

Pasantía en la empresa I.H.T.S.A.S. Evaluación, diseño y rediseño del sistema de alcantarillado y acueducto para el proyecto Av. El Rincón.

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniera Civil

Brayan Daniel Montaña Chaparro

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Civil

Bogotá D.C.

2020

Pasantía en la empresa I.H.T.S.A.S. Evaluación, diseño y rediseño del sistema de alcantarillado y acueducto para el proyecto Av. El Rincón.

Brayan Daniel Montaña Chaparro

Código: 10481614539

Director:

Juan Pablo Rodríguez

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Civil

Bogotá D.C.

2020

Nota de Aceptación

Firma director

Firma jurado

Firma jurado

Bogotá D.C.

RESUMEN

Durante este documento se observará el desarrollo de la pasantía en la empresa I.H.T. dándonos a conocer los avances que se ejecutaron en esta empresa, teniendo como objetivo la descripción de cada actividad de manera clara para un buen entendimiento de la misma.

Para lo anterior el estudiante realizó una descripción de cada actividad realizada en la pasantía, recopilando las diferentes actividades que se ejecutaron dentro de la misma, permitiendo agrupar cada una de estas de uno o varios días para la explicación que se presentara en el documento. Apoyo en la elaboración de planos, verificación de redes húmedas, apoyo en las actas de respuesta, entre otros fueron las principales herramientas para lograr el progreso de la pasantía.

Dentro de este documento se incluyen explicaciones de qué manera el estudiante realizó el apoyo en las actividades, como el diseño de sumideros o la evaluación de las interferencias que se presentaban en cada red. Es de recalcar el desempeño del estudiante al efectuar aportes a la empresa, dentro de los cuales se incluyen la elaboración de tablas para la consolidación de datos tomados a partir de la información recibida, con objeto de lograr identificar que tramos se han de rediseñar y cuales se deben de mantener según las condiciones en que se hayan encontrado estos, consecuente a esto se realizó el diseño y rediseño de los planos en que se verá necesario intervenir dichas redes de alcantarillado y acueducto. con base en lo anterior se encontrará dentro del documento el desglose de los aportes realizados en la empresa, con una mayor descripción.

El estudiante recibió el apoyo de cada uno de los integrantes que componían la empresa, aportándole las herramientas necesarias para poder ejecutar su labor de la mejor manera posible, entre estos esta la disposición de un computador con los programas que se manejan dentro de la

empresa, una base de datos de la información que se analizara y demás implementos para un mejor desempeño dentro de esta.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. OBJETIVOS.....	8
2.1. Objetivo General.....	8
2.2. Objetivos específicos de la pasantía.....	8
3. MARCO CONCEPTUAL.....	9
4. ESTADO DEL ARTE.....	13
5. METODOLOGÍA.....	16
6. RESULTADOS.....	18
6.1 Sistema de alcantarillado pluvial.....	20
6.2 Sistema de alcantarillado sanitario.....	22
6.3 Acueducto.....	22
6.4 Revisión interventoría y entrega informe final.....	23
7. CONCLUSIONES.....	24
8. RECOMENDACIONES.....	26
REFERENCIAS.....	27

1. INTRODUCCIÓN

La pasantía es una actividad académica, la cual, tiene por objeto que el estudiante universitario ponga en práctica lo que ha aprendido durante el transcurso de la carrera, esta debe estar soportada por el plan de estudio el sitio de formación del estudiante. Para este trabajo de grado se presenciara la forma en que se ejecutó la pasantía en la empresa IHT S.A.S. en el presente semestre (2020 – II), demostrando las diferentes dinámicas y estrategias que se utilizaron dentro de la empresa para ejecutar el proyecto, a la par, se demostraran los aportes realizados por el pasante.

Dentro del documento se explicará los diferentes ámbitos que se implementaran para realizar el respectivo, para los estudio por CCTV que se efectuaron para las redes existentes de alcantarillado pluvial y sanitario, dando a conocer el estado en que se encuentran estas, para ello es necesario basarse en las normas y especificaciones técnicas de la EAAB-ESP. partiendo de esto se realiza un estudio de los planos de redes de alcantarillado ya propuesto verificando datos en conjunto con las memorias de cálculo, para así empezar a rediseñar alineamientos que no cumplan con las normas de la EAAB.

Simultaneo a lo anterior se revisan las redes matrices y de acueducto menor que estarán dentro del área de influencia del proyecto, analizando y verificando que estas líneas no se vean afectadas por el trazado de la nueva vía propuesta.

