

**INVESTIGACIÓN Y DISEÑO EN FASE FACTIBILIDAD DE
LIBERACIÓN DE INTERFERENCIA DE REDES DE
ALCANTARILLADO EN EL TRAMO URBANO DEL PROYECTO
FÉRREO REGIOTRAM DE OCCIDENTE**

MODALIDAD: PRÁCTICA EMPRESARIAL

CHRISTIAN DAVID PELUHA MONROY
ID: 000292438

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
2021

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 6 |
| 2. OBJETIVOS | 8 |
| 2.1 Objetivo general | 8 |
| 2.2 Objetivos específicos..... | 8 |
| 3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA..... | 9 |
| 4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA..... | 10 |
| 5. ANTECEDENTES | 12 |
| 6. MARCO TEÓRICO | 14 |
| 6.1. Redes de alcantarillado..... | 14 |
| 6.2. Identificación de redes..... | 15 |
| 6.3. Etapa de factibilidad..... | 19 |
| 7. METODOLOGÍA..... | 21 |
| 8. RECOPIACIÓN DE INFORMACION EN CAMPO..... | 23 |
| 8.1. Unidad de ejecución 1 | 24 |
| 8.2. PK5 | 31 |
| 8.3. Plan de Manejo de Transito (PMT) | 38 |
| 9. IDENTIFICACIÓN DE INTERFERENCIAS | 42 |
| 10. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DE INTERFERENCIAS..... | 49 |
| 10.1. Interferencia 3 – Unidad de Ejecución 5..... | 51 |
| 10.2. Interferencia 7 – Unidad de Ejecución 6..... | 59 |
| 11. APORTE AL CONOCIMIENTO..... | 66 |
| 12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 69 |
| 13. REFERENCIAS..... | 71 |
| Bibliografía | 71 |

LISTA DE IMÁGENES.

| | |
|---|----|
| Imagen 1. Apertura pozo P001 | 27 |
| Imagen 2. Pozo P001 | 28 |
| Imagen 3. Pozo P001 | 28 |
| Imagen 4. Formato de inspección de pozos. | 30 |
| Imagen 5. PK5 | 33 |
| Imagen 6. PK5 | 34 |
| Imagen 7. Formato Inspección de Pozos PK5 | 35 |
| Imagen 8. Box Culvert PK5..... | 36 |
| Imagen 9. Box Culvert PK5..... | 37 |
| Imagen 10. Señalización PMT | 39 |
| Imagen 11. Señalización PMT..... | 40 |
| Imagen 12. Registro de datos PMT..... | 41 |

LISTA DE ILUSTRACIONES.

| | |
|--|----|
| Ilustración 1. Organigrama de la empresa. | 9 |
| Ilustración 2. Plano Unidad de Ejecución 1 | 25 |
| Ilustración 3. Plano redes de alcantarillado PK5 | 32 |
| Ilustración 4. Plano de interferencia. | 43 |
| Ilustración 5. Ficha de redes | 44 |
| Ilustración 6. Ficha de redes | 45 |
| Ilustración 7. Ficha de redes | 47 |
| Ilustración 8. Interferencia 03-UE5 | 51 |
| Ilustración 9. Planta general existente | 53 |
| Ilustración 10. Convenciones Prediseños | 54 |
| Ilustración 11. Sección transversal | 55 |
| Ilustración 12. Planta General Proyectada | 56 |
| Ilustración 13. Cuadro de tramos de alcantarillado | 57 |
| Ilustración 14. Cuadro de pozos de alcantarillado | 58 |
| Ilustración 15. Interferencia 7 UE6..... | 59 |
| Ilustración 16. Sección transversal PK9+780 | 61 |
| Ilustración 17. Planta general existente interferencia 7 UE6..... | 62 |
| Ilustración 18. Planta general proyectada interferencia 7 UE6..... | 63 |
| Ilustración 19. Cuadro tramos de alcantarillado interferencia 7 UE6..... | 64 |
| Ilustración 20. Cuadro de pozos de inspección interferencia 7 UE6 | 64 |
| Ilustración 21. Hoja de cálculo de cotas | 68 |

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: INVESTIGACIÓN Y DISEÑO EN FASE FACTIBILIDAD DE LIBERACION DE INTERFERENCIA DE REDES DE ALCANTARILLADO EN EL TRAMO URBANO DEL PROYECTO FÉRREO REGIOTRAM DE OCCIDENTE.

AUTOR(ES): Christian David Peluha Mornoy

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Sergio Manuel Pineda Vargas

RESUMEN

El presente documento describe el desarrollo del proyecto de grado modalidad práctica empresarial llevado a cabo en la compañía ESTRUCTURE INGENIERIA S.A.S., ubicada en la ciudad de Bogotá. Dicha empresa se especializa en el estudio y diseño de liberaciones de interferencias de redes de servicios públicos en proyectos de concesiones viales. La practica empresarial tuvo una duración total de cuatro (4) meses y se desempeñó el rol de auxiliar de coordinación. A lo largo de los cuatro (4) meses de practica empresarial se realizaron trabajos en campo en la recopilación de datos y posteriormente trabajos de escritorio en la generación de informes, fichas de interferencias, y finalmente estudio y diseño de alternativas de solución para el proyecto férreo Regiotram de Occidente.

PALABRAS CLAVE:

Red pluvial, red sanitaria, red alcantarillado combinado, proyecto férreo.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: RESEARCH AND DESIGN IN FEASIBILITY LIBERATION PHASE OF NETWORKS INTERFERENCE FROM SEWER SYSTEM ON THE URBAN SECTION OF REGIOTRAM DE OCCIDENTE'S RAILROAD PROJECT

AUTHOR(S): Christian David Peluha Mornoy

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Sergio Manuel Pineda Vargas

ABSTRACT

This document describes the development of the business practical modality degree project carried out in ESTRUCTURE INGENIERIA S.A.S.'s company, located in Bogotá city. This company specializes in the study and design of releases of interference from public service networks in highway concession projects. This business practice had a total duration of four (4) months where coordinator assistant role was performed. Throughout the four (4) months of business practice, fieldwork was carried out in data collection and after that desk work as reports creation, interference files, and finally study and design of alternative solutions for Regiotram de Occidente's railway project.

KEYWORDS:

Storm sewer network, sanitary sewer network, railway project.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la urbanización y demandas actuales de servicios públicos, cada vez se encuentra más presencia y densidad de redes en diferentes áreas. Por tal motivo, a la hora de desarrollar un proyecto de infraestructura, es importante realizar una evaluación de las redes que se puedan presentar dentro del área de intervención, para en primera medida, buscar la relocalización de proyecto y de esta manera evitar interferencias (EAAB, ASPECTOS TÉCNICOS PARA CRUCES Y DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS EN CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO, 2004). Sin embargo, los proyectos lineales, como vías y corredores férreos, abarcan grandes longitudes donde inevitablemente se van a encontrar con redes que pueden interferir con la construcción del proyecto. Por tal motivo, el estudio de interferencias de redes cumple un rol fundamental para la correcta ejecución de proyectos de infraestructura vial y férrea (Engineers, 2002).

El primer capítulo de este documento contiene la fase de recopilación de datos en campo e inventario de redes de alcantarillado a lo largo del área de influencia del proyecto férreo Regiotram de Occidente. Seguido a esto, se presenta la fase de digitalización de la información recopilada en los recorridos de verificación e inspección de pozos de alcantarillado, documentación de inventario e identificación puntual de interferencias de redes con el proyecto férreo. Y finalmente, el estudio de alternativas de solución y diseño de planos para mitigar la afectación de las redes y liberar las de interferencias de redes de alcantarillado con base a los conceptos técnicos en redes hidráulicas (EAAB, 2020), el REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO (Básico, 2000) y las normas y

especificaciones técnicas de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB,
2020).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Acompañar el proceso de inventario de redes de alcantarillado y desarrollo de diseños en fase factibilidad para la liberación de interferencias con el tramo urbano del proyecto férreo Regiotram de Occidente.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar levantamiento de campo de las redes de alcantarillado y registrar los datos técnicos de las mismas obtenidos en el recorrido.
- Elaborar la digitalización de la investigación de redes en los respectivos planos y fichas de identificación de redes.
- Construir la documentación de informes de hallazgos de redes de alcantarillado, donde se indican todos los datos técnicos obtenidos producto de la información primaria y secundaria.
- Analizar y presentar propuestas de solución para liberación de interferencias de redes, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y las normas técnicas colombianas y de la respectiva empresa operadora de redes

3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

ESTRUCTURE INGENIERIA S.A.S. es una empresa con la figura jurídica de sociedad por acciones simplificadas matriculada en el año 2018, radicada en Bogotá. La gerente general y fundadora de la empresa es la Ingeniera Jenny Naranjo, ingeniera civil y ambiental egresada de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga. La empresa se enfoca principalmente en consultoría e interventoría con relación a la liberación de interferencias de redes en proyectos de infraestructura. La organización estructural de ESTRUCTURE INGENIERIA S.A.S. se representa en el siguiente organigrama:

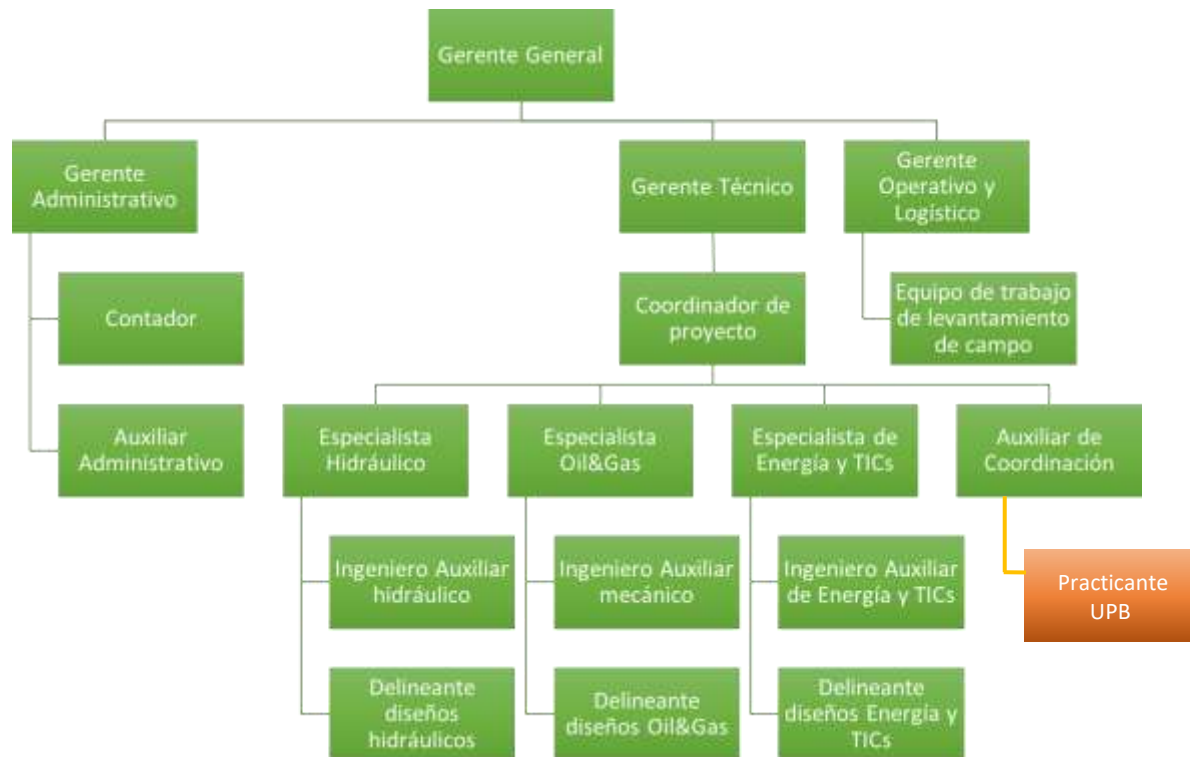


Ilustración 1. Organigrama de la empresa.

Fuente: ESTRUCTURE INGENIERIA S.A.S

4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El desarrollo de la práctica empresarial se llevará a cabo en Bogotá D.C. en la empresa ESTRUCTURE INGENIERIA S.A.S, empresa encargada de la liberación de interferencia de redes en el proyecto férreo Regiotram de occidente. En este proceso, se brindará apoyo en las funciones de identificación e inventario de redes de alcantarillado, identificación de interferencias, análisis de posibles soluciones y finalmente, el diseño de las soluciones para la liberación de interferencias.

Regiotram de occidente es un proyecto férreo de 40km, con un tramo en sector suburbano y cerca de 15 kilómetros en sector urbano. Específicamente este último tramo discurre entre la Avenida Caracas con calle 26, y conecta a la vía férrea existente en el occidente de Bogotá hasta llegar al Río Bogotá. El proyecto se desarrollará en gran medida por el corredor férreo existente, pero parte de la renovación que tendrá es la ampliación de la plataforma, con un cambio en el ancho de vía, además de la construcción de una segunda vía. Es así como inevitablemente, el proyecto presentará interferencias con redes de servicios públicos, a las cuales se les debe realizar una investigación para recopilar toda la información técnica de estas y datos de operación, para que posteriormente, se planteen soluciones de protección, traslado y/o reubicación de las redes para permitir el desarrollo del proyecto de transporte.

La etapa de diseño de redes es a largo plazo, se prevén cerca de 14 meses en total, para los diseños de todo el proyecto. No obstante, esta práctica se centra en la etapa 1 de la especialidad de redes, la cual contempla el desarrollo de la investigación, cuyo producto es el inventario de las

redes; y las propuestas de diseño a nivel factibilidad, que se presentarán al respectivo operador de redes, que una vez se otorgue viabilidad a la propuesta, se detallarán los diseños a nivel fase III para entrar a la etapa de construcción.

