

Mejoramiento de procesos de la empresa HSGI INGENIERIA a través del diseño y modelado de  
redes hidrosanitarias en edificaciones

Jonathan Rene Figueroa Carvajal

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil

Director

Edgar Ricardo Oviedo Ocaña

Doctor en Ingeniería, énfasis Ingeniería Sanitaria y Ambiental

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2023

### **Dedicatoria**

A mis padres y familiares quienes con su amor incondicional y orgullo me han llenado de fortalezas para convertirme en la persona que soy hoy en día.

### **Agradecimientos**

A mis padres por haberme brindado todo tipo de apoyo incondicional durante mi proceso de formación y me permitieron alcanzar mi meta.

A la empresa HSGI INGENIERIA por permitirme formar parte de ella y darme la oportunidad para desarrollar mi práctica empresarial.

A las ingenieras Leidy Franco y Tatiana Macabeo quienes compartieron conmigo sus conocimientos y me instruyeron de excelente manera durante el transcurso de mi práctica empresarial.

Al ingeniero y docente Edgar Ricardo Oviedo Ocaña por su orientación y apoyo en el desarrollo del presente proyecto de grado.

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	12
1       Objetivos .....	14
1.1    Objetivo General .....	14
1.2    Objetivos Específicos.....	14
2       Marco de referencia .....	15
2.1    Descripción de la empresa y sus antecedentes.....	15
2.2    Marco conceptual.....	16
2.2.1    Instalación hidráulica .....	16
2.2.2    Instalación sanitaria .....	16
2.2.3    Instalación pluvial.....	16
2.2.4    Instalación contra incendios a base de agua .....	17
2.2.5    Instalación de gas natural.....	17
2.2.6    Metodología BIM.....	17
2.3    Marco legal .....	18
2.3.1    Norma técnica colombiana NTC 2505 .....	18
2.3.2    Código colombiano de fontanería, norma técnica colombiana NTC 1500.....	18
2.3.3    Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 (Titulo J).....	19
2.3.4    Resolución 0330 de 2017 (Reglamento técnico RAS) .....	19
3       Metodología .....	20
3.1    Inducción.....	20
3.1.1    Empalme en el proyecto.....	20

3.1.1.1	Descripción del proyecto .....	20
3.1.2	Alcance del proyecto.....	24
3.1.3	Asignación de actividades a desarrollar por el practicante .....	24
3.2	capacitación.....	28
3.2.1	Asignación de actividades a desarrollar por el practicante .....	28
3.3	Ejecución.....	32
3.3.1	Asignación de actividades a desarrollar por el practicante .....	32
3.4	Elaboración de productos finales .....	35
3.4.1	Asignación de actividades a desarrollar por el practicante .....	35
4	Desarrollo de la practica .....	36
4.1	Proceso de modelado 3D .....	36
4.1.1	Creación de modelos base.....	36
4.2	Gestión de la información BIM .....	37
4.2.1	Carga periódica de modelos.....	37
4.2.2	Comités de coordinación.....	39
4.2.3	Coordinación y ajuste de modelos .....	40
4.3	Apoyo en la elaboración de diseños.....	41
4.3.1	Calculo y diseño de redes hidrosanitarias y de gas.....	41
4.3.2	Planos finales de diseño .....	44
4.4	Parametrización de documentos .....	46
4.4.1	Memorias de cálculo.....	46
4.4.2	Actualización de manuales .....	47
4.4.3	Familias Revit .....	48

5	Concluiones .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
6	Recomendaciones .....	54
	Referencias bibliográficas.....	55
	Anexos .....	58

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. <i>Localización general del proyecto Huertas Oriental</i> .....	21
Figura 2. <i>Urbanismo general del proyecto Huertas Oriental</i> .....	21
Figura 3. <i>Implantación general del proyecto Huertas Oriental</i> .....	22
Figura 4. <i>Información general del proyecto Huertas Oriental etapa 2</i> .....	23
Figura 5. <i>Planta general primer piso del proyecto Huertas Oriental etapa 2</i> .....	23
Figura 6. <i>Planta general sótano del proyecto Huertas Oriental etapa 2</i> .....	24
Figura 7. <i>Entorno común de datos HSGI Ingeniería</i> .....	25
Figura 8. <i>Plataforma BIM 360 HSGI Ingeniería</i> .....	25
Figura 9. <i>Planeación semanal: Auxiliar de ingeniería</i> .....	26
Figura 10. <i>Planeación y fechas de entrega del proyecto Huertas Oriental 2</i> .....	27
Figura 11. <i>Instructivo plantillas de coordinación - Amarilo</i> .....	29
Figura 12. <i>Manual de creación de modelos HSGI</i> .....	30
Figura 13. <i>Manual de carga y publicación de modelos</i> .....	30
Figura 14. <i>Planos de diseño del proyecto Huertas Oriental Etapa 1</i> .....	31
Figura 15. <i>Modelo de plataforma redes HSGI – Huertas Oriental 2</i> .....	32
Figura 16. <i>Edición de familia parametrizada de planos del proyecto</i> .....	33
Figura 17. <i>Planos red de gas – Proyecto Manzana A Chía: Planta piso 1 torre sencilla tipo 1</i> .	34
Figura 18. <i>Desarrollo cronológico de la practica</i> .....	36
Figura 19. <i>Modelo base de diseño de la unidad estructural 3</i> .....	37
Figura 20. <i>Pestaña de diseño colaborativo del proyecto Huertas Oriental</i> .....	38
Figura 21. <i>Nubes de revisión y/o solicitud en modelos base de diseño</i> .....	38

Figura 22. <i>Acta de reunión 31/08/2023 del comité de coordinación – Huertas Oriental 2</i> .....	39
Figura 23. <i>Modelo de revisión de incidencias unidad estructural 3 (UE3) – Navisworks</i> .....	40
Figura 24. <i>Memoria de cálculo del diseño de pozos eyectores de agua residual (sótano)</i> .....	42
Figura 25. <i>Memoria de cálculo del diseño de pozos eyectores de agua lluvia (sótano)</i> .....	42
Figura 26. <i>Memoria de cálculo colectores aguas residuales - red general</i> .....	43
Figura 27. <i>Memoria de cálculo colectores aguas lluvias - red general</i> .....	43
Figura 28. <i>Plano de planta primer piso red de desagües - unidad estructural 8</i> .....	45
Figura 29. <i>Memoria de cálculo acometida general</i> .....	46
Figura 30. <i>Red de suministro nivel sótano - plataforma</i> .....	47
Figura 31. <i>Manual de publicación de modelos actualizado de la empresa HSGI Ingeniería</i> .....	48
Figura 32. <i>Familia parametrizada pozo eyector aguas residuales</i> .....	49
Figura 33. <i>Detalle pozo eyector aguas negras No.3</i> .....	49
Figura 34. <i>Familia parametrizada pozo eyector aguas de infiltración</i> .....	50
Figura 35. <i>Detalle pozo eyector aguas lluvias e infiltración No.1</i> .....	50
Figura 36. <i>Familia parametrizada gabinetes contra incendio clase II y III</i> .....	51
Figura 37. <i>Familia parametrizada de gabinetes contra incendio clase II –plataforma</i> .....	52

**Lista de Anexos**

Anexo 1. Modelo de plataforma – redes de desagüe .....	58
Anexo 2. <i>Modelo de plataforma – redes de suministro</i> .....	58
Anexo 3. <i>Modelo de plataforma – redes de protección contra incendios (sistema de mangueras)</i> .....	58
Anexo 4. <i>Modelo de plataforma – redes de protección contra incendios (sistema de rociadores)</i> .....	59
Anexo 5. <i>Modelo de urbanismo – redes de desagüe</i> .....	59
Anexo 6. <i>Modelo de torre tipo – unidad estructural 8 (red de desagües)</i> .....	59
Anexo 7. <i>Modelo de torre tipo – unidad estructural 8 (red de suministro)</i> .....	60
Anexo 8. <i>Modelo de torre tipo – unidad estructural 8 (red de protección contra incendios)</i> .....	60
Anexo 9. <i>Informe de solución de incidencias – unidad estructural 8</i> .....	61
Anexo 10. <i>Unidades de gasto – red general de aguas residuales</i> .....	62
Anexo 11. <i>Áreas aferentes – red general de aguas lluvias</i> .....	62

## Resumen

**Título:** Mejoramiento de procesos de la empresa HSGI INGENIERIA a través del diseño y modelado de redes hidrosanitarias en edificaciones\*

**Autor:** Jonathan Rene Figueroa Carvajal\*\*

**Palabras Clave:** Modelado, Cálculo, Hidrosanitarias, Proyectos, Construcción, Parametrización

**Descripción:** En este documento se plasman las actividades realizadas durante el proceso de práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en el proceso de diseño de instalaciones hidrosanitarias y de gas en la empresa HSGI INGENIERIA. La principal actividad desarrollada fue desempeñar tareas de modelado y cálculo de instalaciones hidrosanitarias mediante el uso de la metodología BIM. Se elaboraron modelos, planos y memorias de diseño del proyecto Huertas Oriental II, ubicado en Cajicá (Colombia). Durante la actividad se identificaron posibles mejoras en el proceso que se sistematizaron para que la empresa pueda replicarlas en proyectos similares. Se logró evidenciar una mejora sustancial en la calidad del proceso de diseño gracias a la implementación de modelos colaborativos coordinados, los cuales, al permitir trabajar de manera simultánea a cada una de las especialidades del proyecto, posibilitaron la detección temprana de futuras dificultades en la fase constructiva. Al final del documento, se presentan los resultados de la práctica, los cuales corresponden a la planimetría final del diseño, la parametrización de cierta información requerida para el desarrollo de esta y las principales lecciones aprendidas, así como las ventajas de la adopción de este tipo de metodologías y procesos.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Ingeniería Civil. Director: Edgar Ricardo Oviedo Ocaña. Doctor en Ingeniería, énfasis Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

### Abstract

**Title:** Improvement of processes of the HSGI INGENIERIA company through the design and modeling of hydrosanitary networks in buildings\*

**Author(s):** Jonathan Rene Figueroa Carvajal\*\*

**Key Words:** Modeling, Calculation, Hydrosanitary, Projects, Construction, Parameterization

**Description:** This document reflects the activities carried out during the business internship process as an engineering assistant in the design process of hydrosanitary and gas installations in the company HSGI INGENIERIA. The main activity developed was to perform modeling and calculation tasks for hydrosanitary installations through the use of the BIM methodology. Models, plans and design reports were prepared for the Huertas Oriental II project located in Cajicá (Colombia). During the activity, possible improvements in the process were identified and systematized so that the company can replicate them in similar projects. A substantial improvement in the quality of the design process was evident thanks to the implementation of coordinated collaborative models, which, by allowing each of the project specialties to work simultaneously, enabled the early detection of future difficulties in the phase. . constructive. At the end of the document, the results of the practice are presented, which correspond to the final planimetry of the design, the parameterization of certain information required for its development and the main lessons learned, as well as the advantages of adopting this type. . of methodologies and processes.

---

\* Degree Work

Faculty of Physical Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Edgar Ricardo Oviedo Ocaña. PhD in Engineering, emphasis in Sanitary and Environmental Engineering.

## Introducción

El crecimiento y desarrollo urbano en América Latina y el Caribe (ALC) ha implicado la implementación de alternativas para el abastecimiento y saneamiento en las ciudades; asimismo, ha dinamizado el conocimiento e implementación de la ingeniería hidrosanitaria en predios residenciales, contribuyendo a mejorar las condiciones de salud pública en las poblaciones. (Carmona, 2015). A pesar de lo anterior, en ALC aún hay retos asociados a la estandarización de metodologías para la implementación de los diseños hidrosanitarios, por lo cual, generalmente, se adaptan requerimientos y metodologías específicas de contextos diferentes. (Quishpe, 2015). De esta manera, el desarrollo de herramientas tecnológicas para apoyar el diseño y modelado de infraestructura ha permitido mejorar de cierta forma las soluciones ligadas a estos procesos ingenieriles (Palomeque et al., 2018).

La implementación de la metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de proyectos de construcción (BIM) es una realidad en algunos de los países desarrollados. Los países líderes en el uso de la metodología BIM son Finlandia, Noruega, Suecia, Estados Unidos, Canadá, Australia, Japón, China y Singapur (Trejo 2018). El gobierno finlandés, exige entregas de proyectos en formato IFC y existe un documento que establece los requisitos y directrices BIM para proyectos de renovación y nueva construcción. En Noruega y Suecia se implementa el desarrollo de metodologías BIM desde la universidad. La dirección de obras públicas del gobierno exige el uso de esta metodología en todos sus proyectos de edificación. En el Reino Unido, se cuenta con un documento estrategia de la construcción, con el cual se plantea el uso de BIM en proyectos públicos. En España, desde 2019 es obligatorio el uso de BIM en licitaciones públicas de infraestructuras. En Australia, en los departamentos de planificación, transporte e

infraestructura ya se han desarrollado guías BIM para las agencias, consultores y contratistas, obligando al uso de la metodología BIM en todos los proyectos de más de 30 millones de dólares (Trejo 2018).

En Colombia, el sector de la construcción requiere de un sistema de estandarización para afrontar el desafío de la baja productividad de este (Quintero et al., 2018), proveniente de la inestabilidad del cronograma de los proyectos de construcción y los costos finales de estos, lo cual se propone mediante la implementación de la metodología BIM para el desarrollo de este tipo de procesos (MVCy, 2020). El uso de este tipo de metodologías se encuentra distribuido de manera específica dentro de las entidades y organizaciones que las implementan de manera autónoma debido a la falta de un sistema estandarizado. Cada empresa se ve obligada a desarrollar de manera independiente sus propios estándares y metodologías para buscar su propio beneficio y crecimiento continuo. Por lo tanto, es necesario desarrollar de manera interna estándares y recursos que permitan dicha optimización a nivel interno de cada empresa.

HSGI INGENIERIA SAS es una empresa dedicada a la consultoría en conducción de fluidos que presta los servicios de diseño de redes hidrosanitarias y redes de gas para todo tipo de proyectos de edificación. Actualmente se encuentra en un proceso de transición total a la metodología BIM, para lo cual requiere de una amplia dedicación para el desarrollo de proyectos mediante la implementación de esta metodología.

