

APOYO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM, EN LA PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN, PARA LA DETECCIÓN Y AJUSTES DE COLISIONES RELACIONADAS CON REDES SANITARIAS Y PLUVIALES.

PAULA ANDREA ARDILA NIÑO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2018

**APOYO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM, EN LA PLANIFICACIÓN DE
PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN, PARA LA DETECCIÓN Y AJUSTES DE
COLISIONES RELACIONADAS CON REDES SANITARIAS Y PLUVIALES.**

PAULA ANDREA ARDILA NIÑO

**Trabajo de Grado en modalidad de práctica empresarial para optar al título
de Ingeniera Civil**

Director

OMAR GIOVANNY SÁNCHEZ RIVERA

MSc. en Ingeniería Civil

Codirector

KAREN MILADY CASTAÑEDA PARRA

Ingeniera Civil

Tutor

CRISTIAN DANIEL GUTIÉRREZ SANABRIA

Ingeniero Civil

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2018

DEDICATORIA

A Dios por ser mi eterno guía en cada paso de mi vida y darme las fuerzas en los momentos de lucha en mi carrera.

A mis padres, Leonor Niño y Javier Ardila por su esfuerzo incansable, amor y por su apoyo sin reproche alguno durante mis estudios.

A Mis hermanos y familiares por sus palabras de aliento y compañía.

“El camino al éxito se basa en la perseverancia, amor y disciplina en las tareas del día a día “

AGRADECIMIENTOS

A mis profesores que hicieron parte de mi formación, mi tutor en la empresa Cristian Gutiérrez y director de la universidad Omar Giovanni Sánchez, por compartir sus conocimientos para lograr esta meta.

Al Ingeniero Cesar Augusto Ardila Cárdenas por la oportunidad que me brindo de hacer parte de la empresa Arca Proyectos & Construcciones S.A.S., durante el tiempo de práctica.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. OBJETIVOS.....	16
1.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
2. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA.....	17
2.1 MISIÓN	17
2.2 VISIÓN.....	18
3. MARCO CONCEPTUAL	19
3.1 BIM “BUILDING INFORMATION MODELING”	19
3.1.1 Autodesk Revit 2018.....	20
3.1.2 Autodesk Navisworks 2018.....	20
3.2 RED SANITARIA	20
3.3 RED PLUVIAL DOMICILIARIA	21
3.4 RED DE VENTILACIÓN.....	21
4. METODOLOGÍA	23
4.1 ESTUDIO DE LAS NORMAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES DE REDES SANITARIAS Y PLUVIALES	24
4.2 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO	24
4.3 MODELOS ARQUITECTÓNICOS Y ESTRUCTURALES.....	25
4.4 DESARROLLO DEL MODELAMIENTO Y DISEÑO DE LAS REDES SANITARIAS Y PLUVIALES.....	26
4.4.1 Interpretación y modelado de pre-diseños.....	28
4.4.2 Definición del material de tubería y sistema.....	28
4.4.3 Trazado y modelado de la red sanitaria	29
4.4.4 Diseño de la tubería y bajantes sanitarias.	32

4.4.5 Trazado y modelado red pluvial	34
4.4.6 Diseño de la red pluvial	35
4.5 CHEQUEO Y AJUSTE DE INTERFERENCIAS.....	38
4.6 CANTIDADES DE OBRA.....	43
4.7 PRESUPUESTO DE OBRA.....	44
4.8 ENTREGABLES FINALES DEL PROYECTO.....	45
4.8.1 Modelo en el Software Autodesk Revit 2018	45
4.8.2 Memorias de cálculo y teóricas.....	46
4.8.3 Generación de planos.....	46
4.8.4 Radicación de diseños.....	47
4.8.5 Presupuesto de redes.....	47
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	48
6. CONCLUSIONES	50
BIBLIOGRAFÍA.....	52
ANEXOS	54