5. ANTECEDENTES

1. La presente práctica empresarial realizada en la empresa de servicios públicos EMPAS S.A., tiene como objetivo principal la revisión de planos de diseño de alcantarillado y apoyo en la coordinación de la expansión de infraestructura, entre otras cosas, con el fin de continuar con la verificación de la información en el aplicativo SIG-catastro de redes de alcantarillado y la actualización de redes de alcantarillado pertenecientes a la empresa. (Colmenares Delgado, 2012)
2. La presente tesis en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, en Perú, se enfatizó en la visibilización de las obras civiles ejecutadas en el Tren Eléctrico de Lima, resaltando principalmente en la secuencia constructiva de los trabajos llevados a cabo, los cuales desempeñaron el objetivo de finalizar la obra dentro de los tiempos planificados y los costos establecidos en la licitación ganada según el requerimiento del cliente. Algunas de las obras realizadas en este proyecto férreo fueron; construcción de viaducto elevado, vanos típicos y atípicos, intersecciones especiales viales, puentes especiales, estaciones de pasajeros, entre otros. (Quisipe, 2018)
3. El practicante desempeñó sus labores en la empresa pública de alcantarillado de Santander EMPAS S.A E.S.P, en donde apoyó las funciones de recopilación y actualización de información de infraestructura y redes de alcantarillado de proyectos ya existentes, como también la verificación y corrección de errores del catastro de Sistema de Administración de Redes y alcantarillado SARA. (Jaimes Rodríguez, 2017)

4. Práctica empresarial con una duración de seis meses en total, en donde el practicante realizó la actualización correspondiente al catastro de las redes de acueducto en los diferentes sectores del municipio de San Gil, como también el apoyo al control y supervisión de trabajos de mantenimiento de los sistemas, todo esto bajo la constante revisión del supervisor de la EMPRESA DE ACUEDUTO Y ALANTARILLADO Y ASEO DE SANGIL ACUASAN E.I.C.E. – E.S.P. (Pimiento Higuera, 2014)

5. El proyecto de grado presente el apoyo brindado en las labores de ingeniería como la determinación de cantidades de obra, revisión de planos de infraestructura y recopilación de información de redes de alcantarillado para la expansión de infraestructura de la Empresa Pública de Alcantarillado de Santander. Poniendo en práctica la formación académica adquirida en la actualización de normas técnicas, evaluación de diseños básicos y reposición de redes nuevas de alcantarillado. (Villabona Solano, 2011)

6. MARCO TEÓRICO

6.1. Redes de alcantarillado

Las redes de alcantarillado son sistemas de tuberías y estructuras encargadas de recoger las aguas pluviales, residuales e industriales de las poblaciones y urbanizaciones, para luego transportarlas hacia un cuerpo de agua o hasta una planta de tratamiento. Dichas redes de alcantarillado se localizan bajo los principales corredores viales y son usualmente de sección circular, ovalada o combinada, su diámetro y el material en el que están hechos varían en función al caudal que vayan a transportar y a las cargas que deberán soportar, entre otras cosas. Los fluidos que se trasladan a través de ellas lo hacen gracias a la gravedad.

Existen diferentes tipos de redes de alcantarillado dependiendo de la función y la finalidad que se les quiera dar. Algunos de los distintos sistemas de alcantarillado son:

- **Alcantarillado combinado o mixto:** Sistemas compuestos por todas las obras destinadas a la recolección y transporte, tanto de las aguas lluvias como de las aguas residuales. (Hidrotec, 2016)
- **Alcantarillado separado:** Sistema de alcantarillado de un mismo sector, que traslada en forma independiente la aguas lluvias y residuales. Dependiendo del tipo de agua que transporte el alcantarillado separado, se denominará sanitario o pluvial. (CDMB, 2000)

Para las urbanizaciones con sistemas de alcantarillado separado, la red interna de desagüe y las conexiones domiciliarias deben ser construidas en forma independiente.

6.2. Identificación de redes

Se requiere la recopilación de la información primaria y secundaria de las redes de alcantarillado que se encuentran en el corredor; para ello, es importante solicitar a los operadores de redes información sobre los activos que se encuentran en el corredor, en el marco de lo estipulado en el artículo 48 de la Ley 1682 de 2013.

De igual manera, se debe solicitar información sobre proyectos y expansiones de las redes en el corredor; así como la solicitud al IDU de proyectos anteriores o vigentes que puedan requerir armonizaciones con Regiotram, indicando la fase en la que se encuentran.

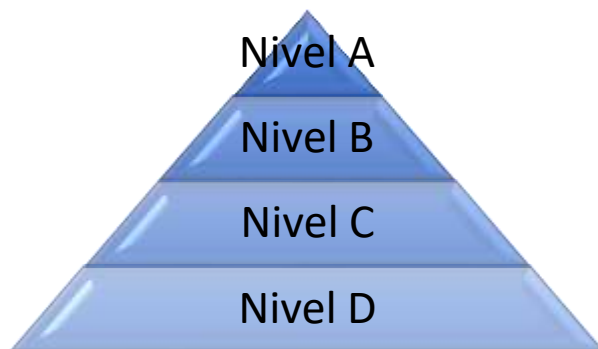
Esta información secundaria es el primer insumo para la identificación de las redes que se presentan en el corredor férreo. De esta, es importante realizar una verificación en campo, de manera ideal con un representante de los operadores de redes, para que quede conciliado con ellos, la base para el posterior desarrollo de los diseños de liberación de las interferencias.

De manera paralela, se debe realizar un inventario en campo, en donde soportados por la topografía se ubique de manera georreferenciada cada uno de los elementos que conforman la red presente en el corredor. En este inventario, se deben realizar registros fotográficos y toma de datos que se puedan evidenciar y permitan contar con la mayor información técnica posible de las redes.

Contenida la información, analizar la vigencia de esta, relevancia hacia y para el proyecto, la utilidad de la información en el entendido de la factibilidad y de los estudios y diseños a desarrollar, intervención de las entidades según las áreas de influencia y proyección principalmente.

Las buenas prácticas, y las recomendaciones internacionales de la ASCE (American Society of Civil Engineers), han realizado la descripción de niveles de información que puede ser recolectada en campo. Es importante contar con la información en el nivel de información sugerido, dependiendo de la intervención que se deba realizar a cada red. (Engineers, 2002)

Estos niveles de información son:



NIVEL D

La localización de la red se logra a través de planos record e información secundaria del operador de redes. Este nivel de información es apropiado inicialmente para tener una idea global de la presencia de redes en el corredor y proceder a generar planes de trabajo para contar con mayores detalles de la información de las redes presentes en el corredor.

NIVEL C

La localización de la red se logra a través del levantamiento de partes visibles de la misma: testigos, tapas de cajas, pozos, manholes, redes aéreas, señalización de cruces subterráneos, etc. Consiste en la realización de recorridos con personal de la zona que tenga conocimiento de ubicación, y/o con operadores de redes que confirmen la presencia de sus redes. Se utilizan herramientas de topografía para este levantamiento y la desviación en la exactitud de la localización horizontal de la red es usualmente de 50 centímetros.

Este nivel de información es apropiado en una etapa de factibilidad, donde se vayan a elaborar prediseños de redes que puedan presentar interferencias con el proyecto.

NIVEL B

La localización de la red se logra a través de técnicas y métodos geofísicos para asegurar la existencia y posición horizontal de la red. La desviación en la exactitud de la localización horizontal de la red es usualmente de 5 a 10 centímetros. Este tipo de levantamiento es usual para sectores con interferencias identificadas a raíz de estudios Nivel C, en zonas suburbanas y/o rurales con interferencias pre-identificadas con alta criticidad.

Se pueden para este nivel de información, realizar inspección de pozos, en donde se pueden obtener los siguientes datos:

- Profundidad clave de salida y llegada a pozo
- Profundidad batea de salida y llegadas a pozo, (se obtiene el dato correspondiente al diámetro de la tubería, dato que en pocas ocasiones es acertado por obstrucción)
- Tipo de material de las tuberías (flexible, concreto)
- Descripción visual sobre el estado del colector y tipo de sistema (pluvial, sanitario y combinado), así como del pozo en general

NIVEL A

Localización precisa horizontal y verticalmente, que se obtienen con la verificación y medida de profundidad de la red por medio de excavaciones y/o apiques e inspecciones CCTV de tubería de alcantarillado. La desviación en la exactitud de la localización es usualmente de 15 milímetros. Este tipo de exactitud es usual para un proyecto en etapa de diseño Fase III, donde se requiere desarrollar una propuesta para la liberación de una interferencia propiamente identificada.

Los apiques, pueden ser necesarios para las redes matrices de acueducto, cuando se requiere verificación de su localización, debido a la necesidad de intervenir esta red, por interferencias que se puedan presentar. Para efectuar los apiques se debe contar con autorización y acompañamiento de un delegado por parte de la Dirección de Red Matriz de la EAAB.

Para dichos apiques, se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos para garantizar la integridad de la tubería:

- Excavación manual: Todo proceso de excavación sobre la tubería se deberá realizar manualmente, haciendo uso de palas para retirar el material que se encuentre sobre la tubería. De igual manera, se deberán realizar excavaciones tipo trincheras con anchos máximos de 0.60m hasta el lomo de la tubería.
- Acompañamiento de la Dirección de Red Matriz – EAAB: Antes de iniciar cualquier apique, se deberá contar con la autorización y el acompañamiento de personal de la Dirección de Red Matriz, quienes supervisarán y orientarán los trabajos de localización de la tubería.
- Identificación de puntos de excavación: Antes de iniciar los trabajos de excavación se acordarán con la interventoría y la EAAB los puntos sugeridos por el consorcio para la identificación de la red, los cuales se basarán en lo evidenciado en la información secundaria recopilada.

6.3. Etapa de factibilidad

Etapa que consiste en el planteamiento de las alternativas de solución en fase de factibilidad para las interferencias que se presenten dentro del polígono de afectación, que en conjunto con el

inventario de redes y apoyado con recorrido de campo puntuales, serán el insumo principal para efectos de la verificación de la interferencia que el proyecto puede tener con redes de acueducto, alcantarillado y gas, y que de presentarse, plasmar soluciones técnicas, que permitan comenzar a presentarse a los respectivos operadores de redes, de manera que si estos dan viabilidad a la propuesta de liberación, pueda desarrollarse en un diseño fase III. En esta etapa, se verifican las interferencias de las diferentes infraestructuras de redes secas y los puntos de empalme con las infraestructuras existentes.

Otra actividad de importancia en esta etapa es generada por los posibles cambios que se pueden presentar en el trazado o ajustes en los diseños férreo. Lo cual implicaría, realizar ajustes a las alternativas de solución de las interferencias.

7. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente trabajo, se llevarán a cabo actividades de la metodología de investigación aplicada. En una primera fase será indispensable la recopilación de datos e inventario de redes de alcantarillado, así como la recolección de información secundaria en la respectiva zona de investigación, mediante recorridos en campo a lo largo del proyecto férreo. Esto comprende la apertura de pozos de inspección para la toma de datos y verificación visual del estado de las redes hidráulicas mencionadas y de los elementos que las componen. Seguido a esto, se organizará la información recopilada y se contrastará con la suministrada anteriormente por bases de datos de la empresa operadora de la red y de esta manera actualizar la información para disponer de un inventario actualizado de las redes existentes en el área de influencia del proyecto.

Por otro lado, se analizará el inventario actualizado de las redes de alcantarillado pluvial y sanitario para identificar cuáles de estas redes generan interferencias con las actividades de ejecución del proyecto. Dichas redes serán documentadas a través de fichas de interferencias que brindan una breve descripción de los componentes, el tipo de inferencia, cualidades y estado de la red para el estudio de alternativas de solución.

Por último, se realizarán estudios relacionados con la liberación de las interferencias de las redes para evitar afectaciones en estas. Para ello, se elaborarán planos de prediseños de soluciones de las inferencias que implican; traslados de red, reposición, protección de tubería, entre otros. Los prediseños de solución deben cumplir con las especificaciones y normas técnicas

vigentes exigidas por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (empresa encargada de la operación de las redes de acueducto y saneamiento de Bogotá).

8. RECOPIACIÓN DE INFORMACION EN CAMPO

Para la identificación de redes es necesario hacer un inventario de las redes existentes en la zona, basándose en la información suministrada por el operador de las redes de alcantarillado (en este caso EAAB Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá). Adicionalmente, es necesario realizar un recorrido de verificación en campo como lo establece la EAAB (EAAB, ASPECTOS TÉCNICOS PARA CRUCES Y DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS EN CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO, 2004), en el área de influencia del proyecto, con el fin de actualizar la información, en caso de encontrar redes nuevas, o ratificar la información anteriormente suministrada por el operador de las redes en caso de que sea correcta. De esta forma, se logra un inventario completo de redes de alcantarillado que a la postre será de gran utilidad para la etapa de identificación de interferencias de redes de alcantarillado pluvial, sanitario y combinado sobre el corredor férreo.

El tramo urbano del proyecto Regiotram de occidente se divide en ocho UE (Unidades de ejecución) desde el K0+000 hasta el k14+600, iniciando en el barrio Santa Fe en el centro de la ciudad y finalizando en el río Bogotá. En principio se realizó un recorrido visual con apoyo de los planos suministrados por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá a lo largo del tramo, en donde se identificaron los pozos existentes en la zona de influencia del proyecto y se nombró cada uno de ellos. Una vez identificados los pozos de inspección de alcantarillado se inició con la apertura de estos a lo largo del trazado geométrico de la vía férrea, con el fin de verificar el estado de las estructuras pozo y de las tuberías que conforman la red de alcantarillado.

A continuación, se mencionan algunos de los sectores y actividades más importantes dentro del trabajo realizado.

8.1. Unidad de ejecución 1

La Unidad de Ejecución 1 abarca desde el K0+000 hasta el K0+980 en la carrera 17 con Calle 15 y la diagonal 19 con Carrera 22, respectivamente. Esta unidad funcional es una de las más críticas debido a que el 90% de las actividades a realizar serán de construcción debido a que la mayor parte de ese tramo no dispone de línea férrea por lo cual se tiene que construir desde cero. Adicional a esto, se llevará a cabo trabajos de urbanización y construcción de estaciones de tren, por esa razón el área de influencia de la unidad funcional 1 comprende de paramento a paramento.

Respecto a las redes de alcantarillado en la zona se conoce que hay redes y pozos que se encuentran justo debajo del trazado del diseño geométrico, lo que indica que con seguridad nos enfrentaremos con interferencias de redes para el proyecto.

Con la información suministrada por el operador de las redes de alcantarillado y el primer recorrido visual, se nombraron los pozos de inspección existentes en el área del proyecto para llevar un mejor registro de la información de campo y para que se facilite la fase de digitalización y diagnóstico.

En la **Ilustración 2** se observa el primer plano de la Unidad de ejecución 1.



Ilustración 2. Plano Unidad de Ejecución 1

Fuente: Propia

En la ilustración se visualiza el diseño geométrico de las dos calzadas de la vía férrea y la distribución de los pozos en el sitio. los tipos de alcantarillado se representan con colores amarillo, rojo y verde, los cuales representan alcantarillados combinados, sanitarios y pluviales, respectivamente. No obstante, como decía anteriormente en la unidad de ejecución 1 se realizarán trabajos de urbanización y construcción de estaciones de tren, por tal motivo se hizo apertura de todos los pozos que se encontraran de paramento a paramento para abarcar así todo el alcance del proyecto en este tramo.

