usuarios Sin Cobro de Alcantarillado.pdf](#)

Anexo 2

Base de datos UsinCALC 1. Base de datos UsinCALC

Enlace: [1. Base de datos UsinCALC.pdf](#)

Anexo 3

Alternativas de gestión de todo el perímetro urbano de Tunja 2023

Enlace: [2. Alternativas de gestión de todo el perímetro urbano de Tunja 2023.pdf](#)

Anexo 4

Zona 1 NS

Enlace: [3. Zona 1 NS.pdf](#)

Anexo 5

Zona 2 NS

Enlace: [4. Zona 2 NS.pdf](#)

Anexo 6

Zona 3 NS

Enlace: [5. Zona 3 NS.pdf](#)

Anexo 7

Zona 4 NS

Enlace: [6. Zona 4 NS.pdf](#)

Anexo 8

Análisis estadístico de los UsinCALC

Enlace: [6. Análisis estadístico de los UsinCALC.pdf](#)

Anexo 9

Georreferenciación de las construcciones del Plan de Inversiones 2024 AACU, AALC, RACU, RALC

Enlace: [7. Georreferenciación de las construcciones del Plan de Inversiones 2024 AACU, AALC, RACU, RALC.pdf](#)

Anexo 10

Georreferenciación de las construcciones del Plan de Inversiones 2024 Ptos de calidad

Enlace: [8. Georreferenciación de las construcciones del Plan de Inversiones 2024 Ptos de calidad.pdf](#)

Anexo 11

Imágenes satelitales de los usuarios afectados de los ptos de calidad

Enlace: [9. Imágenes satelitales de los usuarios afectados de los ptos de calidad.pdf](#)

Anexo 12

Detalle empalme mallados

Enlace: [10. Detalle empalme mallados.pdf](#)

Anexo 13

Detalles empalme circuito 1

Enlace: [12. Detalles empalme circuito 1.pdf](#)

Anexo 14

Detalles empalme circuito 2

Enlace: [13. Detalles empalme circuito 2.pdf](#)

Anexo 15

Presupuestos de obra

Enlace: [14. Presupuestos de obra](#)

Anexo 16

Formatos de licencia para uso, intervención y ocupación del espacio público PI2024

Enlace: [15. Formatos de licencia para uso, intervención y ocupación del espacio público PI2024](#)

Anexo 17

Bitácora Veolia Aguas de Tunja

Enlace: [16. Bitácora Veolia Aguas de Tunja.pdf](#)