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Periodo de diseño de acuerdo a las características del área de drenaje .	36
Tabla 2. Coeficiente de escorrentía de acuerdo al uso de la edificación.	36
Tabla 3. Resumen de los primeros resultados de chequeo colisiones	41
Tabla 4. Resumen de los últimos resultados de chequeo colisiones	43

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Logo Arca Proyectos & Construcciones S.A.S	17
Figura 2. Metodología para el desarrollo del proyecto.	23
Figura 3. Modelo arquitectónico en Autodesk Revit 2018.	26
Figura 4. Modelo estructural en Autodesk Revit 2018.	26
Figura 5. Modelado de red sanitaria de baño en Autodesk Revit 2018.	30
Figura 6. Modelado de ventilación de bajantes sanitarias en Autodesk Revit 2018.	31
Figura 7. Modelo del isométrico de red sanitaria en Autodesk Revit 2018.	31
Figura 8. Modelado del isométrico de red pluvial en Autodesk Revit 2018.	35
Figura 9. Modelado pozo eyector en Autodesk Revit 2018.	38
Figura 10. Modelo en 3D de todas las redes del proyecto en el Software Navisworks Manage 2018.	39
Figura 11. Primeros resultados de chequeo de colisiones.	40
Figura 12. Primeros resultados de chequeo de colisiones.	40
Figura 13. Últimos resultados de chequeo de colisiones.	42
Figura 14. Últimos resultados de chequeo de colisiones.	42
Figura 15. Últimos resultados de chequeo de colisiones.	42
Figura 16. Tabla de cantidades obtenida por el software Autodesk Revit 2018. ...	44
Figura 17. Modelado de las redes de desagüe en Autodesk Revit 2018.	46
Figura 18. Plano de la planta del primer piso y localización.	47
Figura 19. Colisión entre aparato sanitario y tubería sanitaria	48

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Unidades de Descarga	54
Anexo B. Diámetros mínimos para tubería de desagüe.....	55
Anexo C. Dimensiones de los tubos de ventilación	56
Anexo D. Primeros Resultados de Análisis de Colisiones	57
Anexo E. Últimos resultados de análisis de colisiones	58
Anexo F. Cantidades de obra de red sanitaria y pluvial	60
Anexo G. Presupuesto de la Red Sanitaria y Pluvial	62
Anexo H. Chequeo de colectores sanitarios	64
Anexo I. Chequeo red de ventilación	65
Anexo J. Chequeo bajantes pluviales	66
Anexo K. Chequeo colectores pluviales.....	67

RESUMEN

TITULO: APOYO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM, EN LA PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN, PARA LA DETECCIÓN Y AJUSTES DE COLISIONES RELACIONADAS CON REDES SANITARIAS Y PLUVIALES*

AUTOR: PAULA ANDREA ARDILA NIÑO

PALABRAS PLAVE: BIM “BUILDING INFORMATION MODELING”, RED SANITARIA, RED PLUVIAL, COLISIONES, CANTIDADES DE OBRA, PRESUPUESTO.**

DESCRIPCIÓN:

El presente documento contiene la descripción de las diferentes actividades realizadas como auxiliar de diseño, gestión y modelamiento de las redes sanitarias y pluviales bajo metodología BIM “Building Information Modeling” mediante los Software Autodesk Revit 2018, en la empresa Arca Proyectos & Construcciones S.A.S., mostrando los procedimientos ejecutados así como también los parámetros de diseño a tener en cuenta para el dimensionamiento de las redes, con el fin de proporcionar en los proyectos mayor eficiencia en los resultados y optimización de los recursos en los diseños finales.

Se presenta el método utilizado para el chequeo de interferencias entre las redes hidro-sanitarias por medio del software Autodesk Navisworks 2018 para la corrección de colisiones y obtener como producto final la generación de planos, las memorias de cálculos, las cantidades de obra, el presupuesto de las instalaciones de las redes, manejando los instrumentos bajo el control y supervisión de profesionales integrales con gran conocimientos prácticos y teóricos de las redes sanitarias y pluviales para que de esta manera se pueda garantizar requerimientos de normatividad propias de cada red, calidad, capacidad y adaptación a las características propias del proyecto, exigidas por las empresas publicas prestadoras de servicio (EMPAS S.A.), siendo esto el principal objetivo durante la planificación y ejecución de un proyecto de construcción, dando sentido a la realización de una práctica empresarial con alto desempeño profesional.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: M.Sc Omar Giovanni Sánchez Rivera.