Los trabajos de inspección de pozos se iniciaron desde el K0+000, empezando por el P001, seguidamente el pozo P002, después el P003, y así a lo largo de toda la UE1. Dichos trabajos se realizaron con el apoyo de una cuadrilla capacitada conformada por un líder de cuadrilla y un ayudante, con las herramientas necesarias, y con la señalización pertinente para evitar accidentes y para que el trabajo fuera lo más eficiente posible.

Igualmente, se hizo apertura de los pozos de inspección con la ayuda de barras, barras pate cabra, escalera de 8 metros, traje antifluido, señalización y los elementos de protección personal como lo muestra la Imagen 1.



Imagen 1. Apertura pozo P001

Fuente: Propia

Descripción: Apertura de pozos de inspección en la Carrera 17 con calle 15, Bogotá.

Una vez hecha la apertura del pozo se tomó registro fotográfico del interior de este para tener un soporte de la información registrada y posteriormente un integrante de la cuadrilla bajó por la escalera al interior del pozo de inspección para tomar las medidas necesarias de la estructura y las tuberías, y verificar el estado de las diferentes partes que conforman la red.



Imagen 2. Pozo P001

Fuente: Propia

Descripción: Interior del pozo de inspección donde se observan tuberías y colector de la red en cuestión.



Imagen 3. Pozo P001

Fuente: Propia

Descripción: Trabajador verificando medidas y estado del pozo de inspección en el interior del mismo.

La información tomada se registró en el formato de inspección de pozos, en el que se describe; tipo de sistema, tipo de pozo, profundidad a placa de fondo, profundidad a cañuela, estado de cilindro, diámetro y altura de cilindro, material de los componentes de la estructura pozo, tipo de vía donde se encuentra el pozo, diámetro y estado de tuberías, entre otras cosas.

La *Imagen 4* visibiliza el registro realizado para la apertura de los pozos.

FORMATO DE INSPECCIÓN DE POZOS

Fecha: _____ **Coordenadas:** _____
Dirección: _____ **Municipio:** _____
Lugar: _____ **ID BSI:** _____
Prof. Pozo a clave (m): _____ **Prof. Pozo a base (m):** _____

Tipo Sistema: Agua Limpia Agua Residual Domestico
Tipo de Pozo: Pozo Cisterna AAH Domestico
Tipo de cámara: Circular Rectangular Domestico

Tubo:
Estado? SI No Dañado
Tipo de Tapa: Ferrocemento Concreto Tapa Regular Tapa de Brega
Estado? Buena Mala Dañado
Diagnostico: Cambiar Reparar No Requiere

Cajón:
Estado? SI No Dañado
Estado? Buena Mala Dañado
Diagnostico: Cambiar Reparar No Requiere

Caja:
Estado? SI No Dañado
Estado? Buena Mala Dañado
Diagnostico: Cambiar Reparar No Requiere

Estado: **Material:** _____ **Longitud:** _____ **Estado:** _____
Estado? Buenísimo Bueno Regular Mala Dañado
Diagnostico: Cambiar Reparar No Requiere

Estado: **Longitud:** _____ **Estado:** _____
Estado? Buena Regular Mala Dañado
Diagnostico: Cambiar Reparar No Requiere

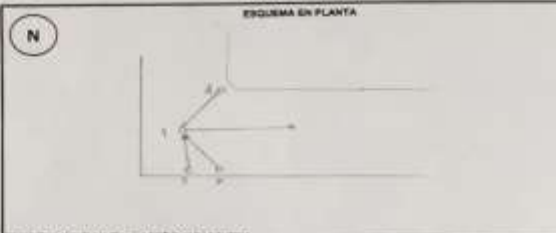
Asentamiento: **Estado?** SI No Dañado
Tipo de Asentamiento: Horizontal Vertical Inclinado
Estado? Buena Mala Dañado
Diagnostico: Cambiar Reparar No Requiere

Estado Pozo: **Estado?** Buena Mala Dañado
Diagnostico: Cambiar Reparar No Requiere

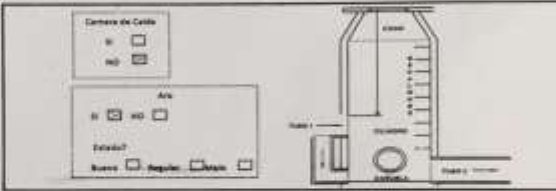
Tipo de Vela: Planchada Circular Anillo Anillo Anillo Anillo
Estado? Buena Mala Dañado

Tipo de Acceso: Escalera Escalera Escalera
Estado? Buena Mala Dañado

ESQUEMA EN PLANTA



Nota: Indicar el norte y la dirección del flujo en las intersecciones



| No | Pozo total | Pozo Fijo | Material (C/P/F/G/S/R/O) | Diámetro (mm.) | Profund. a clave (m) | Profund. a base (m) | Int. Tuberia (R/R/S/A) | Estado Tuberia (S/R/O) | Entre | Sala |
|----|------------|-----------|--------------------------|----------------|----------------------|---------------------|------------------------|------------------------|-------|------|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |

Material: C: Concreto / P: PVC / F: Fibra de Vidrio / G: Gres.
 Int. Tuberia: R: Regular / RR: No Regular / S: Sumidero / A: Acometida.
 Estado Tuberia: S: Buenísimo / R: Buena / O: Dañado

Registro Fotográfico:

Observaciones:

Imagen 4. Formato de inspección de pozos.

Fuente: Propia

Descripción: Formato de inspección de pozos donde se registra la información tomada en campo.

El proceso mencionado anteriormente se realizó de la misma manera a lo largo de la unidad de ejecución 1 y las siete unidades de ejecución restantes.

Cabe resaltar que en las actividades mencionadas se presentaron varias dificultades, una de ellas fue la imposibilidad de hacer la apertura de los pozos de inspección, debido a que al estar sobre vías vehiculares reciben grandes cargas verticales y horizontales, lo que genera que las tapas resulten casi imposibles de destapar. Otra de las dificultades es no encontrar el pozo, al momento de hacer la verificación en campo no se encuentra lo que aparece en la información suministrada por el operador de red. Por último, en ocasiones los pozos están inundados o llenos de sedimento y tierra, lo que impide verificar la información de la mejor manera.

8.2. PK5

El PK5 como su nombre lo indica está ubicado en el PK5+000 del proyecto férreo y es otro sector crítico dentro de Regiotram de Occidente, debido a que en este lugar estará ubicado el patio taller. Este será el lugar donde se guardarán los trenes cuando no estén en funcionamiento y también se hará mantenimiento rutinario a las maquinas en este sitio en los periodos establecidos. Actualmente en el PK5 ya existe un patio taller y también es la locación de una de las sedes de producción de la cementera Argos. Allí, como en las demás unidades de ejecución, se presentan diferentes redes de energía, gas, acueducto y de alcantarillado que generarán interferencias con los trabajos de adecuación y remodelación a realizar en el sitio. Por tal motivo, la inspección de las redes de este lugar también está dentro del alcance del contrato de liberación de interferencias de redes del Proyecto Regiotram de Occidente. Para el estudio de las redes de alcantarillado llevada a cabo en este lugar se utilizó la misma metodología utilizada anteriormente en las diferentes unidades de ejecución del corredor férreo.

Para ingresar a hacer la verificación de las redes de alcantarillado dentro del patio taller fue necesario tener un permiso especial por parte de Ferrovial (empresa encargada de la administración del actual patio taller) y estuvimos siempre acompañados de funcionarios de esa entidad, ya que allí solo puede ingresar personal autorizado.

Una vez adentro se realizó el recorrido de apertura de pozos con el apoyo de los planos suministrados por la EAAB. En la *Ilustración 2* se distingue el plano en planta de las redes de alcantarillado pluvial dentro del patio taller y la empresa Argos.

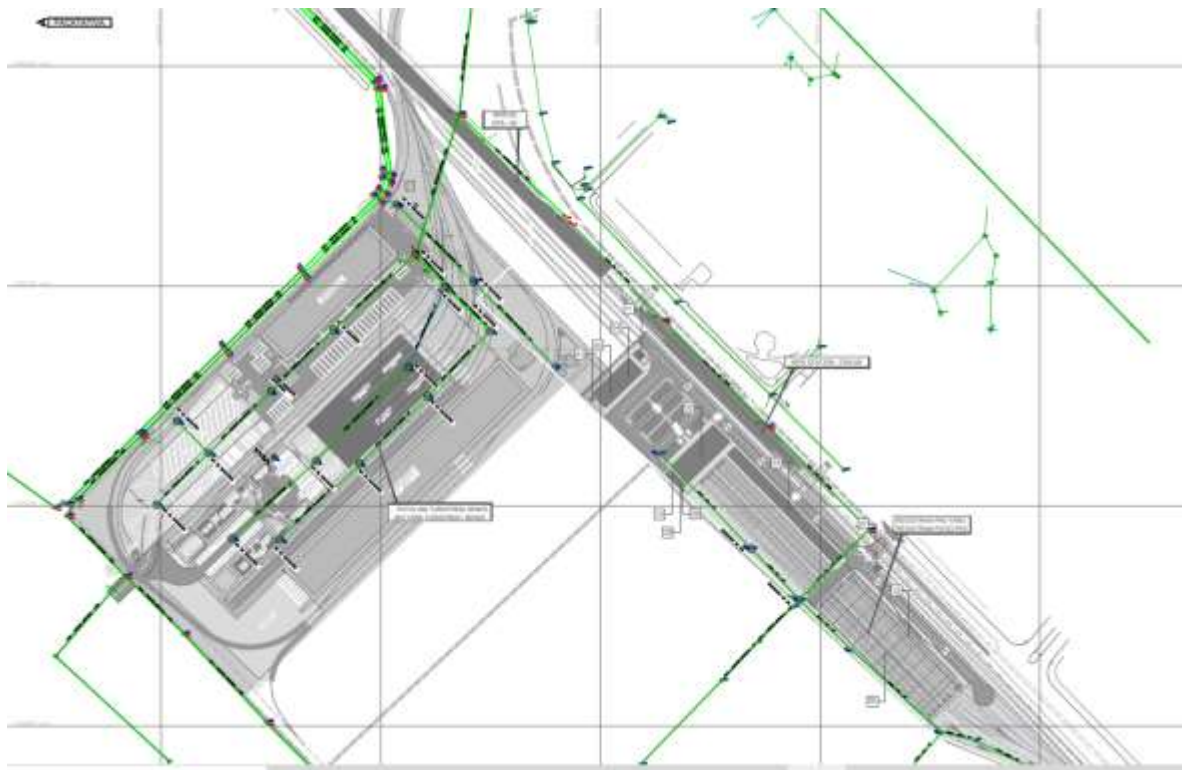


Ilustración 3. Plano redes de alcantarillado PK5

Fuente: AECOM

Descripción: Plano en planta de las redes de alcantarillado pluvial y sanitario del Patiotaller (PK5).

Un inconveniente que se presentó fue que al momento de realizar el recorrido en el Patio Taller no se encontraron gran cantidad de los pozos que se muestran ubicados en el plano, ya que

la capa vegetal en algunos sectores era muy alta lo que imposibilitaba el hallazgo de estos. Por otra parte, fue inesperado encontrar que algunos de los pozos indicados tenían cables de redes de telecomunicación de ETB, lo que no estaba dentro de la información que teníamos en nuestras manos. Por esas razones, es necesaria la inspección en campo, ya que las redes y estructuras tienden a cambiar con el tiempo y en ocasiones el operador no hace actualización pertinente de su catastro de redes.

En la inspección de los pozos de alcantarillado pluvial y sanitario se elaboró el procedimiento mencionado en la UE1, y de igual forma se tomaron fotografías y se llevó el registro de datos en los formatos de inspección de pozos.



Imagen 5. PK5

Fuente: Propia

Descripción: Apertura de pozos de inspección en el Patiotaller (PK5), Av Calle 22 con Carrera 68, Bogotá.



Imagen 6. PK5

Fuente: Propia

Descripción: Interior del pozo de inspección donde se observa el estado de los elementos que lo conforman y las tuberías de la red en cuestión.

FORMATO DE INSPECCION DE POZOS

Fecha: 02/12/20 Dirección: Patio Taller PK5
 Localidad: Guadalupe Población: PK5
 Puesto: Punto 26 C.D.C.: _____
 Cota: _____
 Prof. Pozo a planta de fondo (m): 1.26 Prof. Pozo a superficie (m): _____

Tipo Sistema: Agua Limpia Agua Residual Comestible
 Tipo de Pozo: Pozo Cámara Alivió
 Tipo de cámara: Circular Rectangular Dondolante

Tapa: Si No
 Tipo de Tapa: Perforada Concreto Meta de Alambre
 Hierro con Magre Tapa Redonda Tapa en file
 Estado: Bueno Regular Malo
 Diagnóstico: Cambiar Reparar No Requiere

Cargue: Si No
 Estado: Bueno Regular Malo
 Diagnóstico: Cambiar Reparar No Requiere

Diámetro: 0.45 m Anillo Largo: 0.60 m
 Material: Hormigón Concreto Otro
 Estado: Bueno Regular Malo
 Sin Paredes Perfora Yunque
 Diagnóstico: Cambiar Reparar No Requiere

Cálculo Limp: _____ Prof: _____ Anillo: _____
 Estado: Bueno Sedimentado Regular Malo
 Sedimentado Desagotado Obstrucción
 Diagnóstico: Cambiar Reparar No Requiere

Escalera: Si No
 Tipo Escalera: Suelo Ladrillo Otro
 Estado: Bueno Regular Malo
 Suelo Falso Concreto
 Diagnóstico: Cambiar Reparar No Requiere

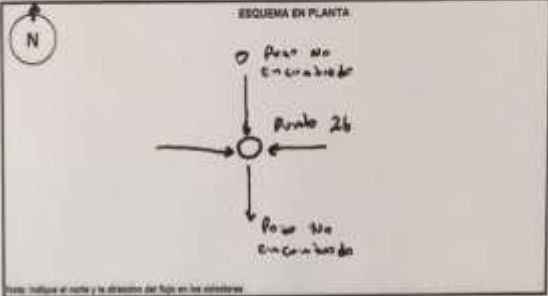
Estado Pozo: Satisfacción Incompleto Con Ingreso
 Ruido Fuga de Sólidos Líquido de Sello

Tipo de Veh: Patrullero Camión Alivió
 Otro Vehículo Anillo concreto Anillo lámina
 Anillo grande Aliviado Otro

Tipo de Acceso: Vehículo con cable Vehículo simple Escalera
 Peatonal Anillado Puentes

Observaciones a la información (m): _____

ESQUEMA EN PLANTA

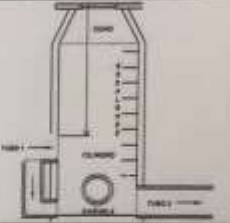


Nota: Indicar el norte y la dirección del flujo en los colectores

Cámara de Cámara: Si No

Ata: Si No

Estado: Bueno Regular Sedimentado



| No. | Pozo Inicial | Pozo Final | Materia (C / P / F / O) | Diámetro (mm.) | Profund. a boca (m) | Profund. a fondo (m) | Id Tuberia (ENRUSA) | Estado Tuberia (BURD) | Entrada | Salida |
|-----|--------------|------------|-------------------------|----------------|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|---------|--------|
| 1 | Mercado | 26 | C | 400 | 1.26 | 1.26 | R | | | |
| 2 | 26 | 26 | C | 400 | 1.26 | 1.26 | R | | | |
| 3 | 26 | 26 | C | 400 | 0.45 | 1.16 | R/R | | | |
| 4 | 26 | 26 | C | 400 | 1.26 | 1.26 | R/R | | | |
| 5 | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |

Material: C: Concreto / P: PVC / F: Fibra de Vidrio / O: Otro.
 Id Tuberia: R: Registrada / NR: No Registrada / B: Burilado / A: Acromático.
 Estado Tuberia: S: Sedimentado / R: Roto / O: Obstruido.