Este documento está distribuido de la siguiente forma...

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Realizar la pasantía en la empresa IHT S.A.S. como apoyo para el proyecto Avenida el Rincón con enfoque en la ingeniería hidráulica y estudio de planos.

2.2. Objetivos específicos de la pasantía

- Llevar acabo el estudio de los resultados y la toma de datos que se realizaron en el sitio identificando las diferentes redes de alcantarillado, acueducto y redes secas que se encuentran dentro del área del proyecto.
- Apoyar en los cálculos respectivos para las redes de alcantarillado a intervenir
- Las aportaciones de propuestas para realizar las mediaciones necesarias a las redes de alcantarillado y acueducto que se verán involucradas dentro del área del proyecto.

3. MARCO CONCEPTUAL

El sistema de alcantarillado se enfoca en resolver el problema de las aguas residuales y pluviales, principalmente en áreas urbanas sin menospreciar el área rural dado que esta tendrá un sistema de desagüe diferente al sector urbano, teniendo este una mayor proyección, a su vez, el sistema será de mayor complejidad conforme crece la población paralelamente se evidencia que el diseño geométrico y la topografía cambian constantemente cuando se presenta este fenómeno de crecimiento. Concretando el problema del alejamiento aguas residuales y pluviales, por medio de conductos o tuberías generalmente subterráneas que se encaran de recolectar este tipo de aguas entregando a plantas de tratamiento residual para lograr la estabilización de estas aguas contaminadas en su defecto por la población que genera desechos en la actividad vital de una población y captaciones pluviales que se realizan a través de sumideros; muy importante que las aguas residuales como pluviales no se deberán mezclar en el proceso de captación, dado que estas tendrá un tratamiento diferente, ya que tendrán condiciones de recolección diferente a su vez características del luido diferentes (Sánchez Segura, 2009).

El sistema de abastecimiento para una población requiere de varios componentes y/o construcciones que dependerán uno del otro para una correcta funcionalidad y realizar la debida entrega a la población indicada en el respectivo proyecto a ejecutarse, esto estará integrado por componentes que captan, tratan, almacenan y distribuyen el agua. La red matriz es la encargada de transportar el agua que será entregada a su respectiva población, contando con un sistema y estructura amplios para una correcta distribución,

siendo la red madre requerirá de un diseño óptimo en cuanto a calidad y lineamiento propuesto, teniendo presente que este requerirá inspección, rehabilitación y de ser necesario un nuevo lineamiento dependiendo de cómo se desarrolle el área urbana o sector que se esté proyectando este alineamiento, pues si este crece en cuanto a su población se necesitaría una nueva red matriz o realizar derivaciones para que este suministre agua a una nueva red matriz; si cambia el diseño geometría de la vía por la cual está la red de abastecimiento esta requerirá de realizar un desvío con el nuevo diseño geométrico proyectado en su área de influencia. La red menor siendo la que entrega el agua a los respectivos predios tendrá circunstancias similares a la red matriz tan solo que esta, en cuanto a estructura no se requerirá que sea tan amplia, dado que este transportará un caudal menor al que se transporta en la red madre (Acosta Álvarez, 2012).

Teniendo en cuenta de que va un sistema de alcantarillado y acueducto se deberán realizar la debida inspección y si es el caso rehabilitar la red la cual es objeto de estudio, para que estos realicen su comprometida función; para esto se analizado y realizado varios métodos y tecnologías para una correcta inspección como lo es el sistema de CCTV (circuito cerrado de televisión) anteriormente usado en guerras, y monitorear los lanzamientos de misiles desde un sitio seguro con el pasar del tiempo se fue utilizando en otras áreas como es el caso de la ingeniería civil, este método consiste en observar imágenes y videos a través de cámaras, siendo proyectadas en monitores para realizar un análisis más detallado de dichas capturas que se realizó a través de este método, con esta tecnología se logra conocer el estado en el que están las tuberías, observando que tienen

estas dentro convirtiéndose en un elemento muy importante para la renovación y rehabilitación de redes húmedas. (Ayala Ávila, 2019).