ABSTRACT

TITLE: APOYO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM, EN LA PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN, PARA LA DETECCIÓN Y AJUSTES DE COLISIONES RELACIONADAS CON REDES SANITARIAS Y PLUVIALES.*

AUTHOR: PAULA ANDREA ARDILA NIÑO**

KEYWORDS: BUILDING INFORMATION MODELING, SANITARY NETWORK, RAIN NETWORK, COLLISIONS, AMOUNTS OF WORK, BUDGET.

DESCRIPTION:

The present research article contains a description of the activities carried out during the course of work at Arca Proyectos & Construcciones S. A. S., as a sewage and drainage system design and modelling assistant using BIM (Building Information Modelling) methodology and Autodesk Revit 2018 software. The article described the procedures carried out and the parameters of design considered for dimensioning the systems, by the purpose to provide in the projects major efficiency in the results and optimization of the resources in the final designs.

A description is given of the method used for verifying interferences between the water and sewage systems using Autodesk Navisworks 2018 software for clash correction and to obtain, as an end product, calculation logs, quantities of work, and costing of the system installation, using the instruments under the control and supervision of integral professionals with great practical and theoretical knowledge of the sanitary and pluvial networks, in order to meet requirements governing standards, quality, capacity and adaptation to the project characteristics, as required by publicly-owned service providers (EMPAS S.A.). This being the main objective during the planning and execution of a construction project, giving meaning to the realization of a business practice with high professional performance.

* Degree Work

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: M.Sc Omar Giovanni Sánchez Rivera.

INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción en Colombia se ha observado un rápido incremento en el desarrollo de obras civiles, originando que los proyectos de construcción sean cada vez más complejos y por esto las empresas se vean obligadas a evolucionar con el fin de ser más competitivas¹. Sin embargo, es común que en los proyectos de ingeniería se encuentren falencias durante los procesos constructivos generando así sobrecostos, interferencias, desperdicios, correcciones de errores en la puesta en marcha y retrasos de obra². Esto se debe a que en las técnicas tradicionales de diseño no se contempla la unificación de las diferentes ramas de la ingeniería, ocasionando incertidumbres e inseguridades en la planificación de obra³.

Actualmente la mayoría de empresas constructoras ejecutan proyectos manejando software de diseño en (CAD 2D), pero el alcance de estos son muy bajos porque presentan características geométricas individuales⁴. Por esto es necesario la implementación de herramientas que tengan en cuenta las diferentes disciplinas de la ingeniería, materiales y elementos para la visualización del avance real de un proyecto en 3D⁵; donde haya la posibilidad de adicionar información para imitar el comportamiento real de un proceso constructivo y de esta manera que el presupuesto planificado no tenga gran variación con el costo final del proyecto⁶.

¹ SALAZAR, A. M. Impacto económico del uso de BIM en el desarrollo de proyectos de construcción en la ciudad de Manizales (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia. 2017

² MOJICA, A., & V, DIEGO. Implementación de las metodologías BIM como herramienta para la planificación y control del proceso constructivo de una edificación en Bogotá (tesis de pregrado). Universidad Pontificia Javeriana, Bogotá, Colombia. 2012

³ SALAZAR, A. M. Op. Cit.

⁴ TRISTANCHO, J., CONTRERAS, L y VARGAS, L. Aplicación del modelo integrado de desarrollo (BIM) en el diseño de proyectos para oficina abierta. En Ingeniería, Vol. 16 No. 2, 2011 pág. 78-81

⁵ MOJICA, A., & V, DIEGO. Op. Cit.