Registro Fotográfico: _____

Observaciones: _____

Imagen 7. Formato Inspección de Pozos PK5

Fuente: Propia

Descripción: Formato de inspección de pozos donde se registra la información de la red tomada en el PK5.

Del recorrido en el patio taller se resalta el hallazgo de redes de alcantarillado pluvial que están conformados por estructuras box Culvert (secciones rectangulares) de casi dos metros de

ancho que reciben las aguas pluviales provenientes del interior de la cementera Argos y el patio taller como lo muestra la *imagen 8 e imagen 9*, y entregan en dirección al norte, cruzando la vía férrea.



Imagen 8. Box Culvert PK5

Fuente: Propia

Descripción: Red Box Culvert de alcantarillado pluvial al costado sur occidental del PK5.



Imagen 9. Box Culvert PK5

Fuente: Propia

Descripción: Apertura de pozos de inspección en el costado sur occidental del Patiotaller (PK5), Av Calle 22 con Carrera 68, Bogotá

La información recopilada en el recorrido de inventario de redes de alcantarillado en el PK5 es de vital importancia para la identificación de interferencias y posteriormente diseños de soluciones para la liberación de estas, debido a la gran cantidad de actividades que se llevarán a cabo en este lugar del proyecto férreo.

8.3. Plan de Manejo de Transito (PMT)

Al momento de realizar algún tipo de obra o trabajo en vías principales es necesario tener Planes de Manejo de Tránsito (PMT), debido a que estas vías presentan alto flujo vehicular, por esa razón se debe tener un plan estructurado para asegurar la correcta movilidad en la vía que se va a trabajar y así también reducir accidentalidad. La solicitud de PMT se ejecuta en relación (EAAB, 2020) del Artículo 101 – “NORMAS PARA REALIZAR TRABAJOS EN VÍA PÚBLICA” aplica en caso de que se deba realizar algún trabajo que altere la circulación en las vías públicas. (Rama Legislativa, 2002) (Secretaria de Movilidad, 2021)

Una vez hecha la solicitud y aprobado el PMT, se ejecutaron los trabajos de apertura de pozos de inspección en la Avenida Carrera 30 con Avenida Calle 22 en horarios de 10pm - 5 am, con la señalización requerida que incluye:

- Colombinas
- Señal “Obra en la vía 300m”
- Señal “Obra en la vía a 200m”
- Señal “Obra en la vía 100”
- Barricada con señal luminosa de desvío
- Señal de hombres trabajando
- Señal de disminución de velocidad a 30km/h
- Señal de desvío
- Señal de carril cerrado

Las señales deben ser colocadas metros antes del lugar donde se están realizando los trabajos y deben ser visibles para que los conductores de los vehículos puedan ver las señales y empiecen a reducir la velocidad varios metros antes del lugar donde se ejecutan las actividades para evitar cualquier tipo de accidente o inconveniente en la vía.



Imagen 10. Señalización PMT

Fuente: Propia

Descripción: Señalización a 100 metros del lugar de la actividad.



Imagen 11. Señalización PMT

Fuente: Propia

Descripción: Señalización luminosa de desvío y cerramiento con colombinas en la Avenida NQS.

El procedimiento de apertura y toma de datos se realizó de la misma manera como se ha venido mencionado anteriormente con el respectivo formato de inspección de pozos, tomando las medidas correspondientes a profundidad, cota clave, cota batea, diámetro de cilindro, diámetro de tubería y condiciones en las que se encuentra la tubería en estudio.



Imagen 12. Registro de datos PMT

Fuente: Propia

Descripción: Apertura de pozos de inspección en horario nocturno en la Avenida NQS.

9. IDENTIFICACIÓN DE INTERFERENCIAS

Con base a las actividades de verificación realizada en campo de los pozos de inspección y tuberías de las redes de alcantarillado en la zona de influencia del proyecto se inicia con la fase II de los trabajos de consultoría de liberación de las interferencias de redes en el proyecto férreo Regiotram de Occidente. En esta etapa se llevó a cabo la actualización de la información de redes de alcantarillado suministrada previamente por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), para contar con los datos reales de dichas redes, ya que las mismas se ven sujetas a constantes reposiciones y cambios.

Teniendo en cuenta la información real de las redes en la zona, se empezó a determinar cuáles de estas generaban interferencia con los trabajos proyectados en las distintas unidades de ejecución del proyecto. Para esto, se debe hacer énfasis en aquellas redes de alcantarillado existentes sobre el lineamiento del diseño geométrico realizado por la concesión férrea y aquellas que se encuentran dentro de la delimitación del área de influencia del corredor férreo planificado.

Una vez realizada la actualización de los planos y datos de las redes de alcantarillado, se identificó y nombró cada una de las interferencias generadas para la respectiva elaboración de fichas de interferencias de la ANI.

Como lo muestra la Ilustración 4 se tomaron los planos en planta de las redes de alcantarillado y se señalaron los tramos de las redes que generan interferencia en el proyecto, para posteriormente generar la respectiva ficha de interferencia.

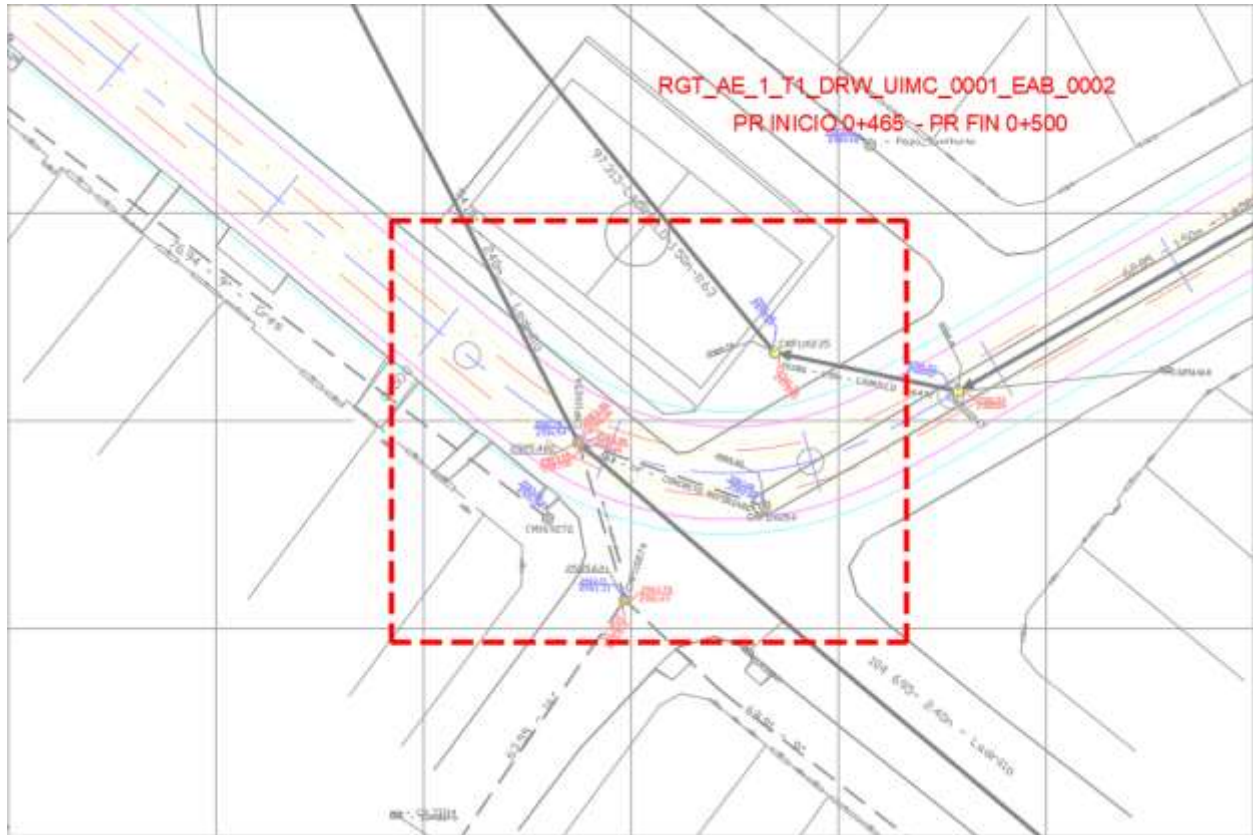


Ilustración 4. Plano de interferencia.

Fuente: propia.

Descripción: Plano en planta que visibiliza la interferencia de red de alcantarillado en la Unidad de Ejecución 1.

En la ilustración 4 se observa una red de alcantarillado combinado o mixto que cruza el diseño geométrico generando una interferencia de cruce diagonal. No obstante, en el plano se observan los códigos de cada pozo utilizados para la identificación de la EAAB, también las cotas rasantes de cada pozo, las cotas clave y batea de tubería de salida (en azul), las cotas clave y batea de tubería de llegada, pendiente y longitud de tubería, diámetro de tubería y material de colector o tubo. Dichos planos fueron generados con las actualizaciones necesarias después de los datos recopilados en campo y de la verificación de las tuberías.

Con base los planos actualizados y la identificación de interferencias se procedieron a iniciar con la realización de fichas por interferencias de red. Las fichas de interferencia son la

descripción puntual de las mimas y su elaboración es necesaria en todo proyecto de concesión vial, y en este caso en concesión férrea, ya que es el soporte técnico del estudio de interferencias de redes.



| INVENTARIO DE REDES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|----------------|---|-------------|------|---|----------|-----|----------------|----------|---|----------|-----|--------------------------|------|---|----------|----|-----------------------|------|---|----------|-----|------------------------|------|---|--------------------|------|-----------------------|------|---|----------|----|-------------------------|--|--|--|--|
|  | |  | | Fecha: 7 de septiembre 2020 Revisión: 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INFORMACIÓN DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha de diligenciamiento | 5/02/2021 | | | ID Ficha: REG_AE_1_T1_INT_UMC_0001_EAB_0002 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proyecto: | REGIOTRAM DE OCCIDENTE | | Contrato No. | 001 DE 2020 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ubicación de red (PR) | Inicio | 0+465 | Fin | 0+500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Municipio | Bogotá D.C. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sector (Tramo) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INFORMACIÓN DEL PROPIETARIO, ADMINISTRADOR U OPERADOR DE LA RED | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre o razón social de la empresa | EMPRESA DE ACUEDUCTO DE BOGOTÁ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Naturaleza Jurídica | Empresa Pública | Función | Todas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Persona de contacto de la empresa | Luis Francisco Castiblanco | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cargo | Director de Apoyo técnico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Correo electrónico | lfcastiblanco@acueducto.com.co | Teléfono | (1) 3447000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dirección de correspondencia | Av Calle 24 No 37 - 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INFORMACIÓN TÉCNICA DE LA RED | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo de servicio que presta la red | Alcantarillado | Año de instalación | Nota 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo de tendido de la red | Subterráneo | Gálbo o profundidad | 2.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Condición de la Red: | Operativa | Ubicación de la Red respecto a la infraestructura | Cruce diagonal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción de la Red | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento</th> <th>Cantidad</th> <th>Material</th> <th>Longitud</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pozo</td> <td>3</td> <td>Ladrillo</td> <td>2.5</td> <td>Pozo Combinado</td> </tr> <tr> <td>Colector</td> <td>1</td> <td>Ladrillo</td> <td>150</td> <td>Sanitario Troncal-D=2.4m</td> </tr> <tr> <td>Tubo</td> <td>1</td> <td>Concreto</td> <td>19</td> <td>Sanitario Local-D=24"</td> </tr> <tr> <td>Tubo</td> <td>1</td> <td>Ladrillo</td> <td>105</td> <td>Sanitario Local-D=2.4m</td> </tr> <tr> <td>Tubo</td> <td>1</td> <td>Concreto Reforzado</td> <td>15.7</td> <td>Sanitario Local-D=16"</td> </tr> <tr> <td>Tubo</td> <td>1</td> <td>Ladrillo</td> <td>94</td> <td>Sanitario Local-D=2.40"</td> </tr> </tbody> </table> | Elemento | Cantidad | Material | Longitud | Descripción | Pozo | 3 | Ladrillo | 2.5 | Pozo Combinado | Colector | 1 | Ladrillo | 150 | Sanitario Troncal-D=2.4m | Tubo | 1 | Concreto | 19 | Sanitario Local-D=24" | Tubo | 1 | Ladrillo | 105 | Sanitario Local-D=2.4m | Tubo | 1 | Concreto Reforzado | 15.7 | Sanitario Local-D=16" | Tubo | 1 | Ladrillo | 94 | Sanitario Local-D=2.40" | | | | |
| Elemento | Cantidad | Material | Longitud | Descripción | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pozo | 3 | Ladrillo | 2.5 | Pozo Combinado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Colector | 1 | Ladrillo | 150 | Sanitario Troncal-D=2.4m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tubo | 1 | Concreto | 19 | Sanitario Local-D=24" | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tubo | 1 | Ladrillo | 105 | Sanitario Local-D=2.4m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tubo | 1 | Concreto Reforzado | 15.7 | Sanitario Local-D=16" | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tubo | 1 | Ladrillo | 94 | Sanitario Local-D=2.40" | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| La Norma de diseño de este tipo de redes son: NS85 y NP027. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INFORMACIÓN JURÍDICA DE LA RED | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| La red cuenta con servidumbre legalmente establecida | Si | No Nota 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Folio de matrícula inmobiliaria en que esta inscrita la servidumbre | Nota 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo de servidumbre | Nota 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| La red cuenta con permiso de ocupación temporal | Si | No | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de la Resolución que otorgó permiso de ocupación temporal | Nota 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha se otorgó la ocupación temporal | Nota 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Entidad que otorgó el permiso de ocupación temporal | Nota 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A. Longitud de la interferencia (en metros) | 383.7 m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B. Longitud con permiso de ocupación | Nota 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Longitud resultante de A-B | Nota 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ilustración 5. Ficha de redes

Fuente: propia.