Para el proyecto en específico se tiene como parámetros principales:

a. Rediseño del sistema de alcantarillado

Para llevar a cabo el estudio de los lineamientos para el sistema de alcantarillado ya propuestos se tendrá en cuenta características de diseño con un caudal mínimo y máximo, la tasa de flujo, entre otros componentes establecidos en los manuales de diseño. Para poder realizar un diseño adecuado de este sistema se deberán cumplir dos sistemas hidráulicos los cuales serán clave para el funcionamiento del sistema; Ser auto limpiante al caudal mínimo y tener una capacidad adecuada para no exceder el caudal máximo establecido para cada tramo de tubería (Chin, 2020).

b. Desviación del sistema de acueducto

Los parámetros para determinar que se necesite una desviación dentro de la red de distribución, se deberán evaluar parámetros de diseño hidráulico, topográficos y funciones estructurales de la red, para poder realizar el desvío se debe garantizar que este logre cumplir con el caudal establecido para red a modificar, a su vez que la superestructura y subestructura cumpla con los requerimientos de la norma vigente (Mushtaq & Ahmed, 2016).

c. Inspección con CCTV

Una de las principales preocupaciones de las administraciones de cada ciudad y pueblo es el estado del sistema de saneamiento básico y su vida útil, para ello se realizan inspecciones para realizar la verificación del estado de estas redes, actualmente el método más usado es por CCTV

Verificando cientos de horas para así poder detectar fallos dentro de la tubería y poder realizar un evaluó que evidencie el rendimiento del sistema (Moradi, Nasiri, Zayed, & Golkhoo, 2020).

4. ESTADO DEL ARTE

En este apartado se realizó una pequeña revisión en los análisis de modelación y monitoreos de alcantarillado pluvial y sanitario, a su vez, se decide incluir la red de abastecimiento de agua potable, considerando métodos innovadores, modelaciones y materiales que se están implementando hoy en día.

Como actualmente el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial cuando se encuentran combinados deben de satisfacer unos requisitos mínimos de escorrentía pluvial, dando paso a que se generen inundaciones en el sector urbano, debido a la insuficiente capacidad de descarga que tendrán durante la época de lluvias intensas. Por ende estos dos sistemas deben de construirse por separado cumpliendo con unos parámetros mínimos para que el funcionamiento de estas dos redes no se vean afectadas entre ellas, principalmente la red de alcantarillado pluvial, uno de los métodos que se utilizan para este tipo de diseños es el método implícito de dirección interna (alternating direction implicit method, ADI) para realizar simulaciones de infiltraciones de aguas pluviales en el suelo, el cual estable una ecuación gobernante, las condiciones iniciales y de contorno, con base en esto se descarta las ecuaciones diferenciales debido a su complejidad para resolverlas, presentándonos el algoritmo de Thomas empleado para resolver el problema y evaluar el mecanismo de flujo.

Los modelos numéricos se han convertido en la solución más utilizada para evaluar el desempeño de las redes de drenaje durante la época de invierno donde nos permite un análisis de riesgo de inundación más preciso, uno de estos modelos se caracteriza por ser simple, eficiente y el tiempo que se necesita para ejecutar es corto para las simulaciones el cual es el modelo de flujo de alcantarillado (sewer flow models (SFMs)) unidimensionales (1D). Para uso exclusivo de un SFM 1D solo puede predecir en términos de superficie del suelo, el volumen de sobrecarga

del sistema de drenaje dentro de este enfoque el cual se asume que realiza una interacción de flujo entre subcuencas.

Uno de los softwares más utilizados para realizar simulaciones a la hora de diseñar alcantarillado pluviales es el modelo de gestión de aguas pluviales (SWMM) el cual proporciona una interfaz gráfica de usuario (GUI) para facilitar el uso de este software, integrando un modelo de alcantarillado pluvial y un modelo de inundación bidimensional, para simular problemas de inundación, ejecutándose en simultaneo donde el modelo de inundación estará esperando la salida del modelo de simulación de alcantarillado pluvial.

Uno de los problemas al que se ve enfrentado el sistema de acueducto y del cual se han realizado pocos trabajos de investigación es el diseño sísmico para grandes redes matrices, si bien hay similitudes estructurales entre un acueducto y un puente de los cuales, algunos hallazgos de investigaciones sísmicas en puentes pueden llegar a ser aplicables en acueductos, a diferencia que este último maneja grandes masas de agua en la parte superior de la estructura, generando dilemas como el comportamiento del agua durante un sismo, por ende , para generar un aislamiento sísmico se ha optado por manejar cojinetes de caucho de plomo el cual tendrá como función la disipación de energía de vibración a través de la deformación por cizallamiento del núcleo de plomo.