Mediante la práctica empresarial como auxiliar de ingeniería de apoyo al diseño de instalaciones hidrosanitarias de un proyecto de vivienda bajo metodología BIM, se logra optimizar el proceso y calidad en el diseño. A su vez, a través del uso de recursos internos, tales como guías, manuales, plantillas y hojas de cálculo de la empresa, se logra identificar mejoras que permitan optimizar las funciones de estos, generando nuevas herramientas para futuros procesos.

## **1 Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Proponer herramientas para mejorar el proceso de diseño, cálculo y modelado de redes hidrosanitarias en edificaciones mediante la implementación de la metodología BIM en la empresa HSGI INGENIERIA SAS.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Apoyar el manejo de la información para llevar control de los archivos de proyectos activos de la empresa, cumpliendo con los tiempos establecidos y con los insumos necesarios de las diferentes actividades.
- Realizar el proceso de modelado de proyectos de edificación mediante el uso de la metodología BIM, tecnologías CAD y su correcta implementación en proyectos de vivienda.
- Elaborar diseños de redes hidrosanitarias y planos constructivos mediante la coordinación de la metodología BIM y tecnologías CAD en concordancia con la normativa de diseño aplicable.
- Elaborar formatos de los entregables solicitados en diferentes proyectos como hojas de cálculo, manuales, herramientas y/o procedimientos que actúen como instructivos o punto de partida del diseño y permitan acelerar el desarrollo de nuevos proyectos.

## **2 Marco de referencia**

### **2.1 Descripción de la empresa y sus antecedentes**

HSGI INGENIERIA SAS es una empresa que presta los servicios de diseño de redes hidrosanitarias, redes de gas y redes de protección contra incendio para proyectos de vivienda, institucionales, industriales y/o comerciales. De igual modo, realiza diseños de redes de acueducto y alcantarillado pluvial y sanitario para nuevos desarrollos urbanísticos. Actualmente trabaja con varias de las constructoras más grandes y prestigiosas del país desarrollando proyectos en diferentes lugares del territorio Nacional. HSGI INGENIERIA SAS trabaja para posicionarse como la mejor firma de diseño hidráulico, brindando calidad, confianza, cumplimiento y crecimiento para sus clientes y colaboradores.

La empresa cuenta con personal con más doce años de experiencia en el sector, participando en proyectos importantes de urbanismos, centros comerciales, edificios institucionales, edificios de vivienda, entre otros. Dicho personal está altamente calificado para atender las necesidades de los clientes bajo la normatividad vigente y con los más altos estándares de calidad. Además, se encuentra en continua actualización brindando a sus clientes la posibilidad de desarrollar proyectos con últimas tecnologías y herramientas digitales para mejorar el proceso constructivo de los diseños.

La misión de HSGI INGENIERÍA SAS es poner a disposición la experiencia para realizar proyectos en conducción de fluidos (Hidráulicos, sanitarios, gas, protección contra incendio, acueducto y alcantarillado), acorde a los estándares requeridos por el cliente, al igual que la normatividad vigente y el continuo estudio de nuevas tecnologías y herramientas para el desarrollo del sector.

La visión de la empresa es ser reconocidos a nivel nacional e internacional como una empresa confiable y recomendable en la elaboración de consultoría en conducción de fluidos.

## **2.2 Marco conceptual**

### ***2.2.1 Instalación hidráulica***

Se define como el conjunto de tuberías y conexiones de distintos tamaños y materiales que se ubican estratégicamente para alimentar y distribuir agua a diferentes proyectos de construcción. Su función es surtir de agua a todos los puntos y lugares que el diseño arquitectónico requiera, de manera que esta llegue en condiciones de caudal y presión adecuadas. También consta de muebles y equipos hidráulicos (Olin, 2018).

### ***2.2.2 Instalación sanitaria***

Hace referencia al conjunto de conductos cuya función es evacuar las aguas negras o servidas de los aparatos sanitarios de un proyecto de edificación, las cuales son transportadas hasta el alcantarillado y/o sistema de tratamiento. Tiene por objeto la recolección de aguas residuales servidas de las zonas húmedas del proyecto (Olin, 2018).

### ***2.2.3 Instalación pluvial***

Tiene la función de evacuar el agua de lluvia de las áreas descubiertas de la edificación lo más pronto posible para evitar posibles estancamientos que puedan producir humedad e infiltraciones. Recolecta las cargas pluviales horizontalmente en cada nivel para ser conducidas de forma vertical hasta el punto más bajo de la edificación y posteriormente al sistema de alcantarillado externo del proyecto o a un sistema interno de amortiguamiento (Bohórquez, 2022).

#### ***2.2.4 Instalación contra incendios a base de agua***

Es considerada como la infraestructura compuesta por un conjunto de elementos que tienen como objetivo combatir un incendio utilizando agua mediante chorros a presión generados por medio de mangueras y boquillas ubicadas estratégicamente para ser operadas por diferentes actores como ocupantes de la edificación, personal entrenado, cuerpo de bomberos y en algunos casos de forma automática (Bohórquez, 2022).

#### ***2.2.5 Instalación de gas natural***

Es el conjunto de tuberías, válvulas y accesorios adecuados para conducir gas natural de manera segura desde la salida del medidor hasta la válvula de cada uno de los aparatos gasificados de uso doméstico y comercial. Comprende también la instalación del sistema de ventilación apropiado de los recintos en los que se generan los procesos de combustión de cada uno de los aparatos (Villegas, 2020).

#### ***2.2.6 Metodología BIM***

Es la sigla de la expresión “Building Information Modeling”, lo cual significa modelado de la información para la construcción. BIM desemboca en la idea de un sistema de gestión en el que la tecnología juega un papel de vital importancia como medio para el trabajo colaborativo, la construcción, la administración y la gestión de proyectos del sector de la construcción (Hurtado, 2015).

- **Disciplinas mecánicas, eléctricas y de fontanería:** la disciplina MEP es conformada por un conjunto de subdisciplinas, las cuales tienen que ver con las redes de funcionamiento del edificio, en este caso mecánica, eléctrica y plomería (Barreto, 2020).

- **Subdisciplina hidrosanitaria:** comprende los elementos que conforman las redes de desagüe, abastos, retorno de agua helada, suministro de agua helada, ventilación y aguas lluvias (Trejo, 2018).

## 2.3 Marco legal

### 2.3.1 *Norma técnica colombiana NTC 2505*

Aplicada para las instalaciones de suministro de gas combustible destinadas para uso residencial y comercial. Las instalaciones de gas combustible que abarca esta norma comprenden las tuberías, accesorios, elementos y demás componentes posteriores a la salida de la válvula de registro en la acometida hasta la conexión de los artefactos que funcionan con gas.

Tiene como objeto establecer los requerimientos en el diseño y construcción de las instalaciones de gas combustible destinadas a uso comercial y residencial, además de las pruebas necesarias para la verificación de su respectiva operación (Duarte, 2019).

### 2.3.2 *Código colombiano de fontanería, norma técnica colombiana NTC 1500*

Establece los requisitos mínimos para asegurar el adecuado funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable, desagüe de aguas negras y lluvias, ventilación y los aparatos necesarios para el funcionamiento de dichos sistemas. Proporciona los lineamientos para garantizar la seguridad y bienestar de las instalaciones. Tiene como alcance establecer los parámetros de la construcción, instalaciones, modificación, reparación, uso, mantenimiento y diseño de las instalaciones hidráulicas y sanitarias dentro de edificaciones (Angarita et al., 2020).

### ***2.3.3 Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 (Titulo J).***

Contiene los requisitos mínimos de protección contra incendios, correspondientes al uso de la edificación y su ocupación, de acuerdo con una clasificación dada. El propósito es establecer los requisitos bajo las premisas de reducir en todo lo posible el riesgo de incendios en las edificaciones, evitar la propagación del fuego dentro y fuera de las edificaciones, facilitar el proceso de extinción de fuego y minimizar el riesgo de colapso de la estructura. La normatividad toma como referencia las normas NFPA (actualizaciones vigentes) de la Asociación Nacional De Protección Contra Incendios entre ellas: NFPA 13, NFPA 20, NFPA 14, entre otras (Quishpe, 2015).

### ***2.3.4 Resolución 0330 de 2017 (Reglamento técnico RAS)***

La Resolución 0330 de 2017 expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009” es un documento técnico – normativo en el que se establecen los requisitos que se deben cumplir en la ejecución de obras y procesos operativos que se utilicen para la prestación de servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo. Presenta los reglamentos técnicos a cumplir en las etapas de diseño, construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento de la infraestructura relacionada con la prestación los servicios públicos anteriormente mencionados (Duarte, 2019).

### **3 Metodología**

La presente práctica empresarial fue ejecutada en un período total de cuatro meses y se desarrolló mediante diversas actividades de seguimiento y control, las cuales permitieron al estudiante desarrollar habilidades para la ejecución de los entregables solicitados por parte de la empresa durante este periodo. El desarrollo de la práctica se ejecutó mediante cuatro principales etapas, las cuales fueron: inducción, capacitación, ejecución y elaboración de productos finales.

#### **3.1 Inducción**

Fue primera etapa del proceso, en esta, se describieron las diferentes actividades a desarrollar por parte del auxiliar de manera inicial y se realizó el empalme con el proyecto principal a desarrollar durante el transcurso de esta. Además, se explicaron las metodologías de trabajo de la empresa.

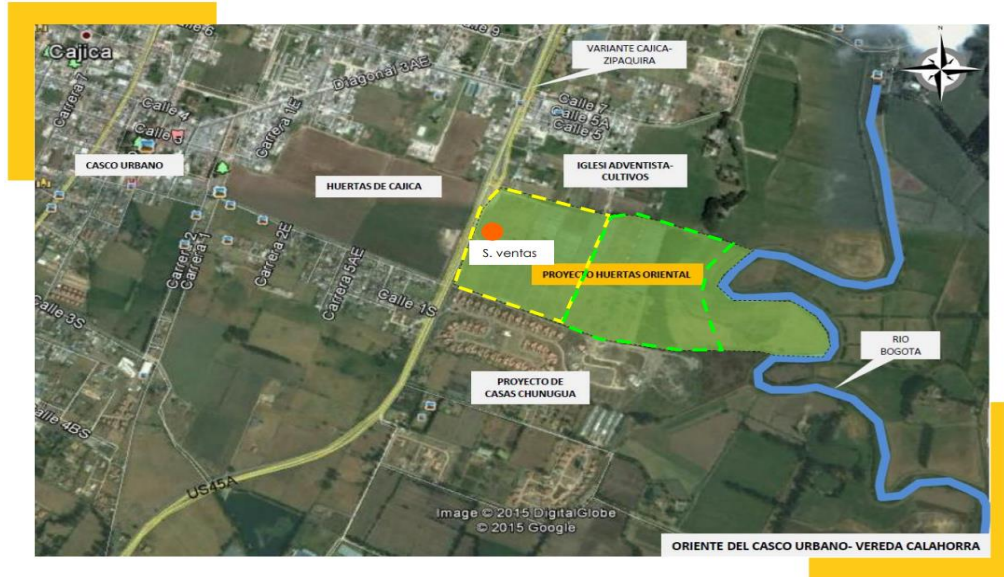
##### ***3.1.1 Empalme en el proyecto***

###### **3.1.1.1 Descripción del proyecto**

El proyecto Huertas Oriental Etapa 2, forma parte del proyecto Huertas Oriental, el cual se encuentra ubicado en el Municipio de Cajicá, sobre la variante que comunica Chía y Cajicá, muy cerca de centros universitarios, institucionales y comerciales. Cuenta con importantes vías de acceso como la variante Chía - Cajicá accediendo por la autopista norte. Además de su fácil accesibilidad, se encuentra dentro del casco urbano, muy cerca del parque principal como se puede apreciar en las figuras 1 y 2.

**Figura 1**

*Localización general del proyecto Huertas Oriental*

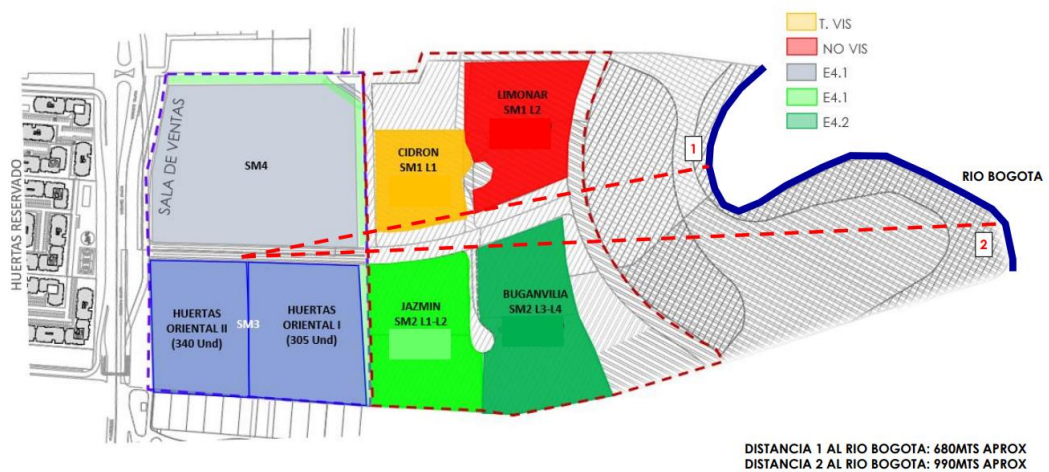


*Nota. Recuperado de “Capacitación Huertas Oriental – mayo de 2022”. Amarillo.*

**Figura 2**

*Urbanismo general del proyecto Huertas Oriental*

**Urbanismo General – Huertas de Cajicá Oriental**



*Nota. Recuperado de “Capacitación Huertas Oriental – mayo de 2022”- Amarillo.*

En la implantación general del proyecto Huertas Oriental, se puede ver que está dividida por dos etapas, las cuales corresponden a dos conjuntos residenciales conformados por torres de cinco pisos de estrato 4, las cuales están configuradas como etapas independientes, así como sus respectivos accesos, áreas comunes y servicios públicos. En la figura 3 se presenta la implantación general del proyecto.