Descripción: Ficha de interferencia de redes primera parte que contiene la información relevante de la red.

La primera parte de la ficha de interferencia de redes describe la localización en el diseño geométrico, la unidad de ejecución a la que pertenece la red y también al tipo de interferencia que se presenta respecto al corredor proyectado. Por otra parte, se presenta un inventario de los elementos presentes en la red con una pequeña descripción de cada uno de ellos, tales como; pozo, tubo, colector, entre otras cosas. La descripción de la red se ve sujeta a la correcta ejecución de las actividades de verificación en campo.

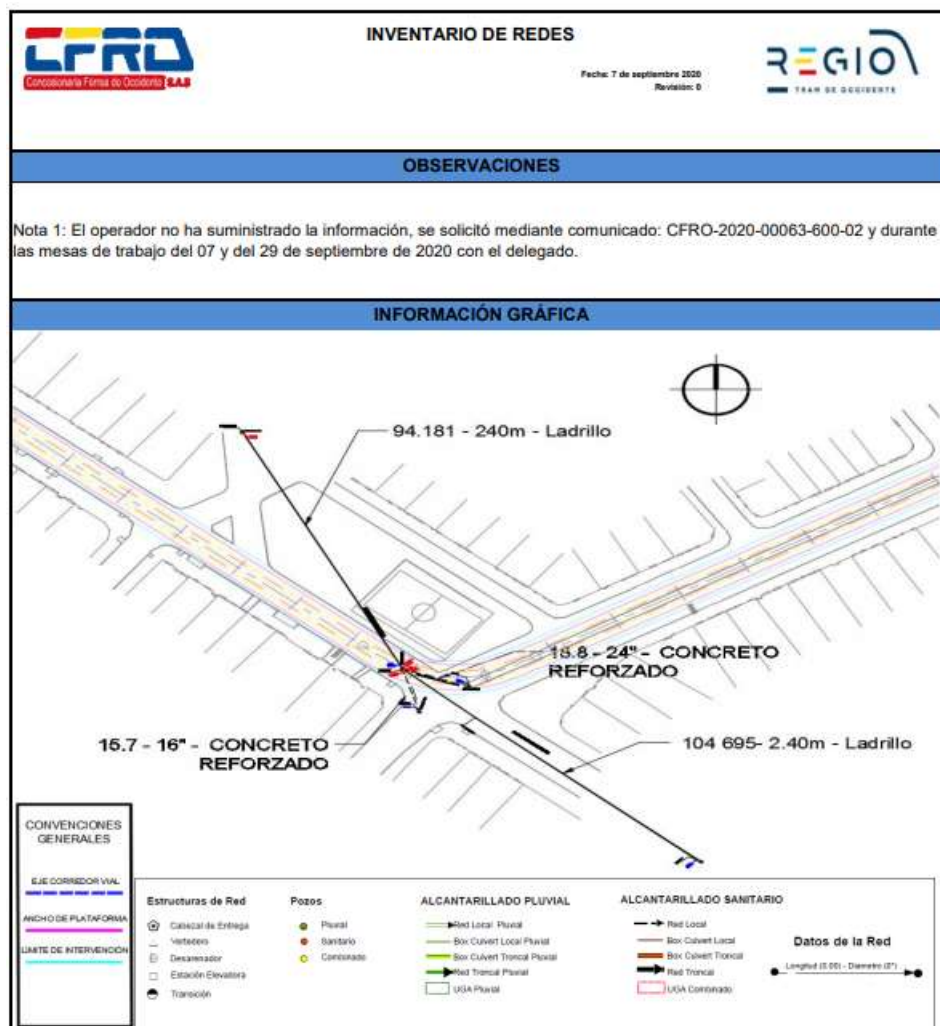


Ilustración 6. Ficha de redes

Fuente: propia.

Descripción: Ficha de interferencia de redes segunda parte donde se muestra el bosquejo de la red.

En la segunda parte de la ficha se presenta un bosquejo de la interferencia en cuestión para que quien la lea tenga una referencia visual de lo que describe la ficha. También es primordial plasmar una tabla de convenciones de las figuras utilizadas para la representación de la red, con el fin de lograr una clara comprensión del bosquejo mostrado.





|  INVENTARIO DE REDES  | | | |
|--|--|-------------------|---|
| Fecha: 7 de septiembre 2020 Revisión: 0 | | | |
| REGISTRO FOTOGRÁFICO (previo a las intervenciones) | | | |
|  |  | | |
| Foto No.: | CMP110254-POZO012 - P012_003 | Foto No.: | CMP110254-POZO012 - P012_005 |
| Fecha de toma: | 15/10/2020 | Fecha de toma: | 10/09/2020 |
| Descripción: | Pozo de alcantarillado combinado, red troncal. Calle 22 # 17 | Descripción: | Pozo de alcantarillado combinado, red troncal. Calle 22 #16 |
| ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN | | | |
| (i) Traslado definitivo de la Red. | | | |
| (ii) Protección durante construcción de la Red. | | | |
| (iii) Protección definitiva de la Red. | | | |
| (iv) Reposición de la Red. | | x | |
| (v) Implementación de mecanismos preventivos para la Red. | | | |
| (vi) Otros: | | | |
| Firma por Concesionario | Firma por interventoría | Empresa Operadora | |
| Elaboró: | Revisó: | Revisó: | |
| DISCLAIMER | | | |
| La responsabilidad de la información contenida en esta ficha se basa en datos técnicos inventariados en campo por el Concesionario y complementados con información técnica y jurídica directa de los operadores. Cualquier error en esta información complementaria, puede implicar modificaciones de este documento, en la alternativa de solución y el responsable de los costos de traslados y/o diseños para la liberación de la interferencia, sin perjuicio de lo anterior la información aquí consignada es consolidada por el Concesionario. Información estrictamente confidencial. Prohibida su reproducción sin autorización. | | | |

Ilustración 7. Ficha de redes

Fuente: propia.

Descripción: Ficha de interferencia de redes tercera parte, donde se observa el registro fotográfico y las alternativas de solución.

Así mismo, se presenta registro fotográfico de la inspección realizada anteriormente de la red, con la respectiva georreferenciación, el lugar y la fecha donde fue tomada. Para terminar, se da una alternativa de solución preliminar antes de los diseños definitivos de traslado de red.

Posterior a la generación de fichas de interferencias se inicia con la elaboración de informes de hallazgos. Dichos informes son una compilación de las fichas de interferencias de redes de

todas las tipologías, donde se muestran las interferencias encontradas en cada unidad de ejecución, y a su vez, hallazgos de redes que no estaban contempladas anteriormente en la información suministrada por los operadores de redes y que no necesariamente representan interferencias para el proyecto, como se puede observar en el **Anexo 1**.

El diligenciamiento de estos es de carácter obligatorio según lo delimitado en el apéndice 5 de la ANI para concesiones viales, en donde se presentan los lineamientos básicos y de obligatorio cumplimiento para el estudio de interferencias de redes en proyectos de infraestructura vial.

10. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DE INTERFERENCIAS

La etapa final de la práctica empresarial abarca la elaboración de los prediseños iniciales de soluciones de interferencias de redes de alcantarillado para el tramo urbano del proyecto férreo. Esta etapa comprende los primeros diseños para las redes afectadas por el proyecto que según la información adquirida en campo y los estudios realizados deben dar solución a las interferencias que generan las redes de alcantarillado sobre la ejecución del proyecto Regiotram de occidente, ya que dichas redes pueden verse afectadas por la ejecución de este. Los prediseños de redes se realizan por cada interferencia encontrada de cada tipología de red, y deben cumplir con los cinco tipos de alternativas de solución propuestos en las fichas de interferencias de la ANI previamente diligenciadas.

Las alternativas de solución son:

- (i) Traslado definitivo de la red.
- (ii) Protección de la red durante la construcción.
- (iii) Protección definitiva de la red.
- (iv) Reposición de la red.
- (v) Implementación de mecanismos preventivos para la red.

De acuerdo al análisis de la interferencia se toma la decisión de cuál de estas alternativas es más conveniente para cada situación teniendo en cuenta costos, tiempo y el nivel de afectación que puede sufrir la red durante la construcción, operación y mantenimiento del proyecto férreo.

Teniendo en cuenta que en los prediseños de alcantarillado se debe prestar mucha atención a las cotas de llegada y salida, y también a las pendientes que manejan los sistemas de

alcantarillado, para no afectar el funcionamiento del sistema, se elaboraron tablas detalladas de las características de la información de las redes de alcantarillado con el fin usar estas tablas como guía para generar los planos en perfil de los diseños de soluciones que se plantearán para la liberación de las interferencias de redes. Estas tablas también se realizaron por cada interferencia de alcantarillado registrada en el proyecto.

A continuación, se presenta la metodología usada para la generación de dos planos de prediseños realizados en la práctica empresarial para la consultoría de interferencias de redes en el proyecto Regiotram de Occidente.

10.1. Interferencia 3 – Unidad de Ejecución 5

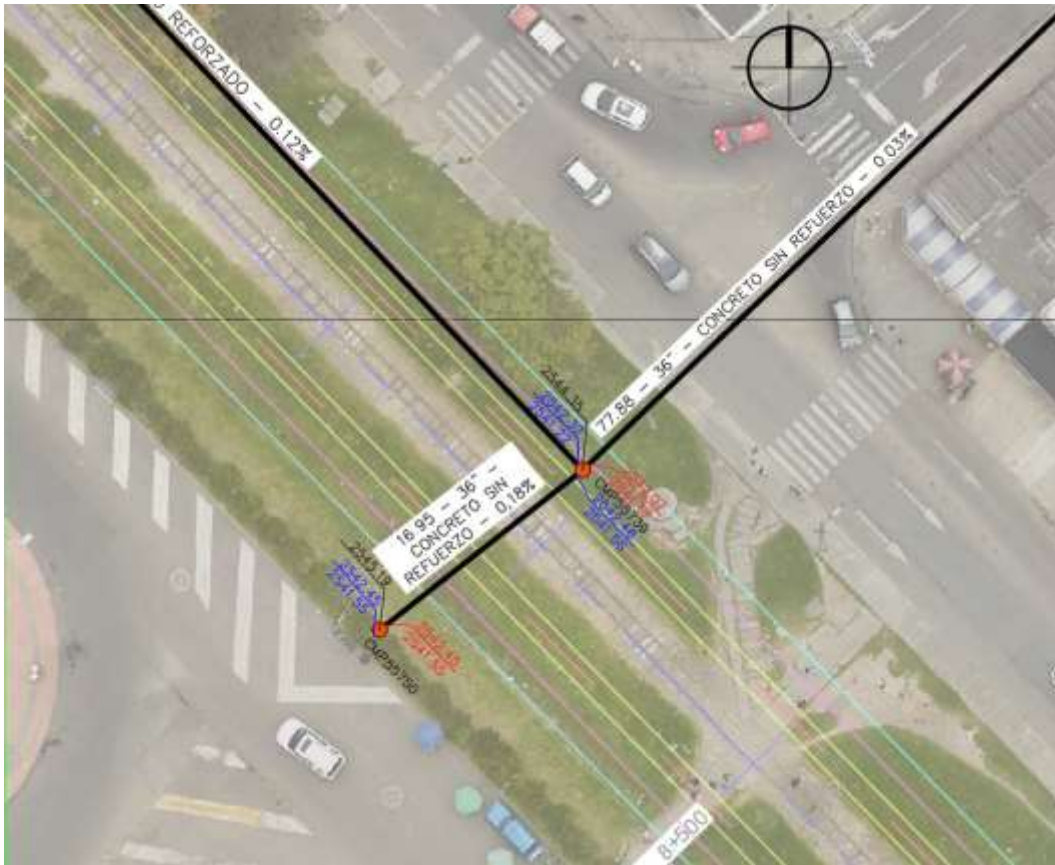


Ilustración 8. Interferencia 03-UE5

Fuente: Propia

Descripción: Bosquejo en planta de la interferencia 03 de alcantarillado pluvia en la UE5.

La interferencia 03 de la Unidad de Ejecución 5 consta de una red de alcantarillado sanitario de 36” de diámetro que cruza a 90° la vía férrea proyectada a la altura de la Avenida calle 22 con carrera 82 en la localidad de Fontibón, en la ciudad de Bogotá. A primera vista se identifica un pozo de inspección ubicado sobre el diseño geométrico del corredor, lo que representa la necesidad de trasladar dicho pozo a un costado del diseño geométrico para liberar esta interferencia.

Los prediseños de redes de alcantarillado se presentan como planos en AUTOCAD 2D y se componen de una serie elementos según el CTV solicitado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y debe tenerse claro la urbanización del proyecto, la información diligenciada en la ficha única del banco de proyectos de la EAAB, y las especificaciones técnicas de la EAAB (EAAB, PRESENTACIÓN DE DISEÑOS DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO, 2020).

La primera parte del plano muestra la red existente con sus respectivas características y con las convenciones correspondientes para cada caso.