Con los constantes problemas a los que se ve enfrentada la red de abastecimiento y alcantarillado en sus tramos de tubería, como desgastes, agrietamientos, deformaciones por cargas externas, entre otros, se ha estado implementado el sistema de renovación de tuberías Danby el cual produce un revestimiento de PVC unido mecánicamente a la estructura de acogida por lechada cementosa. Rejuntado del anillo entre el revestimiento y el, la tubería vieja es una parte importante (e integral) del proceso Danby en todas las aplicaciones. El anillo de la lechada

no solo proporciona propiedades estructurales importantes, sino que también puede producir algún nivel de reparación en la tubería vieja al rellenar grietas y huecos. Pruebas en Utah y California mostraron que el sistema Danby significativamente aumentó la resistencia de las tuberías deterioradas, se consideró que datos más fundamentales sobre las características de los propios materiales Danby (PVC / lechada) serían necesarias para comprender cómo el sistema aporta fuerza adicional a su estructura de host. Por lo tanto, las pruebas se llevaron a cabo en la Universidad Estatal de Carolina del Norte para determinar las propiedades de flexión de vigas hechas de lechada solamente, tira de perfil de PVC solamente, y PVC y lechada juntos.

5. METODOLOGÍA

La pasantía en la empresa IHT S.A.S. se desarrollará realizando actividades de trabajo enfocados en la ingeniería hidráulica, para ello es necesario tener conocimiento en este, pero además en la lectura de planos de alcantarillado pluvial y sanitario y redes de acueducto.

Teniendo en cuenta lo anterior se dará inicio con un estudio de la norma vigente EAB norma NS-.029 con la cual será la que se aplique al proyecto, posteriormente se realizara un estudio de los resultados tomados en campo por el método de CCTV determinando el estado del sistema de alcantarillado dentro del área de influencia con esto presente se realizara una extracción de datos topográficos y colectores existentes, realizando una consolidación de la información que se tiene hasta el momento para un estudio preliminar de los cuales incluyen revisión de planos e informes sobre los datos tomados insitu.

A su vez se realizará un estudio de las redes matrices que se verán influenciadas por este proyecto determinando que tramos de estas se necesitara realizar una intervención con respecto a el diseño geométrico planteado. Teniendo ya varios criterios con respecto a las redes húmedas de este proyecto se procederá a dar apoyo en el cálculo de los parámetros necesarios para el diseño del proyecto de la avenida el Rincón.

Obteniendo los resultados calculados por los profesionales de la empresa apoyados por mi labor se realizarán los respectivos planos de alcantarillado pluvial y sanitario y de aquellas redes matrices que se intervengan, con planos en planta y en perfil para cada sistema con ayuda del programa AutoCAD, además se elaborarán planos de diseños geométricos para cámaras de inspección en redes de acueducto. Terminado estos procesos, se realizará un apoyo en la elaboración de informes necesarios para así posteriormente entregar al cliente y a la interventoría

de los cuales se realizarán los ajustes que estos indiquen a partir de la información que se les haya entregado.

A continuación, se presenta el cronograma establecido para la participación del pasante en el proyecto:

Tabla 1. Cronograma para el tiempo establecido durante la pasantía. Fuente:(Elaboración propia).

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	APOYO EN EL DISEÑO HIDRÁULICO Y GEOMETRICO PARA EL PROYECTO AV. EL RINCÓN															
	MES															
	AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
	SEMANA															
ACTIVIDADES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Estudio normativo vigente EAB Norma NS-029	■															
Estudio resultados CCTV	■	■														
Toma de datos		■	■	■												
Estudio red matriz existente				■	■	■	■									
Cálculos					■	■	■	■								
Elaboración de planos (Planta - perfil)									■	■	■	■				
Elaboración de planos (Geométricos)											■	■	■	■		
Ajustes por revisión de diseños de interventoría														■	■	■
Creación del informe													■	■	■	■

6. RESULTADOS

Con anterioridad a iniciar la pasantía se da conocimiento del estado de confidencialidad sobre los documentos que serán trabajos dentro de la empresa, a su vez, se realiza las respectivas afiliaciones a la seguridad social y parafiscales que están dictados por la norma colombiana, los cuales son:

EPS: Recaudo SGP Capital Salud

ARL: ARL Sura

Pensiones: Protección (ING + protección)

Se entregan los resultados de las inspecciones por CCTV, realizando los respectivos comparativos con los planos de diseño en planta de las redes húmedas, con los informes y las memorias de cálculo para constatar la consistencia de la información obtenida. Se realiza una revisión de las redes de alcantarillado pluvial y sanitario que se inspeccionaron por el método de CCTV, efectuando un barrido a lo largo de todo el proyecto en las zonas que comprende la calle 128B bis y la avenida Boyacá, la intersección de Av. Boyacá, calle 127 y avenida el Rincón.