### Figura 3

*Implantación general del proyecto Huertas Oriental*

#### Implantación General – Huertas Oriental



*Nota. Recuperado de “Capacitación Huertas Oriental – mayo de 2022”. Amarilo.*

El proyecto Huertas Oriental Etapa 2 consta de un área construida para vivienda de 27.712,54 m<sup>2</sup>, la cual está distribuida en 340 apartamentos estrato 4 distribuidos en 10 torres de 5 pisos, en estacionamientos privados y para visitantes y en zonas comunes. Dicha información se presenta de manera detallada a continuación en la figura 4.

**Figura 4**

*Información general del proyecto Huertas Oriental etapa 2*

**Información General – Huertas Oriental Etapa 2**



CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	
Área Útil Lote:	21.229,92m <sup>2</sup>
<b>340 Apartamentos</b>	
<b>Torres Estrato 4</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 pisos</li> <li>• 10 Torres ( 10 a la 19)</li> </ul>	
<b>Tipología Torres</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Torres Tipo Trad. de 6 y 8 apartamentos por piso</li> <li>• Torres Tipo L de 7 y 9 apartamentos por piso</li> </ul>	
<b>Tipología Aptos</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos G (67m<sup>2</sup>), H Split (78m<sup>2</sup>), I Tradicional (78m<sup>2</sup>), J (84m<sup>2</sup>), K (106m<sup>2</sup>), L (40m<sup>2</sup>)</li> </ul>	
Área Construida Vivienda:	27.712,54m <sup>2</sup>
Área Total Construida Proyecto:	43.058,46m <sup>2</sup>
<b>Estacionamientos</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Privados: 500</li> <li>• Visitantes: 85</li> <li>• Mov. Reducida: Incl. en los visitantes: 14</li> </ul>	
<b>Zonas Comunes</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Portería</li> <li>• Salón Comunal</li> <li>• Administración</li> <li>• Cuarto de Basuras</li> <li>• Bicicleteros</li> <li>• Tanque de aprovechamiento de Aguas Lluvias</li> <li>• Tanque de Agua Potable</li> <li>• Subestación eléctrica</li> <li>• Planta de Suplencia Parcial</li> <li>• Parque Infantil</li> <li>• Zona BBQ</li> </ul>	

*Nota. Recuperado de “Capacitación Huertas Oriental – mayo de 2022”. Amarillo.*

A nivel de Urbanismo, el proyecto cuenta con una planta general de primer piso y un sótano destinado al uso técnico, depósitos y parqueaderos, tal como se presenta en las figuras 5 y 6.

**Figura 5**

*Planta general primer piso del proyecto Huertas Oriental etapa 2*

**Planta general Primer Piso - Huertas Oriental Etapa 2**



- Portería
- Shuf Basuras
- Salón comunal
- Rampa Vehicular
- Sendero Peatonal
- Gimnasio Biosaludable
- Escaleras
- Juegos Infantiles
- Zona fogatas
- BBQ

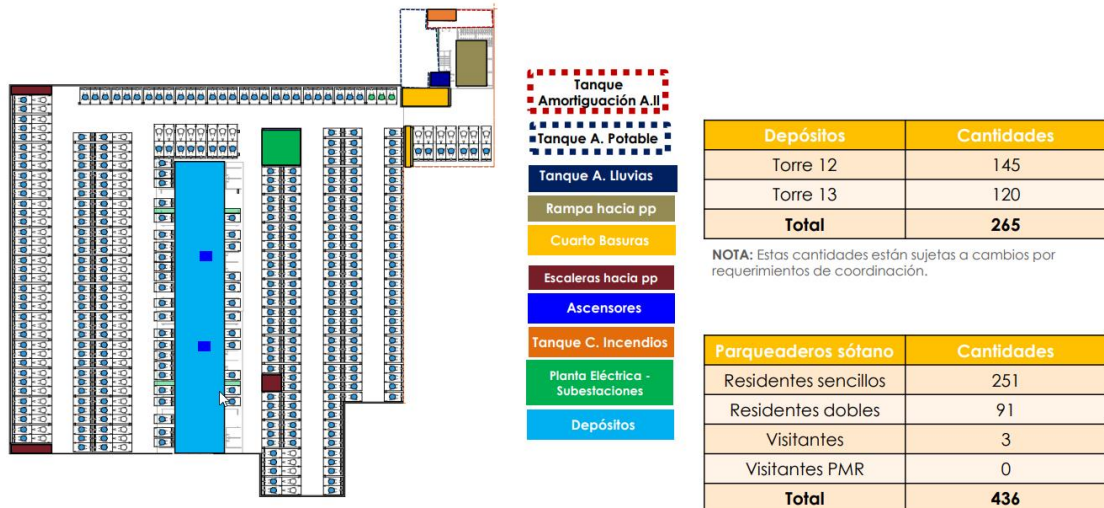
Parqueaderos piso 1	Cantidades
Residentes sencillos	67
Residentes dobles	0
Visitantes	68
Visitantes PMR	14
<b>Total</b>	<b>149</b>

*Nota. Recuperado de “Capacitación Huertas Oriental – mayo de 2022”. Amarillo.*

**Figura 6**

*Planta general sótano del proyecto Huertas Oriental etapa 2*

**Planta general Sótano- Huertas Oriental Etapa 2**



*Nota. Recuperado de “Capacitación Huertas Oriental – mayo de 2022”. Amarillo.*

### 3.1.2 Alcance del proyecto

El alcance y desarrollo de esta práctica empresarial surgió de la necesidad de apoyar el diseño de las diferentes instalaciones hidrosanitarias y de gas para el proyecto Huertas Oriental etapa 2. HSGI INGENIERIA en calidad de consultor, solicitó personal de apoyo para el diseño, modelado y gestión de la información de los diferentes entregables del proyecto.

### 3.1.3 Asignación de actividades a desarrollar por el practicante

En esta etapa las principales actividades desarrolladas por parte del practicante fueron:

- **Guardar toda la información recibida y enviada (documentos editables, información enviada al cliente, correos recibidos y enviados al cliente) en el servidor o carpeta en físico según corresponda:** La actividad fue llevada a cabo

mediante la configuración de un entorno común de datos para el manejo de la información a nivel interno en la empresa (ver figura 7). Por otro lado, mediante el acceso a la plataforma BIM 360 para la coordinación y gestión de la información con el cliente, lo cual se muestra en la figura 8.

## Figura 7

### Entorno común de datos HSGI Ingeniería

Compartido contigo > 03 DISEÑOS > 208 HUERTAS ORIENTAL 2

Nombre ↑	Modificado	Tamaño de arch...	Compartir
BIM	Ayer a las 11:02:44	24.4 GB	Compartido
CONTROL PROYECTO	hace 14 horas	24.5 MB	Compartido
DOCUMENTOS	Hace 2 días	12.4 MB	Compartido
PLANOS	Ayer a las 16:57:21	312 MB	Compartido
RECIBIDO	Hace 2 días	3.99 GB	Compartido
VIARIOS	hace 14 horas	2.13 GB	Compartido

*Nota. Elaboración propia*

## Figura 8

### Plataforma BIM 360 HSGI Ingeniería

Archivos

Cargar archivos

Nombre ↑	Descripción	Versión	Indicadores
APARTAMENTOS	--	--	⋮
Coordinación	--	--	⋮
HO2_HSGI_PLT.rvt		V3	⋮
HO2_HSGI_MSIT.rvt		V4	⋮
HO2_HSGI_POR-COM.rvt		V4	⋮
HO2_HSGI_UE1.rvt		V5	⋮
HO2_HSGI_UE2.rvt		V3	⋮
HO2_HSGI_UE3.rvt		V3	⋮

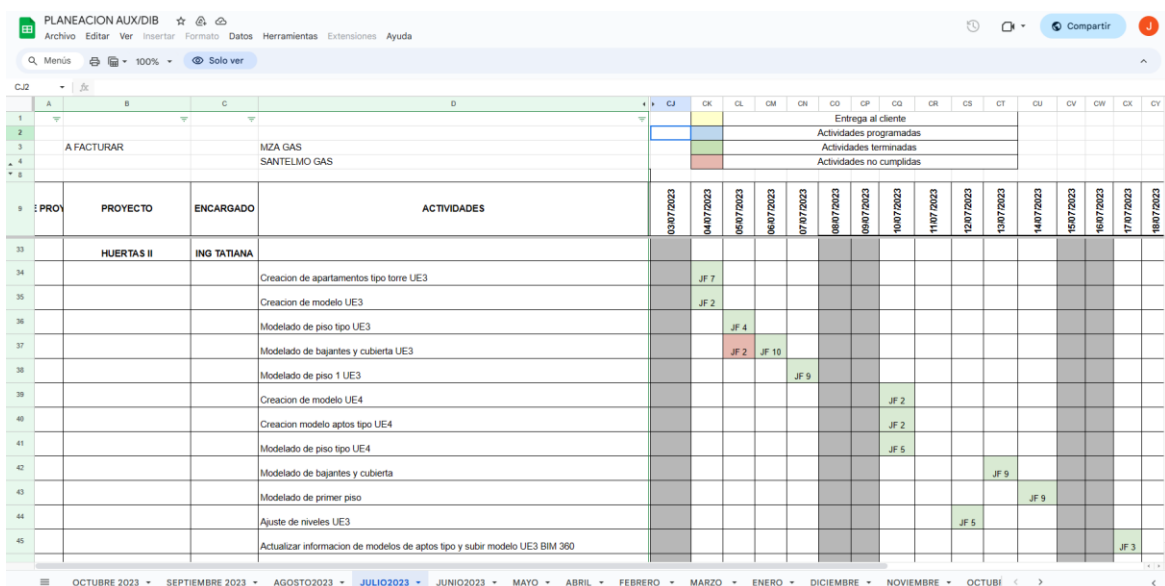
Mostrando 14 elementos

*Nota. Elaboración propia*

- Cumplir con los tiempos establecidos para las diferentes actividades tanto de compromisos internos como con los acordados o pactados con los clientes:** La actividad fue abordada de dos maneras diferentes; a nivel interno, mediante la planificación semanal de actividades a realizar por el practicante, tal como se muestra en la figura 9 y a nivel externo o con el cliente mediante la determinación de fechas a cumplir para la entrega de la información final, lo cual se presenta en la figura 10.

**Figura 9**

*Planeación semanal: Auxiliar de ingeniería*



*Nota. Tomado de: "PLANEACION AUX/DIB" (HSGI Ingeniería)*



### 3.2 capacitación

Consistió en la apropiación del conocimiento por parte del practicante. En esta fase el estudiante adquirió capacidades para desarrollarlas en la siguiente etapa; entre estas, primordialmente el uso de la metodología BIM y la elaboración de prediseños de redes hidrosanitarias.

#### 3.2.1 *Asignación de actividades a desarrollar por el practicante*

En esta etapa las principales actividades desarrolladas por parte del practicante fueron:

- **Ejecutar las actividades correspondientes a la metodología BIM y requerimientos del cliente, en concordancia con las normas, políticas y reglamentos aplicables según corresponda, por lo que deberá mantenerse actualizado y bajo la supervisión del profesional responsable:** Esta actividad fue abordada mediante la lectura de los diferentes documentos recibidos por parte del cliente, en el cual se establecían y se daban a conocer los parámetros para el desarrollo del proyecto. También, se llevó a cabo mediante la lectura de los códigos y normativas aplicables para el diseño del proyecto a nivel externo e interno de la empresa. La figura 11 corresponde a uno de los instructivos de plantillas proporcionados para el cumplimiento de la actividad mencionada.

**Figura 11**

*Instructivo plantillas de coordinación - Amarilo*



*Nota. Tomado de: Biblioteca BIM Amarilo*

- **Leer manuales y usarlos adecuadamente a la hora de la generación de informes del proyecto (tanto los manuales de HSGI, como suministrados por el cliente). Se deberá realizar el diseño bajo metodología BIM, cumpliendo los estándares de calidad que solicita el cliente interno y externo:** Se realizaron lecturas periódicas y programadas a medida que se iban desarrollando los entregables del proyecto, con el fin de cumplir con los estándares de calidad de la empresa y del cliente. En las figuras 12 y 13 se presentan algunos de los manuales proporcionados por la empresa para su respectiva lectura por parte del practicante.

**Figura 12**

*Manual de creación de modelos HSGI*



*Nota. Tomado de: "Creación de modelos" (HSGI Ingeniería).*

**Figura 13**

*Manual de carga y publicación de modelos*

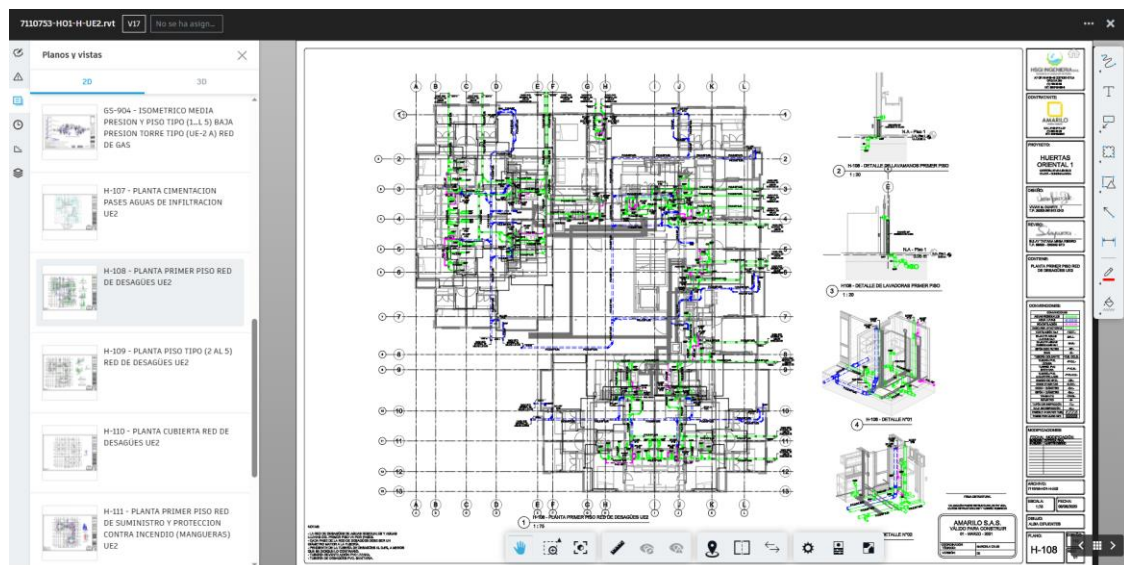


*Nota. Tomado de: "Subir, publicar y compartir modelos" (HSGI Ingeniería).*

- **Desarrollo de visión espacial, para aplicar técnicas de expresión gráfica o dibujo técnico para aplicaciones de la Ingeniería de diseño:** Se llevó a cabo mediante la revisión independiente de proyectos de diseño similares, en los cuales se detalló a profundidad la manera en la que debían ser realizados los diferentes tipos de entregables de cada especialidad. En este caso, se realizó la revisión detallada de los entregables realizados para la etapa 1 del proyecto (Huertas Oriental I), uno de los cuales es presentado a continuación en la figura 14.