⁶ PORRAS-DÍAZ, Hernán; SÁNCHEZ-RIVERA, Omar Giovanny; GALVIS-GUERRA José Alberto; JAIMEZ-PLATA, Néstor Albeiro; CASTAÑEDA-PARRA, Karen Milady. Tecnologías "Building Information Modeling" en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto

La metodología (BIM) “Building Information Modeling”, permite la comprensión integral de un proyecto, ya que en el modelamiento tiene información de las características físicas y lógicas de sus componentes mediante una base de datos inteligente y tridimensional ⁷; la cual logra comunicar esta información a los que intervienen en el diseño de un proyecto, ayudando a dar garantía de una coordinación rigurosa como por ejemplo entre las redes hidro-sanitarias ⁸.

Este documento está enfocado en la implementación BIM en la gestión del diseño de redes sanitarias y pluviales de edificaciones en la empresa ARCA Proyectos & Construcciones S.A.S. Se presentan los respectivos chequeos y ajuste de colisiones en un modelo único de trabajo en el Software Autodesk Revit y Navisworks, donde intervienen las diferentes disciplinas de interés para la generación de un producto con estándares de diseño y generación de entregables como planos, cantidades de obra y presupuestos, para garantizar mayor eficiencia, cumplimiento y rentabilidad, conllevando a que la empresa logre mayor competitividad frente al mercado regional y nacional.

reforzado. En: Entramado. Enero - Junio, 2015 vol. 11, no. 1, p. 230-249, <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21116>

⁷ COORDINA BIM CONSULTING CHILE. ¿Qué es BIM? [en línea] disponible en: <https://www.bimconsulting.cl/bim>

⁸ CRUZ, D. La importancia de BIM en la actualidad, descubre sus ventajas con Graphisoft 2014, Dic 01 [en línea]. Disponible en: <http://www.archdaily.co/co/734202/la-importancia-de-bim-en-la-actualidad-descubre-sus-ventajas-con-graphisoft>

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Apoyar en la implementación de BIM como auxiliar de ingeniería en la empresa Arca Proyectos & Construcciones S.A.S, en la planificación de proyectos de construcción, para el modelamiento, detección y ajuste de colisiones relacionadas con redes sanitarias y pluviales.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apoyar la realización del modelamiento en BIM de las redes sanitarias y pluviales, generadas durante la planificación de proyectos de construcción.
- Apoyar la realización de detección y ajuste de colisiones relacionadas con redes sanitarias y pluviales, en proyectos de construcción mediante herramientas BIM.
- Apoyar la realización del diseño final de las redes sanitarias y pluviales en un modelo único de trabajo, junto con las demás disciplinas que intervienen en los proyectos de construcción

2. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

Figura 1. Logo Arca Proyectos & Construcciones S.A.S



Fuente: Arca Proyectos & Construcciones S.A.S.

Arca Proyectos & Construcciones S.A.S. prestan servicios integrales de ingeniería, especializada en gestión, diseño y construcción de proyectos, enfocado a redes hidráulicas, sanitarias, de gas, red contra incendio, diseño de acueducto y alcantarillado mediante un equipo altamente competente y la optimización de los recursos de nuestros clientes, garantizando un alto nivel de satisfacción de quienes confían en nosotros. Está ubicada en la carrera 25 No. 86-42 en el barrio Diamante II en Bucaramanga. A cargo del Ingeniero Cesar Augusto Ardila Cárdenas, ingeniero egresado de la Universidad Industrial De Santander.

2.1 MISIÓN

En ARCA PROYECTOS & CONSTRUCCIONES, prestamos servicios integrales de ingeniería, especializada en gestión, diseño y construcción de proyectos, que mediante un equipo altamente competente y calificado asegura el respeto por los

compromisos pactados y la optimización de los recursos de nuestros clientes, garantizando un alto nivel de satisfacción de quienes confían en nosotros. Nuestras actuaciones están completamente enmarcadas en el cumplimiento de los requisitos legales aplicables al sector.