Consecuente a esto se realiza la revisión de los diseños hidráulicos y de cimentación por parte de la anterior empresa, realizando la misma metodología que para el anterior punto y además ejecutando unas superposiciones de los planos de diferentes sistemas (acueducto alcantarillado, drenaje, redes secas y urbanismo) para lograr identificar las posibles interferencias que se presente dentro del diseño del sistema de alcantarillado pluvial de sanitario, posterior a esto se realiza la elaboración de las memorias de cálculo tomando como referencia las memorias de diseño original. Se realizan reconocimientos en el sector del rincón para tramos que se deben mantener según el diseño realizado por del anterior diseñador, se evidenció que se presentaban

interferencias tanto horizontales como verticales, dentro del diseño del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario, identificando casos donde no se logra cumplir con los parámetros de capacidad hidráulica, de cimentación o por la normativa SISTEC NS-085 de E.A.A.B. vigente para el momento del contrato.

Tomando en cuenta la recopilación de datos que se realizó con anterioridad y su posterior verificación de que esta información sea consistente según las normas que se establecen para este tipo de proyectos, se realiza a continuación el rediseño de los tramos de alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial debido a un cambio de cotas en el diseño geométrico que se le realizó al proyecto en un sector importante, en los demás tramos que no se vean afectados por este cambio solo se les realizó una revisión hidráulica y emitirá un informe de evaluación hidráulica, a su vez, se considera el menor número de tramos a rediseñar, algunos debido a la rasante, el alineamiento de la vía y de algunos cambios en la señalización de los pasos peatonales que obligaron a realizar un cambio en la ubicación de los sumideros.