**Figura 14**

*Planos de diseño del proyecto Huertas Oriental Etapa 1*



*Nota. Tomado de: HSGI Ingeniería: BIM 360 – Huertas Oriental 1*

### 3.3 Ejecución

Durante las siguientes seis (6) semanas, se aplicaron los conocimientos adoptados en las fases anteriores para elaborar los entregables correspondientes a la ejecución de cada uno de los proyectos en los que se fue participe, y a su vez, la construcción previa de las herramientas de apoyo que contribuyeron al propósito general del estudio.

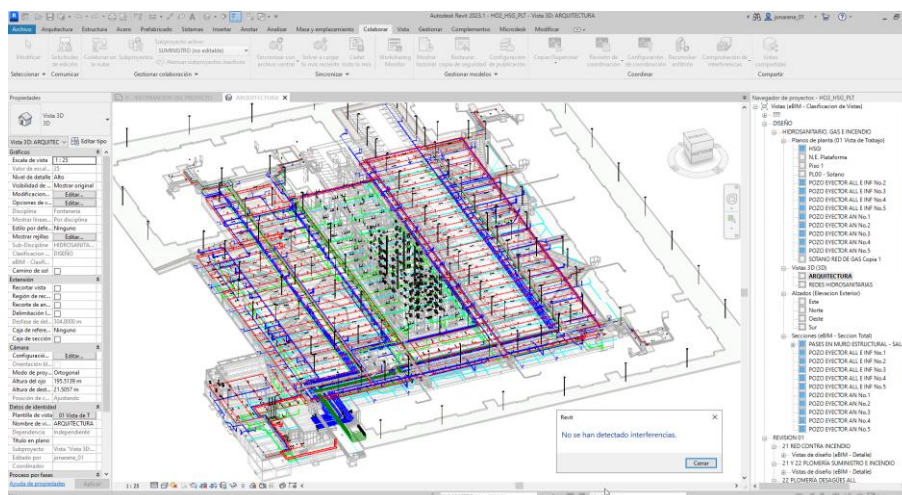
#### 3.3.1 Asignación de actividades a desarrollar por el practicante

En esta etapa las principales actividades desarrolladas por parte del practicante fueron:

- **A la hora de modelar proyectos se deberá asegurar la validación de cero cruces entre especialidades internas y externas antes de la entrega de los trabajos:** La actividad fue desarrollada periódicamente a través de la modelación de los entregables solicitados, en los cuales cada uno debía cumplir con este requisito. La figura 15 presenta el chequeo de interferencias internas en el modelo de plataforma de proyecto.

**Figura 15**

*Modelo de plataforma redes HSGI – Huertas Oriental 2*

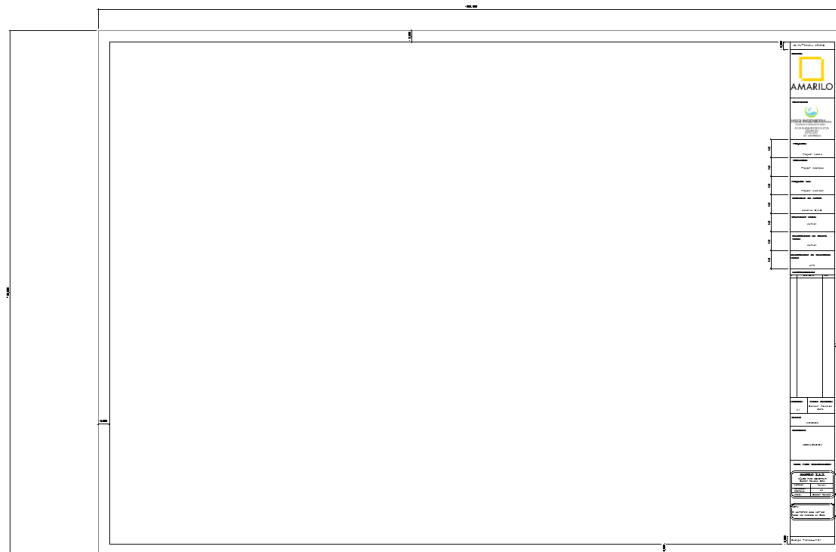


*Nota. Elaboración propia*

- **Realizar ajustes, plantillas, generación o modificación de familias, auditorías de modelo para los proyectos asignados:** En algunos casos fue necesario desde el punto de vista del practicante realizar modificaciones a algunas de las plantillas y/o familias suministradas por la empresa para agilizar sus funciones en el modelado. Entre estas se encuentran la actualización y modificación de modelos genéricos y plantillas correspondientes a la presentación de modelos como rótulos del proyecto, tal como se muestra en la figura 16.

### Figura 16

*Edición de familia parametrizada de planos del proyecto*



*Nota. Elaboración propia*

- **Elaborar diseños de redes hidrosanitarias, planos constructivos, cantidades y redacción de especificaciones técnicas bajo la supervisión del profesional responsable a fin de apoyar la ejecución de los proyectos:** Esta actividad fue desarrollada no solo en el proyecto principal del estudio, sino también en diversos



### **3.4 Elaboración de productos finales**

Se desarrolló un documento técnico con la relación de actividades y avances realizados en los 4 meses de duración de la práctica, el cual permite identificar los aportes realizados por el estudiante a la empresa según lo especificado en los objetivos. Este, corresponde al informe final de la práctica y sus respectivos documentos de soporte.

#### ***3.4.1 Asignación de actividades a desarrollar por el practicante***

En esta etapa las principales actividades desarrolladas por parte del practicante fueron:

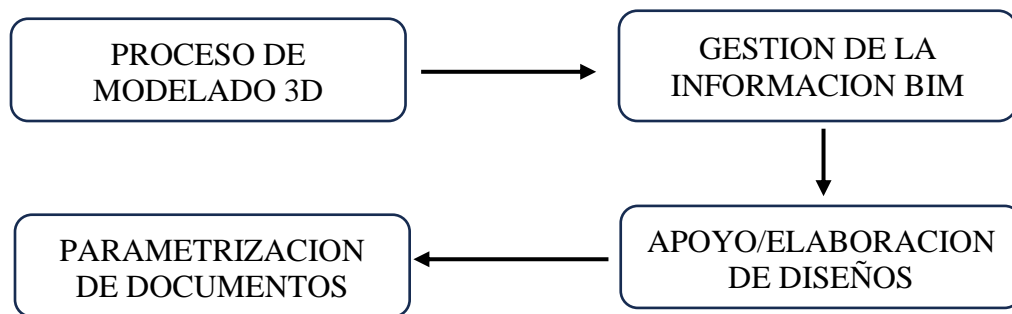
- Creación de los formatos y/o manuales definitivos que permitan optimizar el proceso de diseño de proyectos posteriores mediante el uso de estos como punto de partida. Estos serán elaborados a partir de los entregables y la información previa recopilada de los diferentes proyectos desarrollados durante la fase de ejecución. Corresponden a las herramientas finales como hojas de cálculo, manuales y/o guías de diseño o modelado, entre otras.
- Elaboración de informe final y/o documento de soporte.

## 4 Desarrollo de la practica

Se establecieron cuatro actividades principales enfocadas directamente al cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos, las cuales fueron realizadas en el orden cronológico presentado en la figura 18 para llevar un óptimo proceso de gestión de la información.

**Figura 18**

*Desarrollo cronológico de la practica*



*Nota. Elaboración propia*

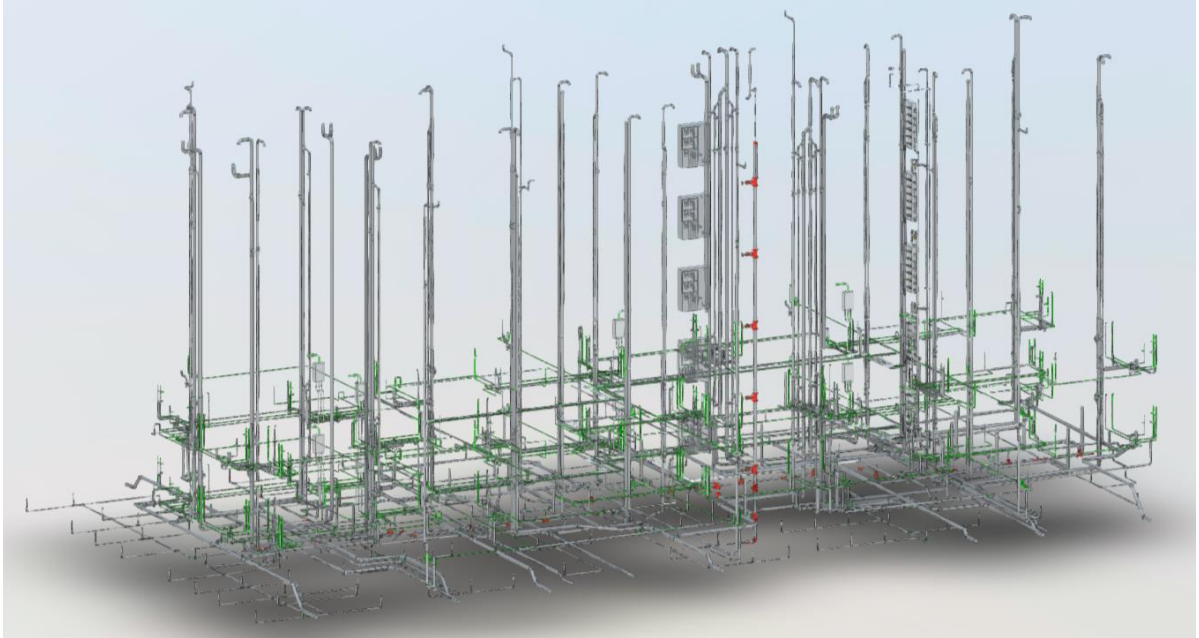
### 4.1 Proceso de modelado 3D

#### 4.1.1 Creación de modelos base

Corresponde al proceso de modelado inicial, en el cual se realizan los trazados preliminares del diseño de cada una de las especialidades contenidas dentro del alcance, teniendo en cuenta las normativas aplicables tanto externas como internas, las solicitudes del cliente y las posibles interferencias con las demás especialidades participes en el proyecto. La figura 19 presenta el modelado inicial de uno de los entregables del proyecto, correspondiente a la unidad estructural 3.

**Figura 19**

*Modelo base de diseño de la unidad estructural 3.*



*Nota. Elaboración propia*

## **4.2 Gestión de la información BIM**

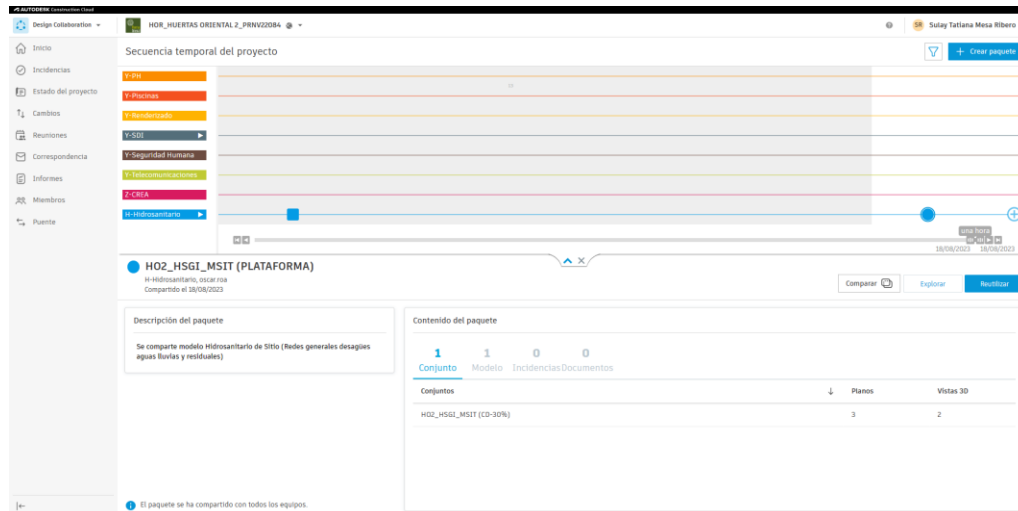
### ***4.2.1 Carga periódica de modelos***

La elaboración de los modelos requeridos para el diseño del proyecto fue uno de los principales entregables de esta práctica, pues a partir de estos el cliente junto con las demás especialidades logran realizar sus respectivas revisiones. Al ser este un proyecto colaborativo, resultó ser de vital importancia la carga periódica de los diferentes modelos sin importar que estos estuvieran en su versión final, pues mediante esto, resultó posible identificar y compartir con los demás colaboradores las interferencias, obstrucciones, dificultades constructivas, etc. (ver figura 21). La importancia del cumplimiento del calendario mencionado en la sección 3.1.3 de este documento, hizo posible la apropiación de esta metodología de manera óptima, debido a que los actores

implicados en el proceso de revisión solo tenían acceso a la información ubicada en la plataforma BIM 360, compartida en la pestaña de diseño colaborativo del proyecto mostrada en la figura 20.