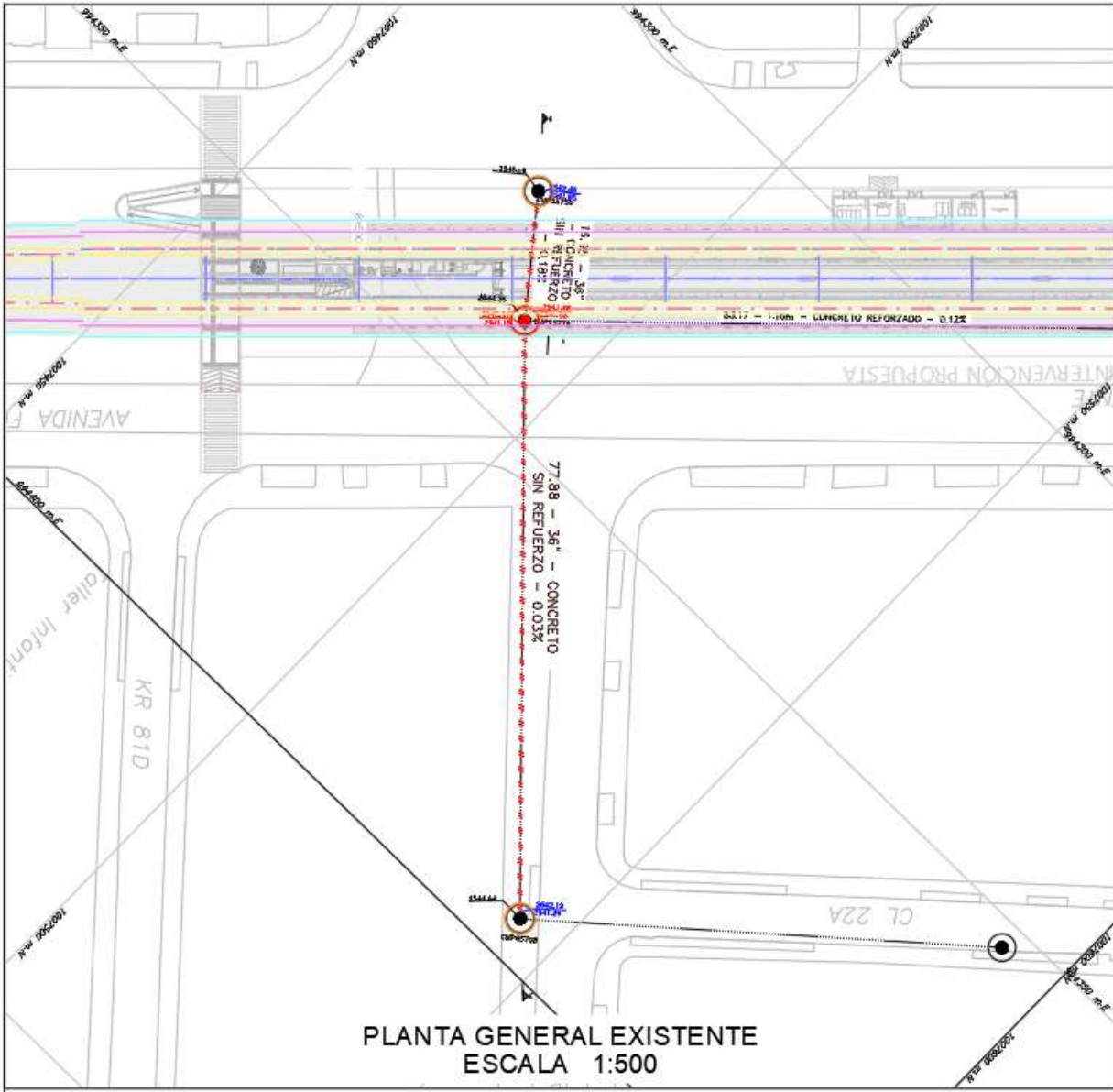


Ilustración 9.Planta general existente

Fuente: Propia

Descripción: Plano en planta existente de prediseño de la interferencia 03 de alcantarillado pluvia en la UE5.



Ilustración 10. Convenciones Prediseños

Fuente: propia

Descripción: Tabla de convenciones utilizadas en el dibujo de planos de prediseños.

La red sanitaria está compuesta por dos tramos de tubería de concreto sin refuerzo que conectan 3 pozos de inspección, estos pozos como se observa en el plano de planta general existente no fueron encontrados en el recorrido de verificación de campo, por tal motivo la información utilizada fue la suministrada por el operador de red. Teniendo en cuenta la posición del pozo CMP 55739 se llegó a la conclusión que la red existente debe ser desmantelada para el posterior traslado del pozo.

Posteriormente, se realizó el análisis de la sección transversal en el K8+520 en donde se ubica la red, y para ello se tuvo en cuenta la información de cotas de llegada y salida de la tubería, donde se encontró que la tubería interfiere con la estructura de cimentación de la vía férrea, lo

que traduce la necesidad de profundizar la tubería manteniendo las pendientes y cotas batea de llegada mínima, y respetando el caudal de diseño (EAAB, 2020) para mantener el correcto funcionamiento del sistema ya que las redes de alcantarillado transportan los fluidos por medio de la gravedad.

De esa forma se trasladó el pozo CMP 55739 a 6.5 metros del eje geométrico del corredor férreo al eje del pozo de inspección y se planteó una profundización de la tubería a 0,98 metros en comparación a la cota de batea de llegada de la red existente, liberando así la interferencia y manteniendo la pendiente y diámetro que poseía en un principio el sistema de alcantarillado en esa zona.

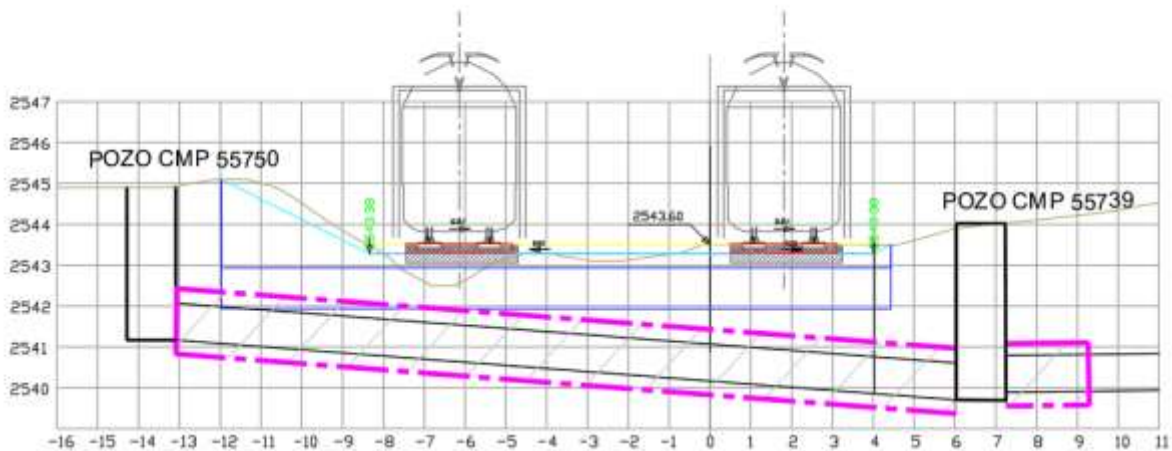


Ilustración 11. Sección transversal

Fuente: Propia

Descripción: perfil de la red de la interferencia 03 de alcantarillado lluvia en la UE5.

Una vez realizada la verificación de la sección transversal correspondiente y teniendo la certeza del cumplimiento de las condiciones de la red, se elaboró el plano de planta general proyectado a una escala de 1:500, donde como su nombre indica se muestra la red proyectada, visibilizando la nueva ubicación del pozo y la posición de la red. Así mismo, se presentan las nuevas cotas clave y batea de entrada y salida en el tramo de red modificado.

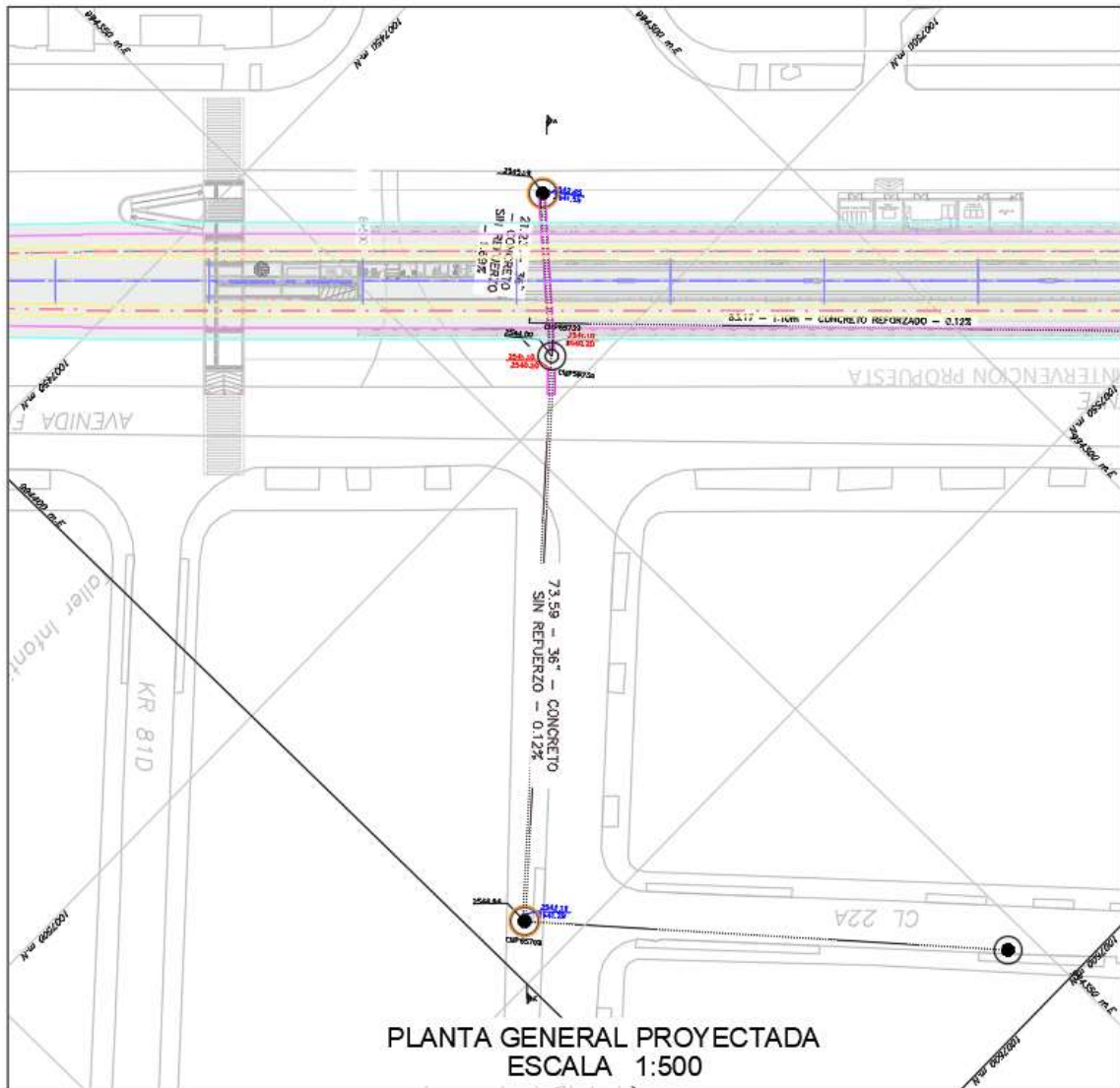


Ilustración 12. Planta General Proyectada

Fuente: Propia

Descripción: plano en planta proyectado de prediseño de la solución planteada para la interferencia 03 de alcantarillado lluvia en la UE5.

No obstante, se proponen mecanismos de prevención y protección de la red durante la construcción, ya que el tramo de red de alcantarillado sanitario se proyecta próxima a la estructura de cimentación, por ende, puede sufrir daños y afectaciones en la ejecución del proyecto (EAAB, NS-090 PROTECCIÓN EN REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO, 2019).

Por otra parte, el plano de prediseño muestra un plano en perfil de la red donde especifican las nuevas condiciones de la red después del traslado y las modificaciones del tramo, donde se muestra la localización respecto al abscisado del proyecto, las nuevas cotas rasantes de los pozos, las cotas de batea de la tubería y el material de esta.

Así mismo, se elaboró una tabla de tramos de alcantarillado y un cuadro de pozos de alcantarillado, que contienen las coordenadas planas de los componentes del sistema sanitario, pendientes y cotas de cada uno de los tramos que totalizan la interferencia.

Y para finalizar, se hizo una pequeña tabla de cantidades de obra en donde se describe la cantidad de tubería a reponer y número de pozos que serán intervenidos en el plan de traslado de la red para la liberación de la interferencia.

| CUADRO DE TRAMOS DE ALCANTARILLADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------|------------|---------|---------|---------|---------------|------|----------|----------|------------------|------|------------------|---|--------|-----------------------|--------|----------------------|-------|-----|
| INFORMACIÓN TRAMO | | | | | | | | | | TIPO CIMENTACIÓN | | | | | | | | | |
| POZO | LONG. | COTA BATEA | | PEND. | SECCION | RECURRIMIENTO | | DIAMETRO | Nº CAJAS | BORDOLVERT | | TIPO DE MATERIAL | W | RIGIDA | SEMIRIGIDA / FLEXIBLE | | | | |
| INICIAL | FINAL | TRAMO | SAIDA | LLEGADA | % | TRAMO | SUP. | INF. | (mm) | BOX | BASE | ALTO | | MODELO | Fcr | MODELO | (KN/m ²) | K | |
| OMP55790 | OMP55739 | 21.23 | 2541.55 | 2539.69 | 0.18 | TUBO | 1.72 | 3.04 | 914.4 | 0 | 0 | 0 | C | 1814.9 | - | - | MC-4 | 16000 | 0.1 |
| OMP55708 | OMP55739 | 73.59 | 2541.29 | 2538.87 | 0.15 | TUBO | 1.72 | 3.04 | 914.4 | 0 | 0 | 0 | C | 1814.9 | - | - | MC-4 | 16000 | 0.1 |
| LONGITUD TUBERIA #914.4mm = 94.82 mts | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ilustración 13. Cuadro de tramos de alcantarillado

Fuente: Propia

Descripción: Tabla de tramos de alcantarillado que presenta la información de las redes de la interferencia 03 de alcantarillado pluvia en la UE5.

| CUADRO DE POZOS DE ALCANTARILLADO | | | | |
|-----------------------------------|--------------|------------|-------------|---------------|
| POZO | COTA RASANTE | ESTE | NORTE | OBSERVACIONES |
| CMP55739 | 2544.00 | 994339.212 | 1007495.283 | PROYECTADO |
| CMP55750 | 2545.19 | 994324.841 | 1007479.663 | EXISTENTE |
| CMP55706 | 2544.64 | 994394.409 | 1007544.031 | EXISTENTE |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| TOTAL DE POZOS = 3 | | | | |

Ilustración 14. Cuadro de pozos de alcantarillado

Fuente: Propia

Descripción: Tabla de pozos de alcantarillado que presenta la información de los pozos pertenecientes a la interferencia 03 de alcantarillado pluvia en la UE5.