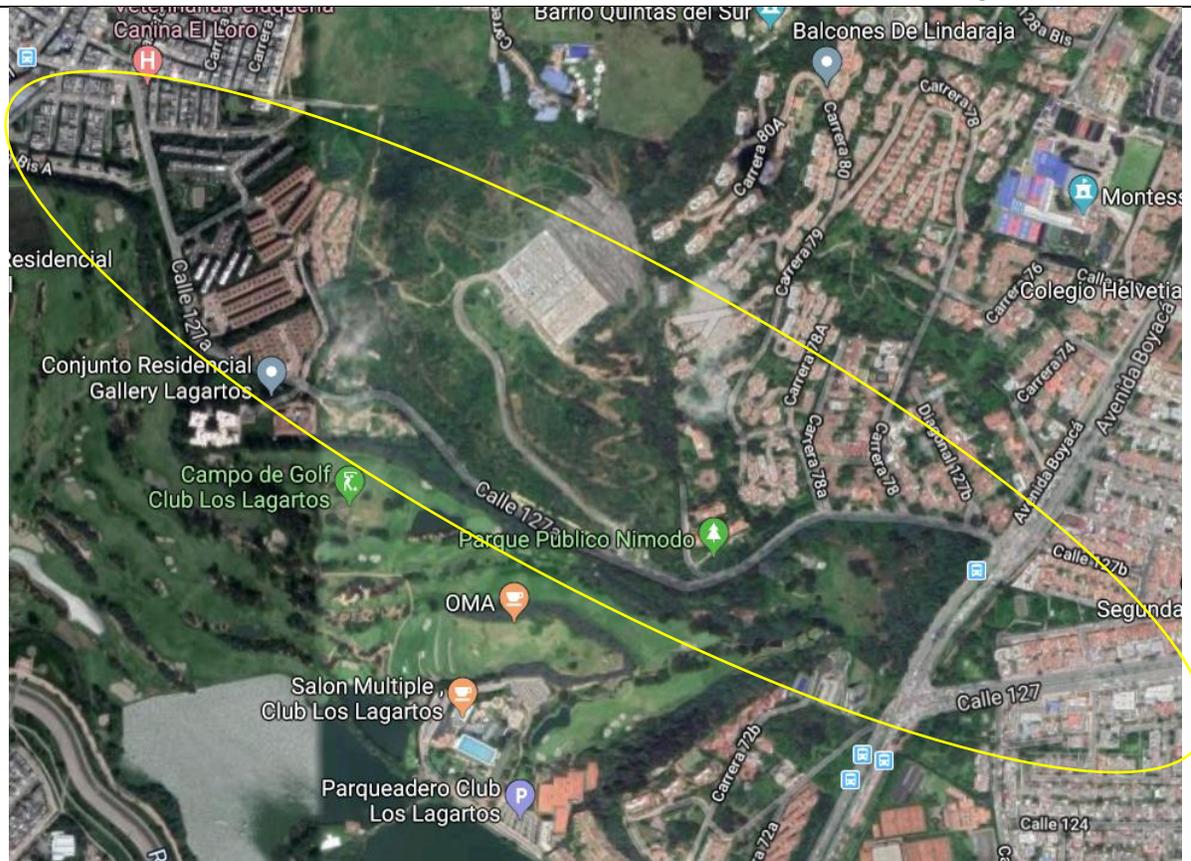


Figura 1. Ubicación del proyecto. Fuente: Tomado de Google maps.

6.1 Sistema de alcantarillado pluvial

Se realizan los respectivos cálculos hidráulicos y de cimentación para los tramos a rediseñar que se vieron afectados por el cambio de rasante y que presentaron interferencias, a su vez, se realizan los respectivos cambios en los planos que sean necesario para cada colector. Para la zona del Rincón se diseñó el colector los lagartos en el cual los caudales habían sido suministrados por poa la EAAB, con base en esto se logran ajustar algunos diámetros y generar unos cambios en el material a concreto reforzado, ya que se encontró que algunos de los tramos fueron diseñados en tubería NOVALOC, el cual presenta una baja rigidez anular que se encuentra muy al límite de las deflexiones máximas permitidas para este tipo de tubería, además de esto la EAAB ya no permite este tipo de material en las tuberías actualmente. Este colector

funciona a flujo libre en todos sus tramos sin exceder en ningún caso la velocidad máxima permitida por la norma NS-085, a su vez se identificó un tramo donde de este se recomienda diseñarlo por el método de Pipe Jacking, dado que para este caso no se va terraplenar, pero el colector se profundiza bastante, por lo cual se recomienda esta tecnología sin zanja con el fin de evitar grandes excavaciones en el momento de la instalación de este colector.

Dentro la propuesta del Pipe Jacking, se evidencia que este tramo tendrá una longitud de 320.75 metros además de encontrarse a una profundidad promedio de 9 metros, con el fin de minimizar las excavaciones en este sector, La construcción del tramo propuesto requiere de 2 pozos de trabajo únicamente ubicados estratégicamente sobre una calzada de la vía, evitando tener interferencias con otras redes de servicios públicos y minimizando los costos al tener un único lanzamiento, para lo que concierne el recorrido de este tramo no se necesitaran de pozos intermedios, dado que se de diseño una manija más superficial que recoge sumideros y afluentes en este sector.

El tramo propuesto tendrá un diámetro de 1.20 metros y aproximadamente 321 metros de longitud, el cual tendrá una curvatura de 00 metros de radio con el fin de realizar un solo lanzamiento.

Realizando los respectivos rediseños para los demás colectores pluviales que comprenderán al proyecto, se pasa a diseñar el drenaje superficial, proyectando los sumideros y cunetas necesarios para lograr un correcto desagüe del diseño geométrico proyectado. Verificando que los sumideros tengan la suficiente capacidad hidráulica, la geometría facilite el mantenimiento y limpieza de sus elementos y materiales sean estandarizados según la norma, teniendo esto presente se realizan las respectivas proyecciones de estos en el plano en planta de alcantarillado pluvial, tomando como referencia los colectores ya diseñados y como en el caso de estos

colectores también se realiza la verificación de que estos descoles no se interfieran con ninguna red pública, cumpliendo con ciertos parámetros propuestos por la EAAB, como lo son el recubrimiento que comprende desde la rasante a la cota lomo de cada descole, el recubrimiento contra otras redes que pasen por encima o debajo de este, una longitud mayor o igual a 1.36 m, la cota llegada es por encima de los $\frac{2}{3}$ del tramo más bajo del pozo al cual llegara este, entre otras normas especificadas por la norma.

6.2 Sistema de alcantarillado sanitario

Respecto al sistema de alcantarillado sanitario, se realizó la misma metodología que para el sistema de alcantarillado pluvial, tomando en cuenta cada una de las especificaciones que se encuentran en la norma. Evidenciando una menor cantidad de colectores que el alcantarillado pluvial, dado la cantidad de predios que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto, donde uno de los colectores que se encuentran por el sector de la Av. Boyacá presenta un caso de pachas y trichas en GRP (Glass Reinforced Plastic), puesto que este colector pasa por debajo del canal Niza, fue necesario implementar este tipo de tramos en el colector para evitar que se generen grandes diámetros e interfieran con la solera del canal.