2.2 VISIÓN

En el año 2018 ARCA PROYECTOS & CONSTRUCCIONES, será reconocida por la excelencia de sus productos y servicios que garantizará la fidelización de sus clientes, permitiéndonos incursionar en una gama más amplia de mercado, sustentado en un equipo humano altamente competente y satisfecho de hacer parte de esta gran familia empresarial.

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1 BIM “BUILDING INFORMATION MODELING”

Building information modeling (BIM), es una tecnología donde se interrelacionan diferentes procesos de trabajo y herramientas de forma coordinada, coherente, computable y continuada ⁹; mediante la aplicación de software computacionales permitiendo una representación de un modelo digital 3D, donde cada uno de los elementos cuenta con atributos ¹⁰, siendo un proceso multidisciplinar de un único modelo maestro desde diferentes vistas que permite cuantificar todo el ciclo de vida de la estructura ¹¹. Es posible que este modelo cuente con características de la geometría, relaciones espaciales, ubicación geográfica, cantidades y propiedades de elementos de construcción, y así es posible realizar estimaciones de costos, inventarios de materiales y el cronograma del proyecto ¹².

La metodología BIM tiene compatibilidad entre programas de acuerdo a la necesidad propia de cada proyecto, unos pueden ser para la generación de modelos, otros para la coordinación, cuantificación de presupuestos y/o costos, para análisis de los sistemas, planificación temporal, visualización, administración de obra, entre otros. Algunos de los Software compatibles con esta metodología son: Autodesk Revit, Dynamo, Infracore 360 Pro, entre otros.

⁹ PICÓ, E. C., & POR, P. Introducción a La Tecnología Bim. 2008 [en línea] disponible en: <http://www.practicaintegrada.com/storage/tecnologiabim/>

¹⁰ SABOL, L. Building Information Modeling & Facility Management. IFMA World Workplace, 2008 1-13.

¹¹ PICÓ, E. C., & POR, P. Op. Cit.

¹² AZHAR, S., HEIN, M., & SKETO, B. Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges. BIM-Benefit Measurement, 18(9), 2007 11

3.1.1 Autodesk Revit 2018. Es un Software empleado en el modelado de información para la construcción de diferentes clases de proyectos de ingeniería, el cual permite un diseño basado en objetos inteligentes tridimensionales. Este Software permite el flujo multidisciplinario entre la arquitectura, estructura e instalaciones; así como el control de las diferentes fases de los procesos constructivos de un proyecto. Revit permite minimizar los errores y aumenta la practicidad a la hora de realizar un modelado ya que coordina automáticamente los cambios realizados en cualquier punto: vistas de modelo o planos, secciones, plantas, etc.

3.1.2 Autodesk Navisworks 2018. Navisworks es un programa de Autodesk que permite un mayor control sobre un proyecto constructivo. Gracias a la integración que Navisworks ofrece, al permitir la vinculación de diferentes archivos de interacción digital en 3D, siendo esta la información constructiva, la cual genera archivos temporales plasmando las diferentes actividades planificadas, un archivo en 4D. Cuando al modelo se le definen fases de construcción y a estas se le agrega información de tiempo, Autodesk Navisworks permite llevar un control de proyectos, a este flujo de trabajo se le llama BIM 5D.

3.2 RED SANITARIA

La red sanitaria es un tipo de desagüe que está conformado por un conjunto de conductos y accesorios como: bajantes, sifones, yees, ramales horizontales, codos y cámaras de inspección. En este sistema se recibe la descarga producto de las actividades fisiológicas humanas, desperdicios domésticos y en general las aguas negras y grises ¹³; conducida por medio de los aparatos sanitarios de una edificación, y son trasportadas hasta el alcantarillado, pozo séptico, planta particular

¹³ PÉREZ, R. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones. 2010

de eliminación y tratamiento o la fuente ¹⁴. Un buen diseño de una red sanitaria es el que realice una eliminación rápida y segura de desechos, con la mínima posibilidad de obstruir los desagües ¹⁵, cumpliendo así con los requisitos de las normas y reglamentos correspondientes del lugar en donde se esté realizando la instalación.