El plano de prediseño de solución para la interferencia 03 de la Unidad de ejecución 5 - RGT_AE_1_T5_DRW_UIMC_0005_A_210316_EAB03Plant se presenta en su totalidad en el

Anexo 2.

Los prediseños de esta y las demás interferencias de la totalidad del proyecto férreo deben ser revisadas y aprobadas por la interventoría y el concesionario férreo CFRO, para realizar las respectivas modificaciones y posteriormente dar inicio a la elaboración de los diseños definitivos para la liberación de interferencias de redes demarcados en el alcance del contrato de consultoría en ejecución.

10.2. Interferencia 7 – Unidad de Ejecución 6

Con el fin de dar otro ejemplo de la labor realizada en la fase de análisis de soluciones y elaboración de prediseños de soluciones de interferencias de redes de alcantarillado, se presenta la interferencia 7 de la Unidad de ejecución 6.

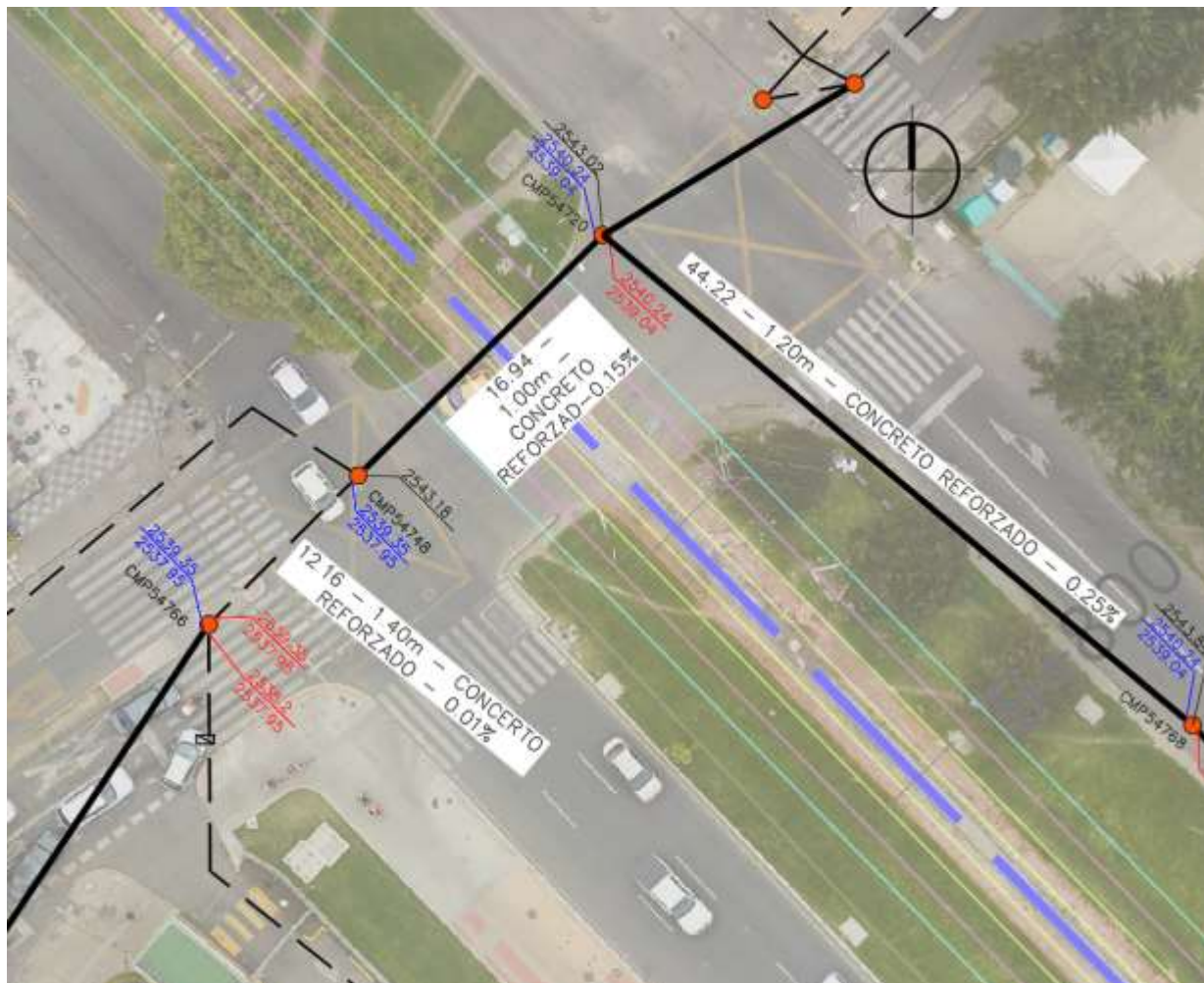


Ilustración 15. Interferencia 7 UE6

Fuente: propia

Descripción: Bosquejo en planta de la interferencia 07 de alcantarillado lluvia en la UE6.

La interferencia 7 de alcantarillado de la unidad de ejecución 6 se trata de una red troncal de alcantarillado sanitario que cruza a 90° respecto a la vía férrea en el PK9+786 a la altura de la Carrera 96c con Av. Calle 22, diagonal a la subestación eléctrica de Fontibón. Como se observa en la ilustración, la tubería tiene una longitud de 16.94 metros y posee un 1.0 metro de diámetro. Los pozos que componen la red son cilíndricos en mampostería de 1.2 metros de diámetro (EAAB, POZOS DE INSPECCIÓN, 2006) y se encuentran a los costados, fuera del diseño geométrico del corredor, es decir, no interfieren con la estructura de la vía ni con su cimentación, por esa razón, no se planteó traslado de estos.

Lo siguiente que se tuvo en cuenta en el análisis de alternativa de solución de esta interferencia fue la profundidad de la tubería, para poder descartar la necesidad de profundizar la red. Para ello, se graficó la tubería en la sección transversal en ese punto del abscisado teniendo en cuenta cotas rasantes de los pozos de inspección, cotas de batea de entrada y salida de la tubería y cota rasante del eje del corredor férreo.

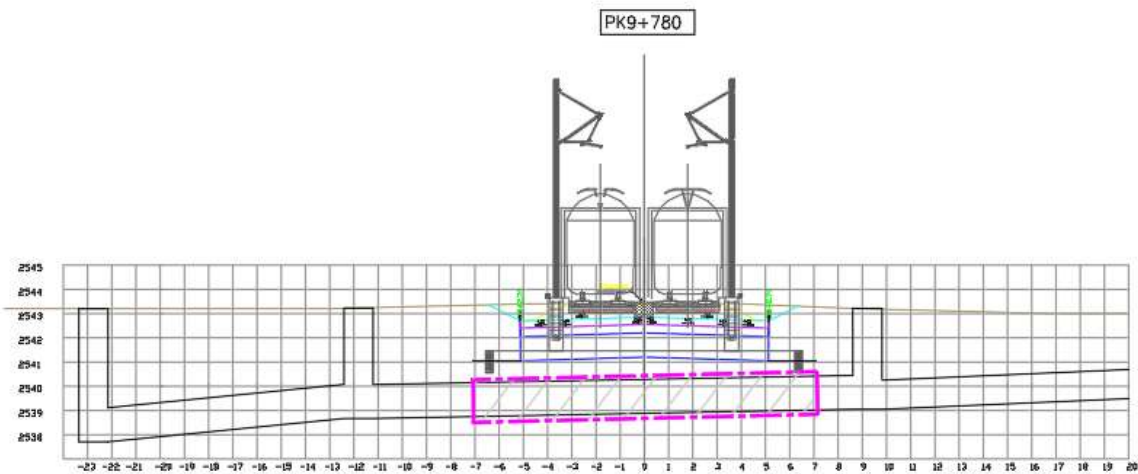


Ilustración 16. Sección transversal PK9+780

Fuente: Propia

Descripción: perfil de la red de la interferencia 07 de alcantarillado lluvia en la UE6.

De esta forma se observa que la tubería de la red sanitaria no interfiere con la estructura de cimentación del ferrocarril, y cumple con la distancia mínima de 1 metro respecto a la vía (EAAB, 2020), por tal motivo se propone una protección parcial de la tubería durante la construcción del proyecto según la norma técnica de servicio NS-090.

Una vez determinada la solución que se va a proponer para la liberación de la interferencia se procede a trazar la planta general existente y la planta general proyectada.

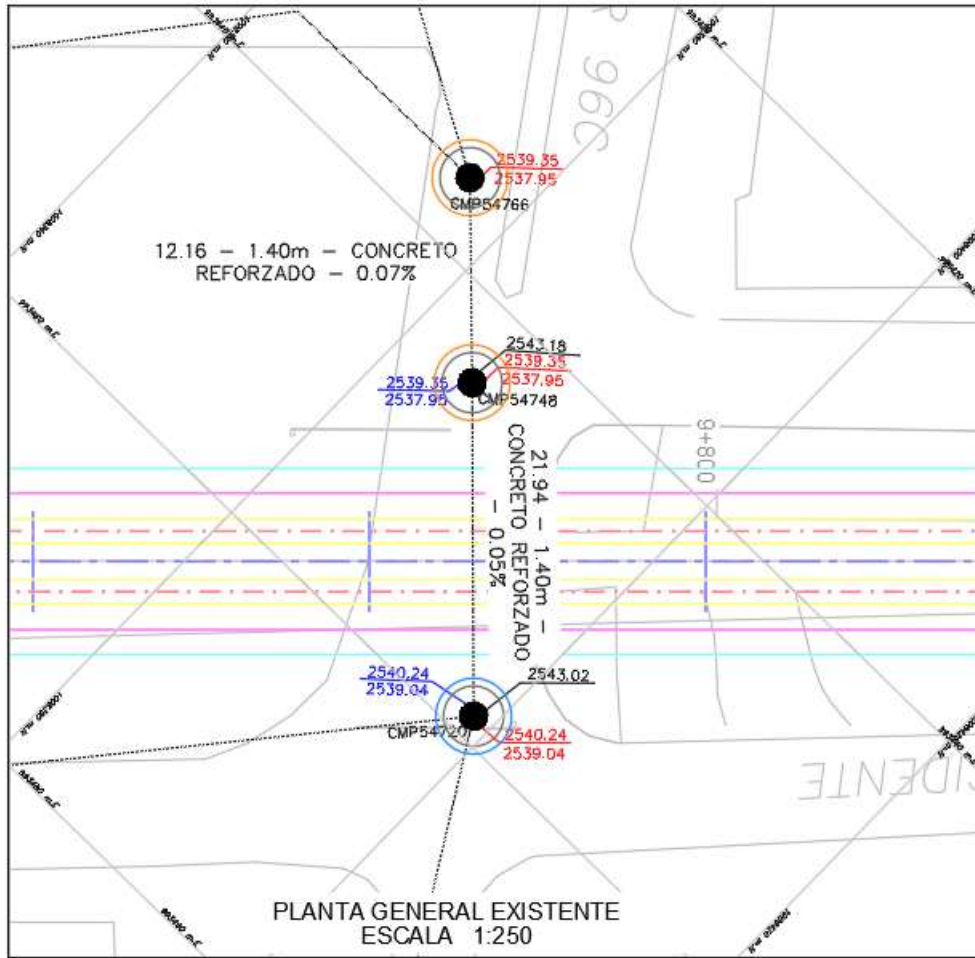


Ilustración 17. Planta general existente interferencia 7 UE6

Fuente: Propia

Descripción: Plano en planta existente de prediseño de la interferencia 07 de alcantarillado pluvia en la UE6.

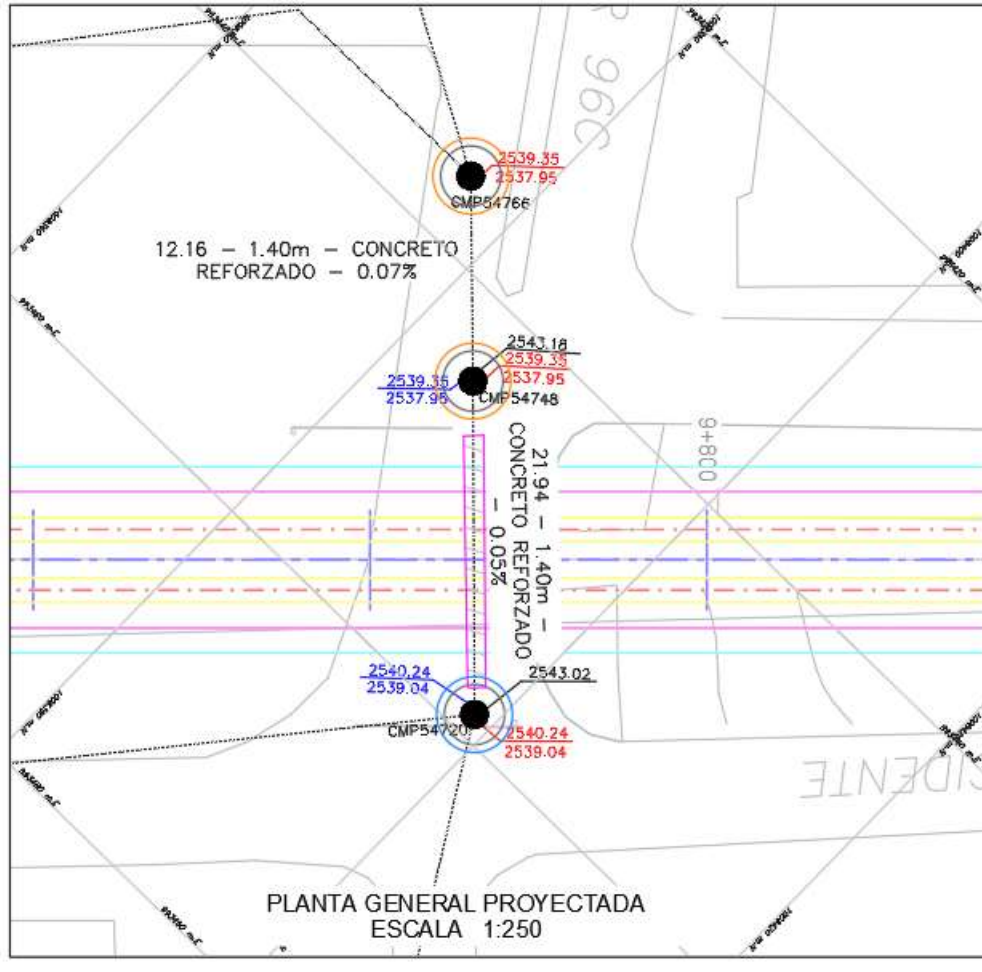


Ilustración 18. Planta general proyectada interferencia 7 UE6

Fuente: Propia

Descripción: Plano en planta proyectada de prediseño de la interferencia 07 de alcantarillado pluvial en la UE6.