**Figura 20**

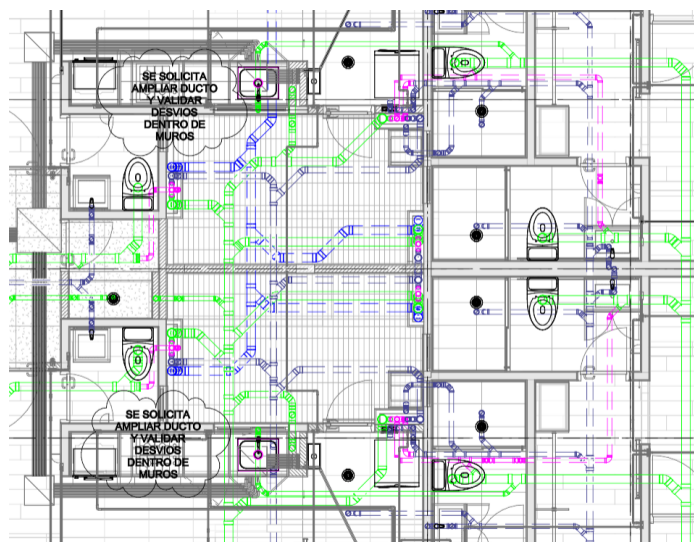
*Pestaña de diseño colaborativo del proyecto Huertas Oriental*



*Nota. Tomado de: BIM 360 – Autodesk*

**Figura 21**

*Nubes de revisión y/o solicitud en modelos base de diseño*



*Nota. Elaboración propia*

#### 4.2.2 Comités de coordinación

Posterior a la carga de cada uno de los modelos del proyecto, fue de vital importancia la socialización de estos con las demás especialidades en conjunto para realizar las solicitudes correspondientes a sus respectivos modelos. Esto con el fin de tener aval de realizar o tomar decisiones conceptualmente diferentes en las que se podía ver afectado o no el diseño de las demás especialidades que hacían parte del proyecto. Lo anteriormente mencionado fue realizado como se describió en el capítulo 3.1 de este documento. El producto final corresponde a las actas de reunión realizadas en cada uno de dichos comités, en donde se dejó constancia de cada uno de los acuerdos realizados, tal como se presenta a continuación en la figura 22.

### Figura 22

#### Acta de reunión 31/08/2023 del comité de coordinación – Huertas Oriental 2

Pendientes HSGI	
Pendientes Coordinación	

**ACTA DE REUNIÓN** **HSGI INGENIERIA S.A.S.**  
Consultora en conducción de fluidos

FECHA: 31/08/2023 LUGAR: Reunión Virtual via Teams

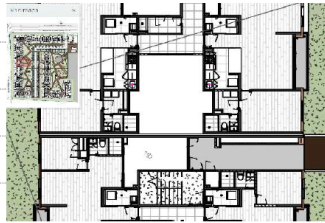
PROYECTO: HUERTAS ORIENTAL II

OBJETO: COORDINACIÓN - INCIDENCIAS

ASISTENTES		
EMPRESA	NOMBRE	FIRMA
HSGI Ingeniería S.A.S.	Jonathan Figueroa	
Coordinación AMARILLO	Oscar Roa	
Coordinación	Liliana Mora	
Arquitectura	Santiago Camargo	

**INFORMACIÓN**

1. En la torre UE7, por cambios en estructura en muro estructural colindante a UE6, se hará ajuste en arquitectura de zona común transitable, lo cual generará una posible reubicación de sifones de aguas lluvias en dicha zona



*Nota. Elaboración propia*

### 4.2.3 Coordinación y ajuste de modelos

La aplicación de la metodología BIM mediante modelos colaborativos entre especialidades permite la creación de modelos federados en los cuales se pueden identificar y localizar las interferencias constructivas presentadas entre especialidades en el modelo. En esta etapa, el coordinador BIM del proyecto, identifica las interferencias y deficiencias constructivas en los modelos, realizando así las solicitudes puntuales para cada de uno de los diseñadores del proyecto, las cuales quedan plasmadas en informes de transmisión periódicos en los que cada uno de estos puede realizar su respectiva revisión y deben ser atendidas. La figura 23 mostrada a continuación, permite apreciar uno de los modelos de revisión de incidencias realizados por el coordinador del proyecto.

#### Figura 23

*Modelo de revisión de incidencias unidad estructural 3 (UE3) – Navisworks*



*Nota. Tomado de: HSGI Ingeniería: BIM 360 – Informes de transmisión Huertas Oriental 2*

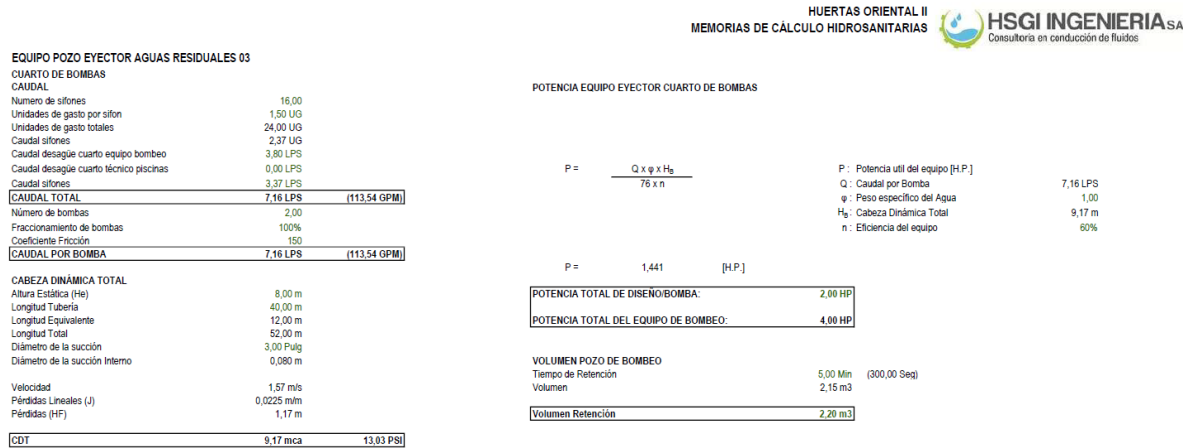
### **4.3 Apoyo en la elaboración de diseños**

#### ***4.3.1 Cálculo y diseño de redes hidrosanitarias y de gas***

Se apoya el proceso de diseño final de algunas de las especialidades una vez se tengan los modelos finales en cumplimiento con los requerimientos y aprobación del coordinador BIM. En esta etapa se realizan los cálculos finales de la información definitiva que será plasmada en los planos de diseño, las cuales en su mayoría corresponden a ajustes planimétricos, mas no de modelación. Se procura no modificar los trazados que ya han sido revisados y aprobados. El diseño corresponde a los sistemas y equipos correspondientes de las redes contenidas en el alcance del diseño del proyecto, tales como: sistemas de tuberías, sistemas de ventilación, sistemas de desfuegos, equipos contra incendios, sistemas de bombeo, almacenamiento y todos los componentes que forman parte de cada una de las redes para su óptimo funcionamiento. Cabe recalcar que el trazado inicial de los modelos fue realizado mediante un prediseño de cada una de las especialidades, lo cual se muestra a continuación; caso contrario, se presentarían modificaciones que podrían alterar la coordinación de los modelos. Las figuras 24 y 25 presentan el cálculo y dimensionamiento de los pozos eyectores de agua residual y agua lluvia ubicados en el sótano del proyecto. Por otro lado, las figuras 26 y 27 contienen el pre dimensionamiento de los sistemas de desagüe de las redes generales de agua lluvia y residual a nivel de urbanismo, respectivamente.

Figura 24

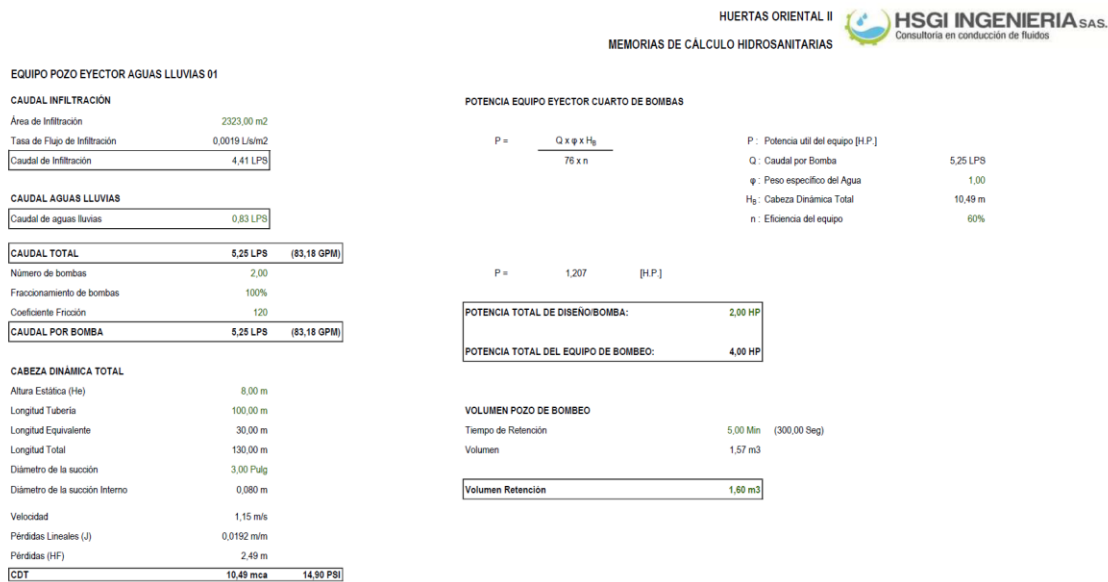
Memoria de cálculo del diseño de pozos eyectores de agua residual (sótano)



Nota. Elaboración propia

Figura 25

Memoria de cálculo del diseño de pozos eyectores de agua lluvia (sótano)




Nota. Elaboración propia

Figura 26

Memoria de cálculo colectores aguas residuales - red general

AGUAS RESIDUALES REVISIÓN No.XX

HUERTAS ORIENTAL 2  HSGI INGENIERIA S.A.S.  
MEMORIAS DE CÁLCULO HIDROSANITARIAS Consultora en construcción de Techo

**CÁLCULO DE COLECTORES URBANISMO**

**CONDICIONES COLECTOR**  
Cálculo de colectores urbano

**PARÁMETROS**  
Velocidad mínima de Diseño [m/s]: 0.6  
Velocidad máxima de Diseño [m/s]: 5.0

Fórmula utilizada MANNING

$$V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

n = Coeficiente de Manning  
R = Radio Hídrico m  
S = Pendiente Longitudinal m/m  
V = Velocidad en el tramo m/s  
Q = Caudal a tubo lleno m³/s  
A = Área Tubo m²

Unidades de Hunter por Torre:

**COLECTORES DE AGUAS RESIDUALES GENERALES**

TRAMO	UNIDADES HUNTER	UNIDADES TOTALES HUNTER	q DISEÑO lps	MATERIAL	n MANNING	PEND. [%]	DIAM. NOM. ["]	DIAM. INT. [m]	Q TUBO LL. lps	V TUBO LL. [m/s]	Velocidad [m/s]	q/Q	Y/D	THETA	RADIO HD. [m]	T [m]	LONG. [m]	COTA RASANTE [m]		COTA CLAVE [m]		COTA BATEA [m]		RECUBRIMIENTO [m]		
																		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
UES C1 No 1	C1 No 2	28.0	28.0	2.524	PVC/S	0.009	0.5%	6	0.160	18.49	0.92	0.54	0.140	0.286	2.257	0.026	0.131	11.87	2542.40	2542.40	2541.43	2541.37	2541.27	2541.21	0.97	1.03
UES C1 No 2	C1 No 3	199.0	227.0	6.933	PVC/S	0.009	0.5%	6	0.160	18.49	0.92	0.69	0.330	0.447	2.928	0.037	0.196	11.87	2542.40	2542.40	2541.37	2541.31	2541.21	2541.15	1.03	1.09
UES C1 No 3	C1 No 4	44.0	271.0	6.637	PVC/S	0.009	0.4%	6	0.160	16.54	0.82	0.66	0.400	0.495	3.123	0.040	0.199	11.87	2542.40	2542.40	2541.31	2541.27	2541.15	2541.11	1.09	1.13
UES C1 No 4	C1 No 5	150.0	429.0	8.192	PVC/S	0.009	0.4%	6	0.160	16.54	0.82	0.71	0.500	0.562	3.388	0.043	0.172	11.87	2542.40	2542.40	2541.27	2541.22	2541.11	2541.06	1.13	1.16
UES C1 No 5	C1 No 6	166.0	595.0	9.770	PVC/S	0.009	0.4%	6	0.160	16.54	0.82	0.74	0.590	0.620	3.626	0.045	0.181	11.87	2542.40	2542.40	2541.22	2541.17	2541.06	2541.01	1.16	1.23
UES C1 No 6	C1 No 7	223.0	818.0	11.728	PVC/S	0.009	0.4%	6	0.160	16.54	0.82	0.79	0.710	0.694	3.940	0.047	0.189	11.87	2542.40	2542.40	2541.17	2541.13	2541.01	2540.97	1.23	1.27
UES C1 No 7	C1 No 8	223.0	1041.0	13.495	PVC/S	0.009	0.4%	6	0.160	16.54	0.82	0.82	0.820	0.769	4.277	0.048	0.194	11.87	2542.40	2542.40	2541.13	2541.08	2540.97	2540.92	1.27	1.32
UES C1 No 8	C1 No 9	194.0	1235.0	14.994	PVC/ALC	0.009	0.4%	8	0.182	23.30	0.90	0.83	0.640	0.651	3.755	0.052	0.210	11.87	2542.40	2542.40	2541.08	2541.03	2540.92	2540.85	1.32	1.37
UES C1 No 9	C1 No 10	480.0	1715.0	18.637	PVC/ALC	0.009	0.4%	8	0.182	23.30	0.90	0.89	0.800	0.755	4.211	0.055	0.220	11.87	2542.40	2542.40	2541.03	2540.99	2540.85	2540.80	1.37	1.41
UES C1 No 10	C1 No 11	555.0	2270.0	22.325	PVC/ALC	0.009	0.6%	8	0.182	28.54	1.10	1.09	0.790	0.748	4.179	0.055	0.329	11.87	2542.40	2542.40	2540.99	2540.92	2540.80	2540.73	1.41	1.46
UES C1 No 11	C1 No 12	480.0	2750.0	25.787	PVC/ALC	0.009	0.7%	8	0.182	30.82	1.18	1.19	0.940	0.783	4.346	0.055	0.387	11.87	2542.40	2542.40	2540.92	2540.83	2540.73	2540.65	1.46	1.57
UES C1 No 12	POZO	480.0	3230.0	29.875	PVC/ALC	0.009	0.8%	8	0.182	32.95	1.27	1.30	0.910	0.836	4.614	0.055	0.443	11.87	2542.40	2542.40	2540.83	2540.74	2540.65	2540.56	1.57	1.66