6.3 Acueducto

Para la revisión del sistema de acueducto que se ve influenciado por el proyecto, se realiza la evaluación del sistema a través de los planos de diseño, las memorias de cálculo e informes que le concierne, verificando la consistencia de la información recibida por parte del anterior diseñador. Teniendo en cuenta las demás redes de servicio público, incluyendo las de alcantarillado se pasa a verificar las respectivas interferencias con el sistema de acueducto menor y de red matriz, respectivamente.

Debido a que el diseño proyectado anteriormente dejaba fuera la Línea Tibitoc tanque – Suba Ø78”, situación que no es admisible para la obra, el contratista se vio obligado en generar un nuevo diseño geométrico, generando cambios importantes en este sector los cuales influirían también en el sistema de alcantarillado.

Además de esto se debió de realizar una intervención en la línea Refuerzo Suba - zona baja Ø36”, puesto que esta se ve en la necesidad de realizar una rehabilitación presentando el problema de que parte de esta se interfiere con el sistema de alcantarillado pluvial, generando un desvío en la zona de la calle 127 en el sector del club los lagartos. Con base en esto se debió de diseñar una nueva proyección para las cajas de inspección que serán reubicadas, considerando esto se empieza trabajar en un plano en planta de la red matriz a intervenir verificando las posibles interferencias, ubicación de las cajas según el urbanismo proyectado, consecuente a esto se efectuaron los respectivos cálculos necesarios para el nuevo alineamiento proyectado por la empresa.

6.4 Revisión interventoría y entrega informe final

Entregado los planos, memorias de cálculo e informes a la interventoría, se realizarán los ajustes cuando esta entregue las observaciones al contenido entregado. Posterior a esto se realizó de un informe final con el consolidado de todos los diseños y rediseños que se le efectuaron al sistema de alcantarillado pluvial y sanitario y las redes de acueducto.

7. CONCLUSIONES

- Dentro de la evaluación de las redes húmedas cabe destacar que se debe conocer los lineamientos mínimos que se deben de cumplir para un funcionamiento óptimo del sistema, tomando esto como inicio para el análisis de cada tramo que se inspecciono por el método de CCTV.
- Cuando se realiza la verificación de interferencias con las demás redes del servicio público, no solo se realiza la observación que estas se crucen de manera horizontal, además de esto se deben de cumplir unos recubrimientos entre estas redes, dado que puede presentar alteraciones en el cálculo de la cimentación de la tubería o que se incumpla con las distancias mínimas entre cotas que se establecen en la norma.
- Generalmente para una red de alcantarillado pluvial se construye por el método de zanja abierta, dado que se facilita el mantenimiento de esta, pero para casos como el que se vio en este documento se dio a conocer que para recubrimientos altos el mejor método es por el de Pipe Jacking, ya que este nos proporciona una técnica de microtuneleo el cual nos ayuda a disminuir la cantidad de pozos demasiado profundos para el estimado por la norma, optimizando el mantenimiento para este tipo de casos.
- A la hora de diseñar sumideros se ha de tener en cuenta en que posición de la vía deberán ser ubicados con ayuda de las cotas del diseño geométrico y el urbanismo planteado por el contratista, con base en esto a la hora de conectar estos descoles a los pozos de alcantarillado pluvial se espera que se conecten a $2/3$ de distancia a partir de la cota batea de la conexión más baja a la cual sale de este pozo.

- Una opción adecuada para el transporte de aguas residuales que se ven afectadas por interferencias con recubrimientos menores a los indicados por la norma, es optar por realizar pachas y trichas las cuales tienen como función disminuir el diámetro de un tramo que se ve afectado estas condiciones, manteniendo el alineamiento inicial sin que este se vea afectado por desviaciones.
- Con en el aumento de rasante del nuevo diseño geométrico, se opta por rediseñar una línea de red matriz la cual se ve afectada por este cambio, optando por realizar un nuevo alineamiento de esta línea en el sector que se vio afectada, a su vez se realiza un nuevo diseño para las cajas de inspección, verificando que estas cumplan con el estado del nuevo alineamiento planteado y con las normas que las rigen.
- Se logra adquirir un gran conocimiento en la ingeniería hidráulica a partir de esta pasantía, aprendiendo normas para un correcto diseño hidráulico, como a la vez, aplicando lo que ya se ha venido aprendiendo en la academia, consecuente a esto se mejora el análisis de los problemas a los cuales se ve enfrentado un ingeniero civil en los proyectos que este participara.