La protección parcial de la red se plantea a 2 metros de los límites de la estructura de cimentación a cada costado del diseño geométrico como se aprecia en la planta general proyectada.

Finalmente, se diligenció el cuadro de pozos de inspección y el cuadro de tramos de alcantarillado conforme a las características de la red sanitaria en cuestión.

| CUADRO DE TRAMOS DE ALCANTARILLADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|----------|-------------|------------|---------|---------|---------------|---------------|------|--------------|---------------|------------------|------|------------------|------------|--------|-----|-----------------------|------------------------|
| INFORMACIÓN TRAMO | | | | | | | | | | | TIPO CIMENTACIÓN | | | | | | | |
| POZO | | LONG. TRAMO | COTA BATEA | | PEND. % | SECCION TRAMO | RECURRIMIENTO | | DIAMETRO (m) | No. CAJAS BOX | BOX/CULVERT | | TIPO DE MATERIAL | WT (kg/ml) | RIGIDA | | SEMIRIGIDA / FLEXIBLE | |
| INICIAL | FINAL | | SALIDA | LLEGADA | | | SUP. | INF. | | | BASE | ALTO | | | MODELO | FCr | MODELO | E (KN/m ²) |
| CMP54720 | CMP54748 | 21.94 | 2539.04 | 2538.82 | 0.05 | TUBO | 1.72 | 3.04 | 1.4 | 0 | | | C | | | | | |
| CMP54748 | CMP54766 | 12.16 | 2538.82 | 2537.95 | 0.07 | TUBO | 1.72 | 3.04 | 1.4 | 0 | | | C | | | | | |
| LONGITUD TUBERÍA ø1.4m = 34.1 mts | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ilustración 19. Cuadro tramos de alcantarillado interferencia 7 UE6

Fuente: Propia

Descripción: Tabla de tramos de alcantarillado que presenta la información de las redes de la interferencia 03 de alcantarillado pluvia en la UE5.

| CUADRO DE POZOS DE ALCANTARILLADO | | | | |
|-----------------------------------|--------------|-------------|--------------|---------------|
| POZO | COTA RASANTE | ESTE | NORTE | OBSERVACIONES |
| CMP54720 | 2543.38 | 993458.6133 | 1008398.7576 | EXISTENTE |
| CMP54748 | 2543.46 | 993444.5011 | 1008384.8882 | EXISTENTE |
| CMP54766 | 2543.49 | 993435.8737 | 1008376.3125 | EXISTENTE |
| TOTAL DE POZOS = 3 | | | | |

Ilustración 20. Cuadro de pozos de inspección interferencia 7 UE6

Fuente: Propia

Descripción: Tabla de pozos de alcantarillado que presenta la información de los pozos pertenecientes a la interferencia 03 de alcantarillado pluvia en la UE5.

Como se mencionó anteriormente, el prediseño de esta y las demás interferencias de la totalidad del proyecto férreo deben ser revisadas y aprobadas por la interventoría y el concesionario férreo CFRO, para realizar las respectivas modificaciones y posteriormente dar

inicio a la elaboración de los diseños definitivos para la liberación de interferencias de redes demarcados en el alcance del contrato de consultoría en ejecución.

11. APORTE AL CONOCIMIENTO

Durante el periodo de práctica empresarial se aplicaron numerosos conceptos técnicos aprendidos durante la carrera profesional, en asignaturas como hidrología, hidráulica de canales, acueducto y alcantarillado. Dichos conceptos fueron de gran ayuda en los procesos de toma de datos en campo, ya que era necesario tener conocimiento de los elementos que componen un pozo de inspección, así como de la manera en la cual funciona una red de alcantarillado en términos de ingeniería, para así tener los criterios suficientes al momento del análisis de las alternativas de solución que se tuvieron que plantear en la búsqueda de la liberación de interferencias de redes, para la correcta ejecución del proyecto férreo Regiotram de Occidente.

De igual forma, fue fundamental la formación ética recibida por parte de la Universidad Pontificia Bolivariana, ya que en el proceso de la práctica empresarial se asumió el reto de manejar personal a cargo, asumir un rol de liderazgo y solucionar situaciones que se generan en el campo laboral.

Por otra parte, el conocimiento adquirido durante el periodo académico se complementó con el conocimiento y la experiencia obtenida durante el periodo de la práctica empresarial y el cumplimiento a cabalidad con los objetivos marcados por la empresa en el marco de la práctica. Uno de los principales aportes que se hizo a la empresa en el proceso del estudio de interferencias de redes, fue la creación de tablas de cálculo para facilitar la generación de planos de prediseños de soluciones para las redes de alcantarillado que generaba interferencias con el proyecto. Dichas tablas contienen la descripción de cada red en estudio, presentando el código de pozo de inicio, código de pozo final, longitud de tubería, tipo de tubería, pendiente, material de la red, cotas rasantes, cota batea de inicio y fin, cota clave de inicio fin y observaciones en donde

se mencionan si el pozo de inspección fue aperturado para la verificación de la red o no. Estas tablas son un ejemplo de la importancia de la planeación y organización en el trabajo, así como de la estandarización de las herramientas de toma de datos, que facilitan la documentación y la trazabilidad de la información.

Estas hojas de cálculo son un soporte importante ya que estandarizan procesos y reducen en un 60% el tiempo de generación de planos y facilitan el trabajo de los dibujantes al momento de realizar actualizaciones de bases de datos de la red, haciendo el trabajo más eficiente, teniendo en cuenta el gran volumen de información que se maneja por tratarse de un proyecto de 14km en su tramo urbano.

Como se observa en la *Ilustración 21* las hojas de calculo mencionadas anteriormente presentan la información detallada de cada interferencia con el fin de agilizar el trabajo. En este caso, la tabla describe la interferencia 01 de la Unidad de ejecución 1, una de las interferencias más extensas que se tienen en el proyecto férreo.

| ALCANTARILLADO SANITARIO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------|------------------------|--------------|---------------------------|------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------|--------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|------------------------|------------------------|---|
| TRAMO No. | SUBTRAMO No. | UBICACIÓN | POZO INICIAL | COTA TERRENO POZO INICIAL | POZO FINAL | COTA TERRENO POZO FINAL | MATERIAL (C / P / F / G) | LONGITUD HORIZONTAL (m) | DIAMETRO (mm) | PENDIENTE | COTA CLAVE INICIO (m) | COTA BATEA INICIO (m) | COTA CLAVE FIN (m) | COTA BATEA FIN (m) | ID. TUBERIA (N/NR/S/A) | ESTADO TUBERIA (S/N/O) | OBSERVACIONES |
| - | 1 | COSTADO SUR | CMP110130 | 2588.41 | CMCH182028 | 2588.51 | P | 8.05 | 300 | 5.99062112 | 2585.15 | 2584.85 | 2584.4 | 2584.4 | R | | Datos obtenidos en inspección |
| - | 2 | COSTADO SUR | CMP110114 | 2586.3 | CMCH182028 | 2586.51 | P | 8.65 | 160 | 0 | 2584.4 | 2584.1 | 2584.4 | 2584.1 | R | | Datos obtenidos en inspección |
| 1 | - | COSTADO SUR | CMCH182084 | 258807 | CMCH145442 | 2547.95 | P | 117.75 | 1400 | -0.52659028 | | 2582.07 | 2584.4 | 2582.69 | R | | Datos obtenidos en inspección |
| 2 | - | COSTADO NOR OCCIDENTAL | CMCH182028 | 2588.51 | CMP108890 | 2588.64 | L | 148.97 | 1500 | 1.282187343 | 2584.22 | 2583.72 | 2583.31 | 2581.81 | R | | Datos obtenidos en inspección No se encontro en campo, los datos presentados son obtenidos de base de datos proporcionado por el operador. |
| - | 3 | COSTADO NOR OCCIDENTAL | CMH68890 | | CMP108890 | 2586.64 | G | 52.87 | | 2.610179803 | 2586.97 | 2584.72 | 2585.59 | 2585.54 | R | | No se encontro en campo, los datos presentados son obtenidos de base de datos proporcionado por el operador. |
| 3 | - | COSTADO NOR OCCIDENTAL | CMP108890 | 2586.64 | CMP109016 | 2586.74 | L | 112.99 | 1500 | 0.6106793511 | 2583.3 | 2581.8 | 2582.61 | 2581.11 | R | | No se encontro en campo, los datos presentados son obtenidos de base de datos proporcionado por el operador. |
| - | 4 | COSTADO NOR OCCIDENTAL | CMP110220 | | CMP109016 | 2586.74 | G | 57.27 | | 2.799783831 | 2586.17 | 2585.77 | 2584.57 | 2584.17 | R | | No se encontro en campo, los datos presentados son obtenidos de base de datos proporcionado por el operador. |
| 4 | - | COSTADO NOR OCCIDENTAL | CMP109016 | 2586.74 | CMP112539 | 2586.37 | L | 69.21 | 1500 | 0.910273082 | 2582.61 | 2581.11 | 2581.98 | 2580.48 | R | | Datos obtenidos en inspección |
| 5 | - | COSTADO NOR OCCIDENTAL | CMP112539 | 2586.37 | CMP110247 | 2586.10 | L | 62.08 | 1500 | 0.740979381 | 2581.98 | 2580.5 | 2581.52 | 2580.04 | R | | Datos obtenidos en inspección |
| 6 | - | COSTADO NOR OCCIDENTAL | CMP110247 | 2586.10 | CMP110235 | 2585.78 | L | 17.11 | 1500 | 0.999571011 | 2581.52 | 2580.02 | 2581.35 | 2579.85 | R | | Datos obtenidos en inspección |

Ilustración 21. Hoja de cálculo de cotas

Fuente: Propia
Descripción: Hoja de calculo de información de la red para generación de planos en perfil.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para el estudio de interferencias de redes es de suma importancia contar con información completa y actualizada de las redes presentes en el proyecto, por tal motivo es necesario realizar una buena gestión de comunicaciones con el fin de recopilar una mayor cantidad de información de operadores de red y de realizar una correcta documentación de los datos con los que se cuenta, y así, consolidar un mejor inventario de interferencias.

En los recorridos de verificación en campo para la toma de datos y verificación visual del estado de las redes de alcantarillado se presentan numerosos inconvenientes ya que algunos pozos de inspección no se encuentran en campo o están sellados y no es posible realizar su inspección, por esa razón, se recomienda indagar e implementar nuevos métodos de verificación de las tuberías, como inspección con cámaras de video para obtener datos más exactos de la red.

El análisis de liberación de interferencias de redes para proyectos de infraestructuras es un proceso en el que cada fase está ligada fuertemente a la anterior, por eso, la calidad de los diseños finales depende de la buena ejecución de las tareas de estudio y análisis de información suministrada por el operador de red y la recopilada en recorridos de campo, y la posterior etapa identificación de interferencias de redes.

Uno de las principales funciones a lo largo de la práctica empresarial fue la realización de planos de prediseños de soluciones de interferencias de redes de alcantarillado para el proyecto

férreo Regiotram de Occidente. Por esa razón, Se recomienda tener conocimiento y un nivel intermedio del software AutoCAD para lograr un correcto desempeño en los procesos de digitalización de la información y elaboración de planos y prediseños de soluciones de interferencias de redes.

La elaboración de diseños y prediseños deben cumplir a cabalidad con las normas y especificaciones técnicas de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB – ESP, y una vez entregados se deben hacer reuniones de verificación de la información con el operador de red y la interventoría, para la posterior aprobación de los mismos y así poder dar inicio a la ejecución de las obras necesarias para la liberación de interferencias de alcantarillado.

13. REFERENCIAS

Bibliografía

- Básico, D. d. (2000). *RAS*. Bogotá D.C.
- CDMB. (2000). *Normas técnicas para el diseño de alcantarillado*. Bucaramanga.
- Colmenares Delgado, J. V. (2012). *Soporte a las actividades de actualización de redes de alcantarillado para la empresa EMPAS S.A. E.S.P.* Bucaramanga.
- EAAB. (2004). ASPECTOS TÉCNICOS PARA CRUCES Y DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS EN CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO. Bogotá D.C.
- EAAB. (2006). POZOS DE INSPECCIÓN. Bogotá D.C.
- EAAB. (2019). NS-090 PROTECCIÓN EN REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO. Bogotá D.C.
- EAAB. (2020). NS-085 CRITERIOS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO. Bogotá D.C.
- EAAB. (2020). PRESENTACIÓN DE DISEÑOS DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO. Bogotá D.C.
- Engineers, A. S. (2002). *Standard Guideline for the Collection and Depiction of Existing Subsurface Utility Data*. Reston.
- Hidrotec. (2016). *Hidrotec*. Obtenido de <https://www.hidrotec.com/blog/tipos-sistemas-alcantarillado/>

- Jaimés Rodríguez, D. F. (2017). *Apoyo en la actualización del catastro de redes e infraestructura de alcantarillado para la empresa EMPAS S.A E.S.P.* Bucaramanga.
- Pimiento Higuera, G. A. (2014). *Apoyo a la gestión al área de división técnica en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado y Aseo de San Gil E.I.C.E- E.S.P.* Bucaramanga.
- Quisipe, J. R. (2018). *CONSTRUCCIÓN DE TREN ELÉCTRICO.* Arequipa.
- Rama Legislativa. (2002). *Ley 769 de 2002 Código Nacional de Tránsito Terrestre.* Bogotá DC.
- Secretaria de Movilidad. (2021). *Movilidad de Bogotá.* Obtenido de <https://www.movilidadbogota.gov.co/web/pmt>
- Villabona Solano, H. D. (2011). *Ingeniería en la coordinación de expansión de infraestructura de la Empresa Pública de Alcantarillado de Santander, ejecutando actividades como la actualización de normas técnicas, evaluación de diseños básicos y reposición de redes nuevas de alcantarilla.* Bucaramanga.