Nota. Elaboración propia

Figura 27

Memoria de cálculo colectores aguas lluvias - red general

ALL GENERAL REVISIÓN No.XX

NOMBRE DEL PROYECTO  HSGI INGENIERIA S.A.S.  
MEMORIAS DE CÁLCULO HIDROSANITARIAS Consultora en construcción de Techo

**CONDICIONES COLECTOR**

**PARÁMETROS**  
Velocidad mínima de Diseño [m/s]: 0.6  
Velocidad máxima de Diseño [m/s]: 5.0

Fórmula utilizada METCOO RACIONAL

$$Q = C \times i \times A$$

C = Coeficiente de Escorrentía  
i = Intensidad promedio de la lluvia LPS/m²  
A = Área de Drenaje m²

100 mm/h  
%Periodo de retorno 10 años 10 minutos de acuerdo a NTC 1500 2010

**COLECTOR DE AGUAS LUVIAS- PLATAFORMA**

TRAMO	Caudal Total [lps]	MATERIAL	n MANNING	PEND. [%]	DIAM. NOM. ["]	DIAM. INT. [m]	Q TUBO LL. lps	V TUBO LL. [m/s]	Velocidad [m/s]	q/Q	Y/D	THETA	RADIO HD. [m]	T [m]	LONG. [m]	COTA RASANTE [m]		COTA CLAVE [m]		COTA BATEA [m]		RECUBRIMIENTO [m]			
																Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final		
TORRE 5	TORRE 6	29.8	29.8	PVC/ALC	0.009	0.50%	10	0.227	46.96	1.16	1.08	0.640	0.651	3.755	0.065	0.327	18.20	2542.40	2542.40	2541.39	2541.30	2541.17	2541.07	1.01	1.10
TORRE 6	TORRE 7	28.8	58.7	PVC/ALC	0.009	0.50%	12	0.264	85.34	1.35	1.28	0.680	0.681	3.882	0.063	0.417	23.65	2542.40	2542.40	2541.30	2541.18	2541.02	2540.90	1.10	1.22
TORRE 7	TORRE 2B	21.8	80.5	PVC/ALC	0.009	0.50%	14	0.327	124.29	1.48	1.38	0.650	0.657	3.780	0.065	0.473	11.80	2542.40	2542.40	2541.18	2541.13	2540.86	2540.80	1.22	1.27
TORRE 2B	TORRE 8A	27.2	107.7	PVC/ALC	0.009	0.50%	16	0.362	163.01	1.58	1.48	0.660	0.663	3.806	0.105	0.526	11.80	2542.40	2542.40	2541.13	2541.07	2540.76	2540.71	1.27	1.33
TORRE 8A	TORRE 8	20.4	128.1	PVC/ALC	0.009	0.50%	16	0.362	163.01	1.58	1.57	0.790	0.749	4.179	0.109	0.546	10.70	2542.40	2542.40	2541.07	2541.01	2540.71	2540.65	1.33	1.38
TORRE 8	ENTREGA	20.9	149.0	PVC/ALC	0.009	0.60%	16	0.362	178.56	1.73	1.74	0.830	0.776	4.311	0.110	0.659	2.23	2542.40	2542.40	2541.01	2541.00	2540.65	2540.64	1.38	1.40

Nota. Elaboración propia

#### ***4.3.2 Planos finales de diseño***

Se apoya el proceso de elaboración de planimetrías finales, el cual consistió en la configuración de las vistas generadas a partir de los modelos para lograr plasmar toda la información correspondiente a los diseños en cada uno de los modelos del proyecto. Se incluyen todas y cada una de las anotaciones correspondientes al diseño de cada una de las redes del proyecto (etiquetas, notas, leyendas, rótulos, información de los componentes de los sistemas, etc.). Se realizan las modificaciones finales y se entregan los planos contenidos dentro de los modelos en diferentes formatos según corresponda para la entrega final al cliente. La figura 28 presentadas a continuación, corresponde a uno los planos finales de diseño de la red de desagües de la unidad estructural 8.




## 4.4 Parametrización de documentos

### 4.4.1 Memorias de cálculo

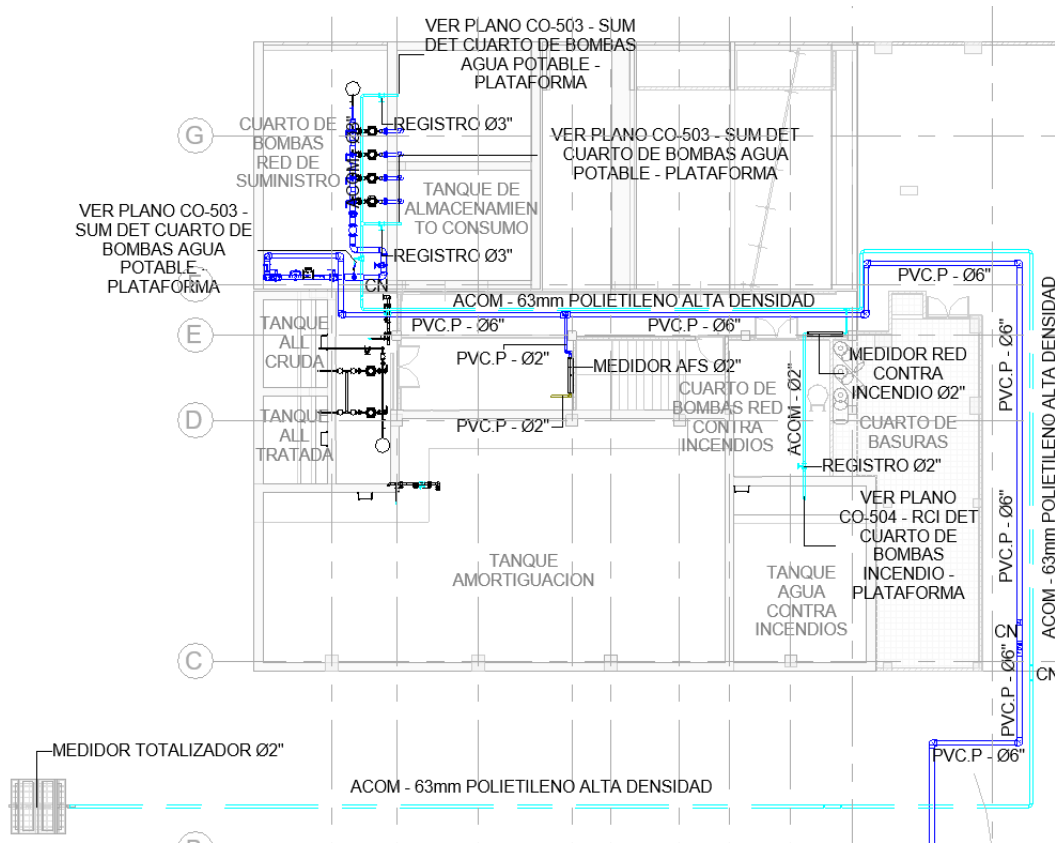
Se realizó la actualización de la memoria de cálculo correspondiente al diseño de acometidas generales. Esto, con el fin optimizar el proceso de cálculo adicionando variables de diseño que anteriormente no se consideraban, como las pérdidas por fricción de la tubería de acometida y la presión final de llegada al tanque de almacenamiento en cumplimiento con la normativa aplicable, en este caso la Norma Técnica Colombiana NTC 1500. En la figura 29 se puede apreciar la parametrización de la memoria de cálculo para acometidas generales y su aplicación para el proyecto Huertas Oriental 2 (ver figura 30).

### Figura 29

#### Memoria de cálculo acometida general

HUERTAS ORIENTAL II MEMORIAS DE CÁLCULO HIDROSANITARIAS		 <b>HSGI INGENIERIA SAS.</b> Consultoría en conducción de fluidos
<b>VOLUMEN TANQUE DE AGUA POTABLE</b>		
No. Unidades residenciales	340	
No. Habitantes por apartamento	4	
No. Habitantes en el edificio	1360	
Dotación	120 L/Hab/Día	
Tiempo de Reserva	2 Día	
<b>VOLUMEN DE RESERVA AGUA POTABLE</b>	<b>244800 Litros</b>	<b>(245,00 m<sup>3</sup>)</b>
<b>ACOMETIDA AGUA POTABLE</b>		
Volumen de Almacenamiento:	245,00 m <sup>3</sup>	
Tiempo de Llenado:	12,00 Horas	
Caudal de Llenado:	5,67 LPS	
Longitud Acometida:	80,00 m	
Longitud Equivalente:	24,00 m	
Longitud Total (L.T.):	104,00 m	
Presión Red Pública (Pe):	15,00 m.c.a.	
Coefficiente de Fricción:	150	
<b>Diámetro Requerido:</b>	<b>3/4 Pulg (0,061 m)</b>	<b>POLIETILENO ALTA DENSIDAD</b>
Pérdidas Unitarias (J):	0,05 m/m	
<b>COMPROBACIÓN POR VELOCIDAD</b>		
Área:	0,0030 m <sup>2</sup>	
Velocidad:	1,89 m/s	
Cumple:	SI	
<b>COMPROBACION DE PERDIDAS ACOMETIDA</b>		
<b>PRESION LLEGADA DEL TANQUE</b>		
Nivel de punto de empalme (Ne)	0,00 m	
Nivel superior del tanque (Ni)	0,00 m	
Pérdidas por fricción (hf = LT X J)	5,70 m	
Presión de llegada al tanque		
Ne + Pe - Ni - hf - Pd	4,67 m	
Cumple:	SI	
<b>Velocidad Máxima:</b>		
La velocidad máxima de diseño debe ser de 2m/s para tubería de diámetro inferior a 75.2mm; para diámetros de 75.2mm o mayores, la velocidad máxima debe ser de 2.50m/s.		
<b>PERDIDAS EN EL MEDIDOR</b>		
P <sub>1</sub> : Caída de presión del Q <sub>d</sub>		
P <sub>2</sub> : Caída de presión del Q <sub>d</sub> = 10 [n]	10,00 m	
Q <sub>d</sub> : Caudal de diseño [lps]	5,67 LPS	
Q <sub>n</sub> : Caudal nominal [lps]		
<b>D [mm]</b>	<b>Q<sub>d</sub> [m<sup>3</sup>/h]</b>	<b>Q<sub>d</sub> [Lps]</b>
15	3	0,83
20	5	1,39
25	7	1,94
30	10	2,78
40	20	5,56
50	30	8,33
65	50	13,89
80	75	20,83
100	120	33,33
125	185	51,39
150	270	75,00
Diámetro Medidor (φ):	50,000 mm	
Q <sub>d</sub> :	5,67 LPS	
P <sub>1</sub> :	10,000 m	
Q <sub>d</sub> :	8,33 LPS	
<b>P<sub>2</sub>:</b>	<b>4,632 m</b>	

Nota. Elaboración propia

**Figura 30***Red de suministro nivel sótano - plataforma**Nota. Elaboración propia*

#### 4.4.2 Actualización de manuales

A lo largo del desarrollo de la práctica, el periódico uso de manuales proporcionados por la empresa para el desarrollo de actividades del practicante permitió identificar posibles mejoras en los manuales destinados al proceso de modelado y gestión de la información BIM. Los manuales fueron actualizados según criterio del practicante, en los cuales se agregaron indicaciones que se consideraron pertinentes y que anteriormente no existían en estos. En la figura 31 se puede observar una de las modificaciones realizadas al manual de publicación de modelos de la empresa.

Figura 31

Manual de publicación de modelos actualizado de la empresa HSGI Ingeniería

SUBIR, PUBLICAR, Y  
COMPARTIR MODELOS

CONFIGURACIÓN SETS- VISUALIZACIÓN

Proceda a verificar la configuración de la publicación mediante la ruta ARCHIVO>EXPORTAR>DWF/DWFX.

Asegúrese de seleccionar el SET creado en la opción "EXPORTAR".

Posteriormente, en la pestaña "PROPIEDADES DWF", ajuste la configuración de impresión como se aprecia en las imágenes. Es importante que guarde dicha configuración asignándole un nombre>Aceptar>Guardar y cerrar.

Por último, proceda a sincronizar el modelo.

Dirección: Cr 19 No. 108-45 Edificio Otua Oficina 204 Bogotá D.C / Correo: contacto@hsgl.co / Celulares: 3115638951- 3158035122 / Telefono: 7033262

**HSGI INGENIERÍA SAS.**  
Consultoría en conducción de fluidos

Nota. Elaboración propia

#### 4.4.3 Familias Revit

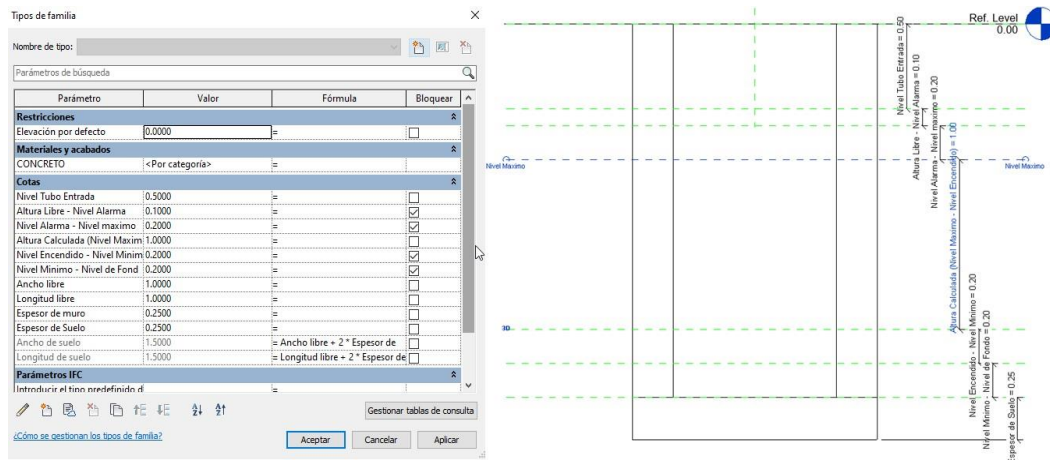
De manera similar al proceso de actualización de manuales, el extenso proceso de modelado del proyecto y el uso de familias permitió evidenciar la falta de parametrización de algunas de estas, contenidas en los modelos del proyecto. Con el fin de optimizar procesos de modelado se realizó la parametrización y la actualización de algunas familias de Revit.