3.3 RED PLUVIAL DOMICILIARIA

Es un tipo de desagüe ubicado dentro de un predio conformado por un sistema de conductos, canaletas o tuberías de diferentes materiales y formas, destinados para la recolección, transporte y/o almacenamiento de agua lluvia que recibe de una superficie de captación como: cubiertas, patios y terrazas hasta el alcantarillado o las fuentes. Al canalizar las aguas lluvias, es recomendable que se realice mediante sistemas independientes al de las aguas residuales, ya que si son descargadas en sistemas combinados, el agua lluvia se mezcla con aguas negras, jabonosas y residuos industriales, dando lugar a que el agua esté contaminada y está ya no sería apta para el uso doméstico o para el consumo humano. ¹⁶ ¹⁷ Ocasionando a altos costos en las plantas de tratamiento por la necesidad de ampliación, por no tener la capacidad de tratar toda el agua proveniente de un sistema combinado.

3.4 RED DE VENTILACIÓN

Las redes de ventilación de las bajantes sanitarias cumplen la función de establecer una comunicación entre las tuberías de desagüe y el aire exterior para proteger el

¹⁴ MATÍAS, J., & LAROJ, G. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios (tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, México. 2007

¹⁵ *Ibíd.*

¹⁶ PÉREZ, R. *Op. Cit.*

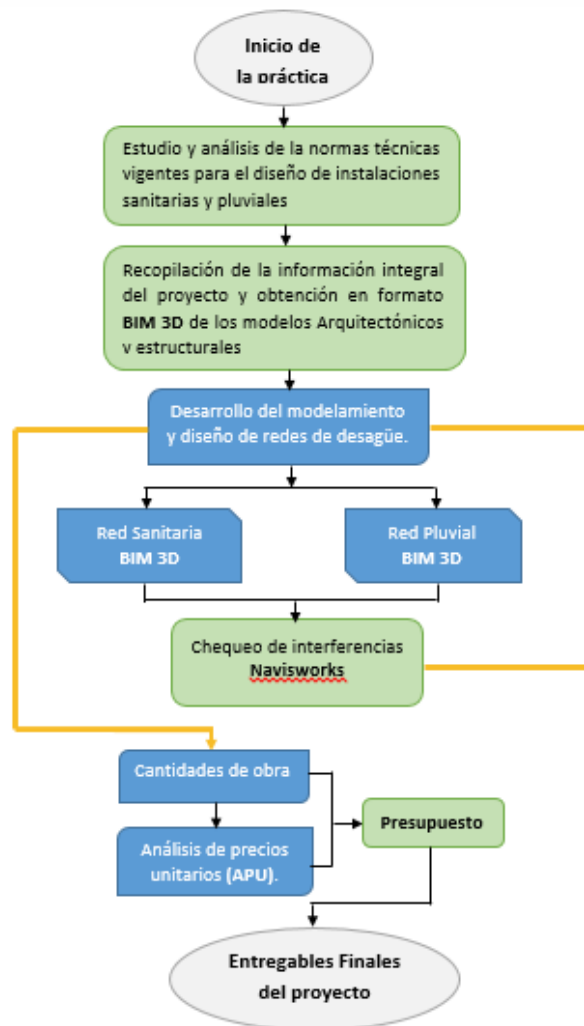
¹⁷ REYES, M., & RUBIO, J. Descripción De Los Sistemas De Recolección Y Aprovechamiento De Aguas Lluvias (tesis de especialización). Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia. 2014

sello de los sifones instalados, manteniendo la presión atmosférica en el sistema, retraso del flujo y el deterioro de los materiales.

4. METODOLOGÍA

En este ítem se detalla el procedimiento llevado a cabo para el modelamiento y diseño de las redes sanitarias y pluviales en la empresa Arca Proyectos & Construcciones S.A.S., se llevó a cabo bajo la siguiente metodología, plasmada en la figura 2.