8. RECOMENDACIONES

- Se sugiere a los futuros pasantes vigilar cuidadosamente la toma y registro de datos con el fin de evitar que se trabajen con datos erróneos para futuros cálculos que se necesiten realizar, lo que podría generar una pérdida de tiempo en la revisión de los datos consolidados nuevamente.
- Se recomienda tener en cuenta para cada proceso de la evaluación y diseño tener siempre presente la norma, puesto que, si no se cumple con alguna de las normas en el proceso, los resultados se verán afectados, tales como los recubrimientos que deben de cumplir los descoles para que estos no lleguen tan profundos.
- Se recomienda a la empresa realizar la contratación de pasantes que ya hayan pasado por la materia de acueductos y alcantarillado, para que este logre una mejor comprensión de las normas que se aplicaran dentro de la empresa a la hora de realizar una evaluación, diseño o rediseño de redes húmedas.
- Se recomienda, tener especial cuidado y estar informados sobre los métodos de hincado para la construcción de las redes de alcantarillado y acueducto con el método sin zanja, ya que la empresa se especializa en estos procesos y tecnología trenchless.

REFERENCIAS

- Acosta Alvarez, R. A. (2012). *Estudio para el diseño del sistema de acueducto del corregimiento del salobre municipio de Rio de Oro*. Rio de Oro: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.
- Ayala Ávila, G. (2019). *Análisis de las normativas para diagnósticos de redes de alcantarillado sanitario aplicando el equipo CCTV*. Samborodón : Universidad Espiritu Santo.
- Chin, D. A. (2020). Issues in Hydraulic Design of Sanitary Sewers. *Journal of Environmental Engineering (United States)*, 1-2.
- EAB. (29 de Junio de 2018). *Empresa de acueducto de Bogotá*. Obtenido de https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB/anutsecsecundaria/not_suba_cortes58b_28_06_18!/ut/p/z1/rVNNc8lgEP0tPeQYWSGmpLdoO1pntDO2VcMIQwhGWgVNiNb--tJ6curHdCzDAZbH27fLAzE0RUzzjSq4VUbzhdsnLEyj6D5uYsDDbi8iEI9H-DF-6QA0AY0RQ2wIVI6SgAjBW63cD3GQ-wHNsR9hQn0czjiQ
- Maldonado, S. (4 de Abril de 2019). *BOGOTA*. Recuperado el 1 de Marzo de 2020, de <https://bogota.gov.co/asi-vamos/obras/construccion-de-la-avenida-el-rincon-en-suba>
- Moradi, S., Nasiri, F., Zayed, T., & Golkhoo, F. (2020). Automated anomaly detection and localization in sewer Inspection videos using proportional data modeling and deep learning-based text recognition. *Journal of Infrastructure Systems*, 1-3.
- Mushtaq, Y., & Ahmed, S. (2016). Hydraulic desidn of an aqueduct and its necessity in Rajouri Town in Jammu and Kashmir. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 1-4.
- Sánchez Segura, A. (2009). *Proyecto de sistemas de alcantarillado*. Ciudad de México: Instituto Politecnico Nacional.
- Suarez de Vita, Z. (2017). *Plan parcial Tintalito mazuera sector Alsacia oriental*. Bogotá: Trayectoria.

Ahmad, S., & McAlpine, G. (1994). Structural Characteristics of the Danby Pipe Renovation System. *The*

ASCE Materials Engineering Conference On Infrastructure: New Materials And, 1-3.

Chang, T.-J., Wang, C.-H., & Chen, A. (2015). A novel approach to model dynamic flow interactions between storm sewer system and overland surface for different land covers in urban areas.

Journal of hydrology, 1-18.

Dong, J., Liu, Y., & Dang, K. (2017). Finite element analysis of the aseismicity of a large aqueduct. *Soil dynamics and earthquake engineering*, 1-7.

Lin, S.-s., Hsieh, S.-H., Kuo, J.-T., Liao, Y.-P., & Chen, Y.-C. (2005). Integrating legacy components into a software system for storm sewer simulation. *Environmental Modelling & Software*, 1-12.

Xu, M., Cao, Y., Ni, P., & Mei, G. (2020). Infiltration analysis of perforated storm sewer: Finite difference modelling versus field tests. *Journal of Hydrology*, 1 - 10.