- **Familias pozos eyectores:** fueron generadas a partir de modelo genéricos en los cuales se crearon parámetros para definir geometrías asociadas al cálculo numérico, como niveles y dimensiones en planta. Esto permite un ajuste rápido cada vez que se cambian las condiciones hidráulicas del pozo por cambios en las redes atendidas. Anteriormente, dichas familias eran ajustadas manualmente, generando así una

familia por cada unidad existente y demorando el proceso de modelado para cada unidad. Las familias creadas se presentan a continuación en las figuras 32 a 35, en donde se presenta su respectiva aplicación en los planos de diseño del proyecto.

**Figura 32**

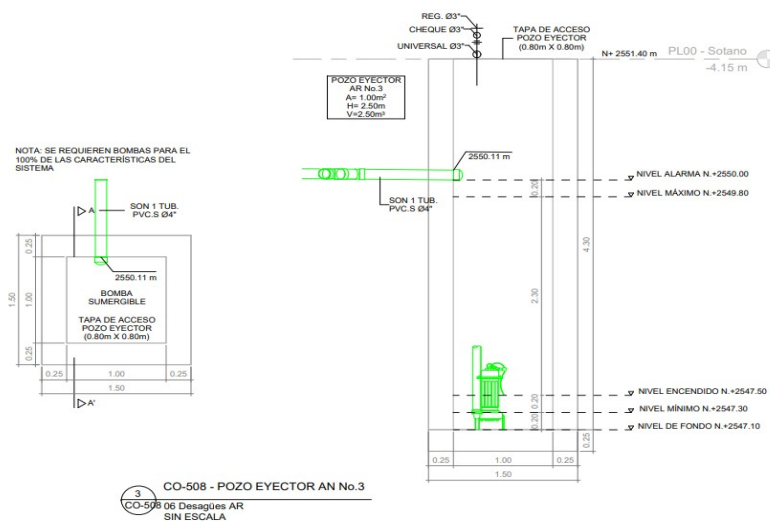
*Familia parametrizada pozo eyector aguas residuales*



*Nota. Elaboración propia*

**Figura 33**

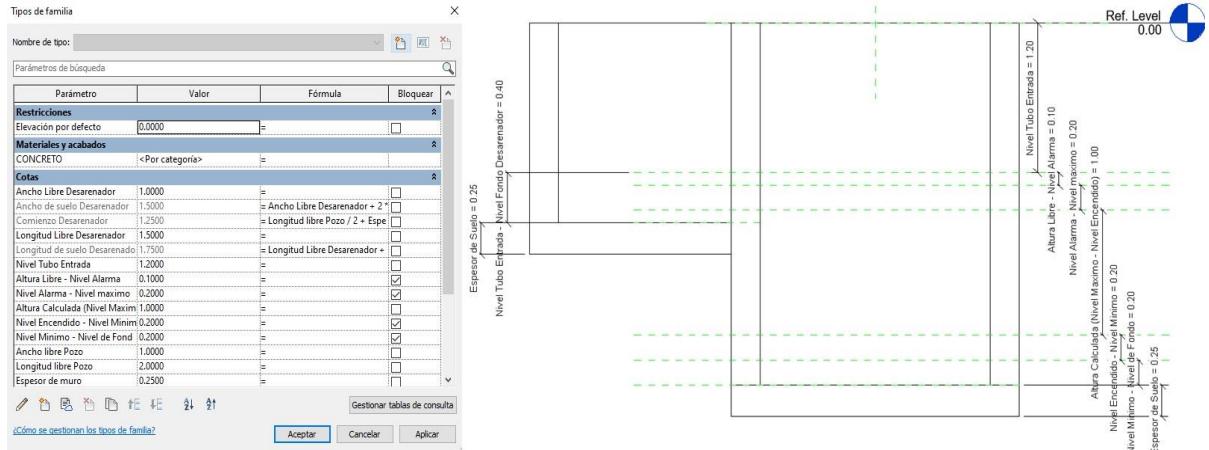
*Detalle pozo eyector aguas negras No.3*



*Nota. Elaboración propia*

**Figura 34**

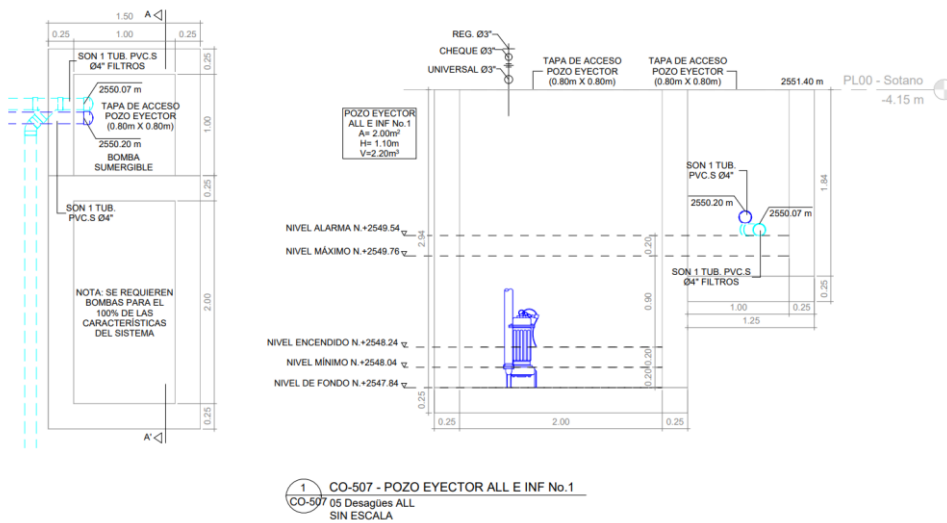
*Familia parametrizada pozo ejector aguas de infiltración*



*Nota. Elaboración propia*

**Figura 35**

*Detalle pozo ejector aguas lluvias e infiltración No.1*

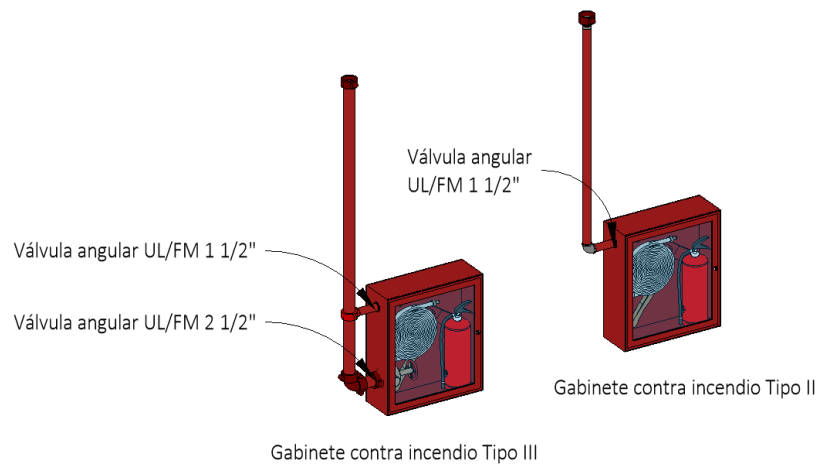


*Nota. Elaboración propia*

- **Familia gabinetes clase II y III:** fueron actualizadas las bibliotecas de familias Revit de la empresa con nuevos modelos paramétricos. Los modelos de gabinetes contra incendio clase I y clase II fueron reemplazados por archivos con mejor calidad de detalle y en un archivo unificado. La figura 36 muestra los modelos paramétricos correspondientes a los gabinetes clase II y clase III mencionados y a su vez, su respectivo uso en los modelos del proyecto Huertas Oriental 2 en la figura 37.

**Figura 36**

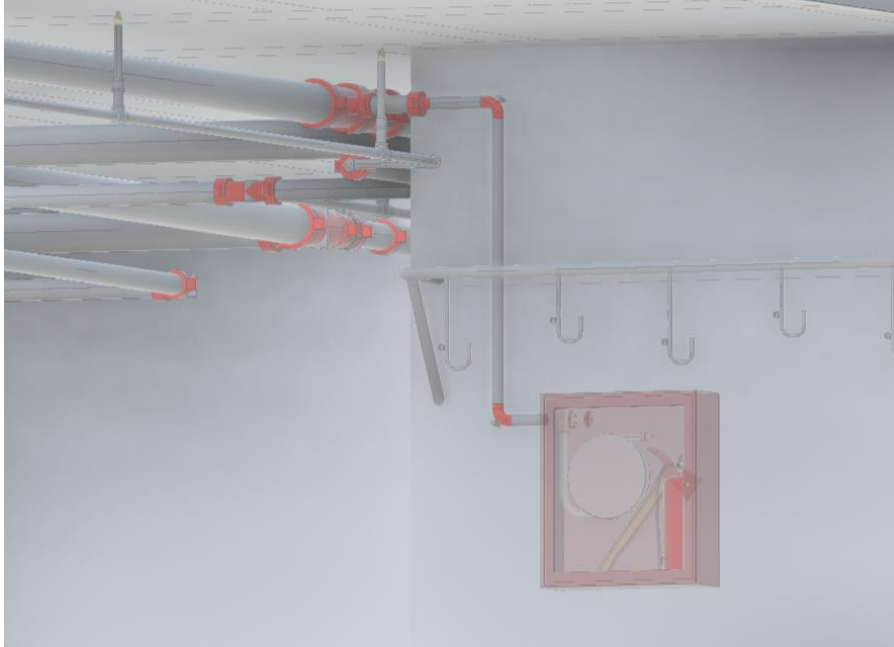
*Familia parametrizada gabinetes contra incendio clase II y III*



*Nota. Elaboración propia*

**Figura 37**

*Familia parametrizada de gabinetes contra incendio clase II –plataforma*



*Nota. Elaboración propia*

## 5 Conclusiones

El desarrollo de esta práctica empresarial permitió adquirir y desarrollar habilidades requeridas para llevar a cabo el proceso de diseño y modelado del proyecto Huertas Oriental 2. Así mismo, alcanzar de manera óptima los resultados esperados a través de entregables solicitados para el diseño del proyecto, proceso mediante el cual se logró proponer herramientas para optimizar el procedimiento de diseño a nivel interno de la empresa, tales como parametrización de documentos, familias editables, instructivos y/o manuales.

El manejo y gestión de la información mediante la metodología BIM fue adoptado de manera correcta y específica, lo cual resultó ser de vital importancia para alcanzar los estándares y tiempos establecidos por la empresa con el cliente. La coordinación constante con los demás responsables de cada especialidad del proyecto permitió llevar a cabo un óptimo proceso de modelado con el fin de evitar inconvenientes que pudieran implicar retrocesos en la modelación y/o futuros inconvenientes en la etapa constructiva.

Se logra evidenciar que la parametrización de insumos requeridos en el proceso de diseño permite dar eficacia y eficiencia a los tiempos de ejecución de este. Por otra parte, la experiencia recopilada permite identificar y formular instructivos que puedan acelerar el proceso de aprendizaje de futuros miembros de la empresa, principalmente en el desarrollo de tareas que demanden tiempos de adaptación prolongados durante la formación estos.

## **6 Recomendaciones**

Se considera importante que las nuevas generaciones de ingenieros reciban la formación necesaria para emplear este tipo de metodologías, de tal forma que les sea posible posicionarse de buena manera en el mercado laboral actual, pudiendo aspirar a todo tipo solicitudes requeridas en el gremio de la ingeniería. Esto, debido a que la mayoría de las empresas en el gremio han venido adoptando este tipo de metodologías, gracias a la mejora de la calidad de la construcción que desemboca en beneficios económicos para las mismas.

### Referencias bibliográficas

- Angarita, j. a. m., Patiño, c. m. a., & rodríguez, m. p. g. (2020). aplicación de metodología bim para la optimización en los diseños hidrosanitarios en las edificaciones.
- Barreto García, A. F. (2020). El BIM en la interventoría de proyectos: aportes para la reducción de sobrecostos y reprocesos desde la etapa de diseño.
- Bohórquez Aliaga, A. H. (2022). Implementación de la metodología BIM en el diseño de las instalaciones sanitarias De un condominio multifamiliar de 15 niveles y 3 sótanos ubicado en el distrito de José Luis Bustamante y Rivero - Arequipa.
- Carmona, R. P. (2015). Instalaciones hidrosanitarias, de gas y de aprovechamiento de aguas lluvias en edificaciones. Ecoe Ediciones.
- Duarte Otalora, Y. (2019). Práctica empresarial como ingeniera auxiliar encargada de obras hidrosanitarias y gas, de los conjuntos residenciales portal de la Loma y Terrarium en Bucaramanga, departamento de Santander.
- Hurtado, J. G. O. (2015). La gerencia BIM como sistema de gestión para proyectos de construcción. Gerencia tecnológica informática, 14(38), 2.
- ICONTEC. (2006). Instalaciones para suministro de gas combustible destinadas a usos residenciales y comerciales. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación-ICONTEC.
- ICONTEC. (2009). Norma para la instalación de conexiones de mangueras contra incendio. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación-ICONTEC.
- ICONTEC. (2017). Código Colombiano de Fontanería NTC 1500, tercera actualización. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación-ICONTEC.

Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Colombia. In Desarrollo e innovación en ingeniería (pp. 167-173). Instituto Antioqueño de Investigación (IAI).

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente. NSR-10, TÍTULO J, requisitos de protección contra incendios en edificaciones.