Figura 2. Metodología para el desarrollo del proyecto.



4.1 ESTUDIO DE LAS NORMAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES DE REDES SANITARIAS Y PLUVIALES

Como primera instancia fue necesario realizar un estudio previo de las normas técnicas vigentes correspondientes a cada una de las redes. Las normas empleadas en los proyectos realizados, se nombran a continuación:

- Red Sanitaria, Ventilación y Pluvial interna:

Código Colombiano de Fontanería, NTC 1500.

- Red Sanitaria y Pluvial externa:

Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, RAS 2000.

Normas técnicas para diseño de alcantarillado CDMB.

4.2 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO

Se adquirió la información general del proyecto, el cual fue entregado por el propietario del proyecto (COINVECOL S.A.S) a la empresa Arca Proyectos & Constricciones S.A.S.

Nombre del proyecto: Frontino Condominio

Ubicación: Carrera 19 No. 23-08, Barrio San Francisco.

Área total construida: 3.546,02 m².

El Proyecto consiste en la construcción de una torre de 10 pisos con 2 niveles de sótanos, distribuidos de la siguiente manera:

Nivel -6.12 (Sótano 2): Parqueaderos

Nivel -3.06 (Sótano 1): Parqueaderos

Nivel +0.00 (Piso 1): Portería, oficinas y acceso vehicular.

Nivel +3,75 (Piso 2): Oficinas

Nivel +7.15 (Piso 3): Primer piso de vivienda

Nivel +25.00 (Piso 9): Último piso de vivienda

Nivel +27.98 (Piso 10): Zona social.

Nivel + 28.98 Zona Asoleadoras.

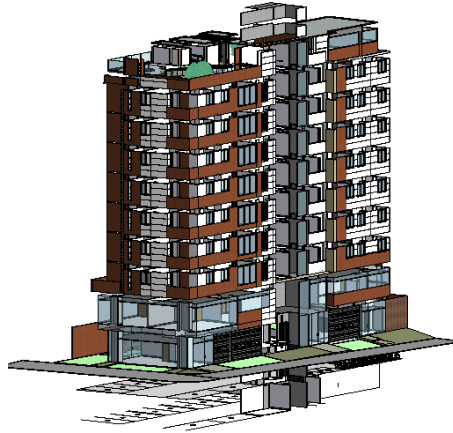
Nivel + 30.95 Cubiertas.

Cada nivel de vivienda del edificio cuenta con 4 apartamentos, para un total de 28 unidades de viviendas.

4.3 MODELOS ARQUITECTÓNICOS Y ESTRUCTURALES

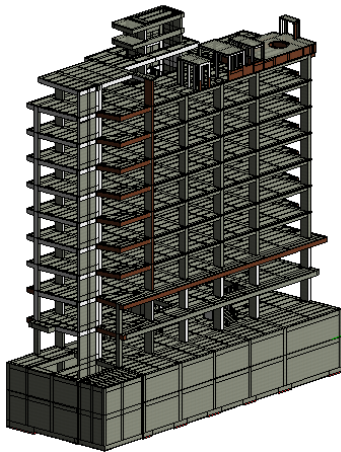
Para trabajar de manera coordinada, la empresa 3sesenta Diseños Integrados S.A.S., aportó los modelamientos estructurales y arquitectónicos del proyecto en formato .rvt (Autodesk Revit 2018) debidamente aprobados por curaduría. Esto es crucial para el inicio del trazado de las redes sanitarias y pluviales, para que de esta manera no se realicen cambios futuros en los diseños y modelamiento de las redes. Así como también para llevar la correcta coordinación del trabajo a realizar con todas las disciplinas de trabajo. En figuras 3 y 4 se muestran los modelos arquitectónicos y estructurales del edificio.

Figura 3. Modelo arquitectónico en Autodesk Revit 2018.



Fuente: 3sesenta Diseños Integrados S.A.S.

Figura 4. Modelo estructural en Autodesk Revit 2018.