Ministerio de minas y energía. (2013). Resolución 90902. Anexo 1 “Por el cual se adoptan las normas: NTC 2505 (cuarta actualización, 2006) , NTC 2050 (primera actualización 1996), NTC 3631 (segunda actualización, 2011) , NTC 3833 (primera actualización, 2003) , NTC 3838 (tercera actualización, 2007), NTC 4282 (primera actualización, 2003) , NTC 3949 (primera actualización, 2002) y la resolución 9 0708 de 30 de agosto de 2013 que expide el Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas-RETIE”.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2020). Estrategia Nacional BIM 2020-2026.

Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. (2017). Resolución número 0330 “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009”. Bogotá.

NFPA 13. (2019). Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores. Asociación Nacional De Protección Contra Incendios.

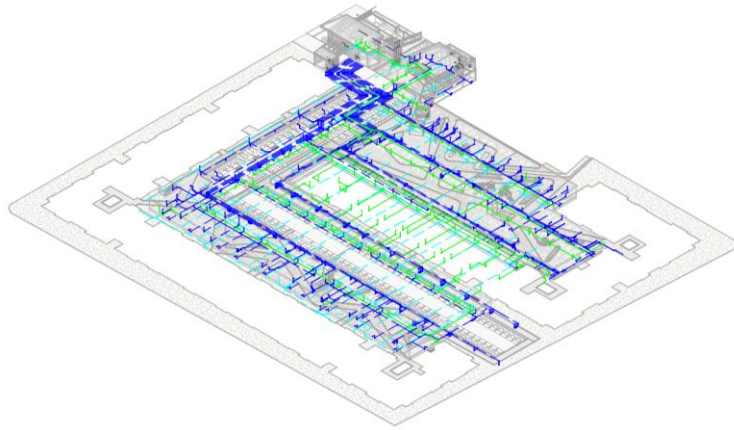
NFPA 20. (2019). Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias para Protección contra Incendios. Asociación Nacional De Protección Contra Incendios.

Olin Sánchez, M. (2018). Creación de una empresa constructora de instalaciones hidrosanitarias. Escuela superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad Tecamachalco.

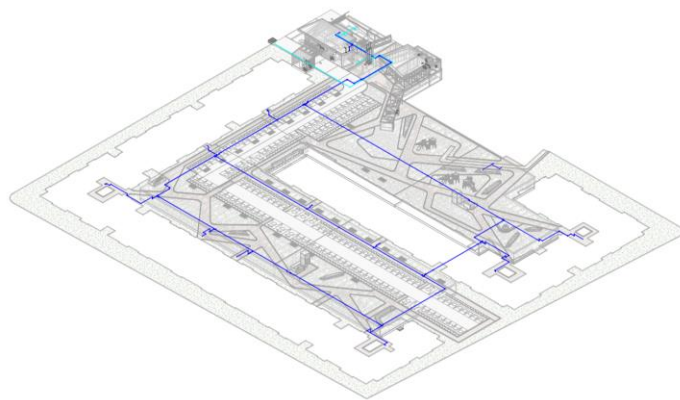
- Palomeque, Z. A., Vinasco, I. C. C., & Calderón, S. (2018). BIM, un paso en lo académico. Reflexión sobre la implementación de la metodología BIM.
- Quintero, A., Hernández, A. y Pedraza, J. (2023). Desarrollo de una guía metodológica para la implementación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en empresas de ingeniería en Colombia: enfoque práctico para proyectos de diseño de infraestructura vial. Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Quishpe Coro, F. P. (2015). Diseño de las instalaciones hidrosanitarias y el sistema contra incendios del Edificio Residencial Grunn (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Ramírez León, J. A. (2018). Comparación entre metodologías building information modeling (BIM) y metodologías tradicionales en el cálculo de cantidades de obra y elaboración de presupuestos. Caso de estudio: edificación educativa en Colombia.
- Trejo Carvajal, N. A. (2018). Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción.
- Villegas Molina, S. (2020). Diseño de instalación de gas natural para una vivienda multifamiliar “Edificio Mauricio IV”.

## Anexos

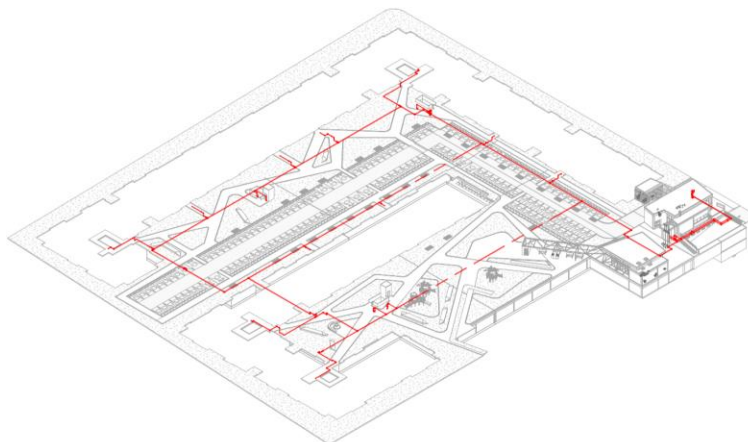
### Anexo 1. Modelo de plataforma – redes de desagüe



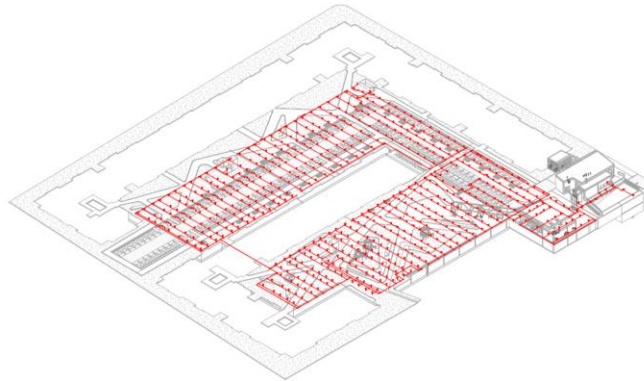
### Anexo 2. Modelo de plataforma – redes de suministro



### Anexo 3. Modelo de plataforma – redes de protección contra incendios (sistema de mangueras)



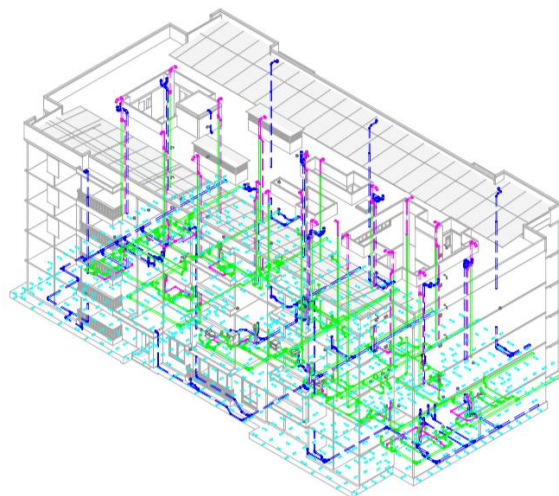
**Anexo 4.** *Modelo de plataforma – redes de protección contra incendios (sistema de rociadores)*



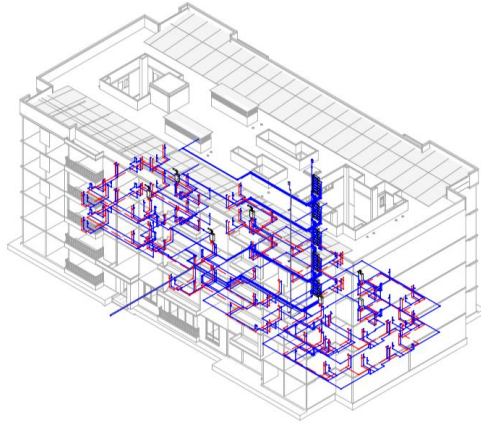
**Anexo 5.** *Modelo de urbanismo – redes de desagüe*



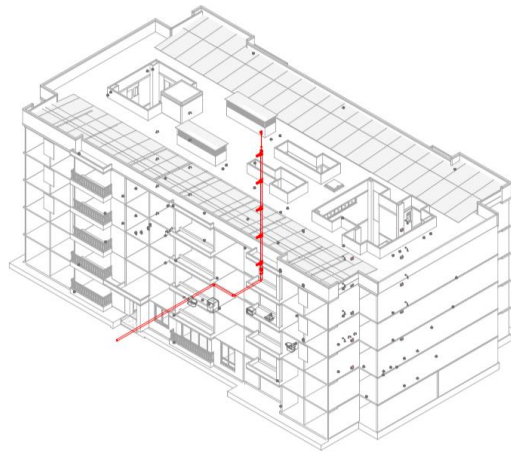
**Anexo 6.** *Modelo de torre tipo – unidad estructural 8 (red de desagües)*



**Anexo 7.** *Modelo de torre tipo – unidad estructural 8 (red de suministro)*



**Anexo 8.** *Modelo de torre tipo – unidad estructural 8 (red de protección contra incendios)*



Anexo 9. Informe de solución de incidencias – unidad estructural 8

Pendientes coordinación interna		Pendientes coordinar cliente/otras especialidades					
No.	DESCRIPCIÓN	INTERFERENCIA	REGISTRO	DESCRIPCIÓN	SOLUCIÓN	REGISTRO	OBSERVACIONES
30	30. HS. Indicar países requeridos para coordinación con Estructura			Se esta validando a nivel interno por parte de ing. A cargo y posteriormente sera enviado por correo para aval de estructura.			
31	31. HS. Ajustar ubicación de sifones según solicitud de Arqnta. Distribuyendo de manera optima en el área a desague			Todos los sifones en los vacos fueron ubicados según Arquitectura			
32	32. RCJ-SUM. Usar tubería por deprindo- POR NUBES COORDINAMENTE EN CORTE			Se defino tubería de incendios por pase en vigas y suministro y gas por deprindo			
35	35. HS. Desplazar tubería para evitar cruce con caja elec (tener en cuenta desplazamiento de caja)			Se realizaron los desvíos del trazado de la red correspondientes			
37	37. HS. Revisar nivel de tubería para evitar cruce con red elect			En primer paso, se ajustaron los niveles de la manera en que se muestra en la imagen			Electrico realizara ajustes de tuberías por la parte superior de la placa, queda pendiente verificar niveles y 0 cruces con redes HSG posterior a ajustes
48	48. HS. Eliminar punto suministro en P1			Se elimino el punto en la puerta y se realizo el trazado hasta el lavadero			
53	53. HS. Ubicar desague proximo al indicado por ARQ para eliminar cruce con suministro			Se ajustaron trazados para eliminar cruces de sifones con tuberías de suministro			
56	56. HS. Cruce con red elect - Ajustar trazado			Se realizaron los desvíos del trazado de la red correspondientes			
62	62. HS. Cruce con red Ritel			En apartamentos tipo, se ajustaron los niveles de la manera en que se muestra en la imagen			Los cruces generados con electricos seran atendidos puntualmente una vez el electrico haga los ajustes correspondientes y la unificación de niveles en cada modelo
87	87. HS. Eliminar en P1			Se elimino el punto en la puerta y se realizo el trazado hasta el lavadero			
88	88. HS. Incluir suministro y desague en lavaderos de P1 ubicados en patios			se realizo el trazado hasta el lavadero			
128	128. GAS. Ajustar distancia a 0.15m a muro según lo definido en Comité del 25.05.2023 - Aplica para todos los calentadores			Se ajusto la posición de todos los calentadores en los apartamientos tipo			

**Anexo 10. Unidades de gasto – red general de aguas residuales**

UNIDADES ESTRUCTURALES		APTO. J		APTO. H		APTO. I		APTO. L		APTO. K		APTO. G		TOTAL APTOS	TOTAL UNIDADES
		CANT APTOS	UNIDADES HUNTR	CANT APTOS	UNIDADES	CANT APTOS	UNIDADES	CANT APTOS	UNIDADES	CANT APTOS	UNIDADES	CANT APTOS	UNIDADES		
UE1	TORRE 10	10	16	10	16			5	11	15	20	5	16	45	755
UE2	TORRE 11	20	16					5	11	5	20	5	16	35	555
UE3	TORRE 12	10	8	20	8									30	240
UE4	TORRE 13			20	8					10	11			30	270
UE5	TORRE 14	10	16					5	11	15	20	5	16	35	595.0
UE6	TORRE 15	10	16	30	16									40	640
UE7	TORRE 16	10	16	20	16									30	480
UE2	TORRE 17	20	16					5	11	5	20	5	16	35	555
UE8	TORRE 18	10	16	10	16	10	16							30	480
UE8	TORRE 19	10	16	10	16	10	16							30	480
<b>TOTAL</b>														<b>340</b>	<b>5050</b>

**Anexo 11. Áreas aferentes – red general de aguas lluvias**

ID DRENADA	C	Area	I	q DISEÑO	DIAM. Calc.	DIAM. Diseño
		[m <sup>2</sup> ]	[lps/m <sup>2</sup> ]	lps	[ Pulg]	[ " ]
TORRE 5	1,000	900,000	0,0278	25,00	5,8501	
TORRE 6	1,000	902,000	0,0278	25,06	5,8550	4
TORRE 7	1,000	672,000	0,0278	18,67	5,2431	2
TORRE 2B	1,000	787,600	0,0278	21,88	5,5646	2 2/3
TORRE 8 A	1,000	653,000	0,0278	18,14	5,1870	2 2/3
TORRE 8	1,000	653,000	0,0278	18,14	5,1870	2 2/3

ID DRENADA	C	Area	I	q DISEÑO	DIAM. Calc.	DIAM. Diseño
		[m <sup>2</sup> ]	[lps/m <sup>2</sup> ]	lps	[ Pulg]	[ " ]
TORRE 5	0,400	435,000	0,0278	4,83	3,1588	
TORRE 6	0,400	340,000	0,0278	3,78	2,8800	4
TORRE 7	0,400	285,000	0,0278	3,17	2,6956	2
TORRE 2B	0,400	475,000	0,0278	5,28	3,2648	2 2/3
TORRE 8 A	0,400	205,000	0,0278	2,28	2,3823	2 2/3
TORRE 8	0,400	250,000	0,0278	2,78	2,5664	2 2/3