Fuente: 3sesenta Diseños Integrados S.A.S.

4.4 DESARROLLO DEL MODELAMIENTO Y DISEÑO DE LAS REDES SANITARIAS Y PLUVIALES

Para que los modelos en Autodesk Revit 2018 trabajen de manera eficiente, la empresa Arca Proyectos & Construcciones S.A.S., implemento un protocolo de trabajo donde los archivos se subdividen en pisos tipo y a estos se les vincula y

coordina una rejilla única de trabajo donde están los niveles asignados para cada uno de los pisos. De esta manera a cada modelo se le puede vincular por separado los pisos tipo generando un archivo liviano en donde se puede visualizar todo el modelo.

En el caso de las redes sanitarias y pluviales, tienen un nivel de trabajo inferior a altura de acabados llamado BOT y un nivel superior llamado TOP. Para unificar todos los pisos del modelamiento se emplea un archivo ALL donde se vinculan por separado.

El flujo de trabajo colaborativo BIM con las demás redes fue posible ya que en el área técnica de la empresa Arca Proyectos & Construcciones S.A.S., contaba con un equipo central que contenía todos los archivos y cada integrante del equipo trabajaba conectados por red cableada, para que de esta manera se guardaran las modificaciones simultáneamente y cada persona estuviese modelando bajo archivos actualizados.

Se definió una codificación de trabajo de tres letras para cada una de las redes y diseños que intervienen en los proyectos, así como también diferentes parámetros del modelamiento, mostrados a continuación:

SAN: Red sanitaria.

PLU: Red pluvial.

HID: Red hidráulica.

PCI: Red de protección contra incendios.

GAS: Red de gas.

ALL: Archivo que tiene vinculados la totalidad de los pisos tipo del proyecto.

TOP: Nivel superior del modelamiento.

BOT: Nivel inferior del modelamiento.

4.4.1 Interpretación y modelado de pre-diseños. Como primera instancia Coinvecol S.A.S., apporto los pre-diseños de las redes sanitarias y de aguas lluvias a través del Software Autodesk AutoCAD (formato .dwg) donde se especificaban las características del diseño, como las pendientes, diámetros, materiales y tipos de accesorios.

Se observó que el pre-diseño no seguía los mismos lineamientos de diseño manejados por la empresa Arca Proyectos & Construcciones S.A.S., como por ejemplo diseñar una bajante sanitaria individual para las lavadoras debido a que por experiencia, estas suelen taponarse cuando comparten la misma bajante con más aparatos sanitarios y a su vez a medida de que se iba modelando los trazados del pre-diseño en 3D por medio de Autodesk Revit 2018, este pre-diseño no se acoplaba a las dimensiones reales de los accesorios y tuberías aportados por la librería de PAVCO S.A., los cuales fueron adquiridos en línea.

4.4.2 Definición del material de tubería y sistema. Cada uno de las tuberías tienen definido el material y sistema al cual hace parte, para el modelo de redes de desagüe al contar con una plantilla aportada directamente por el proveedor de los accesorios y aparatos sanitarios (PAVCO S.A.), facilita que desde el primer momento estos parámetros estén definidos.

Los colores de los materiales son:

Tubería sanitaria: Amarillo.

Tubería Ventilación: Naranja.

Tubería Pluvial: Naranja.

Fue importante definir el color del borde de las tuberías ya que este color depende de los planos que se vayan a realizar y las exigencias de la empresa EMPAS S.A., para la presentación de estos. Los cuales son:

Tubería sanitaria: Magenta.

Tubería Ventilación: Naranja.

Tubería Pluvial: Azul.

4.4.3 Trazado y modelado de la red sanitaria. Para llevar a cabo el trazado y modelamiento de la red sanitaria se consideraron las especificaciones dadas por la Norma Técnica Colombiana NTC 1500 y a su vez ajustarlas a las características propias del proyecto.

A continuación se nombran algunos de los parámetros más importantes a tener en cuenta durante el modelamiento de la red sanitaria y pluvial:

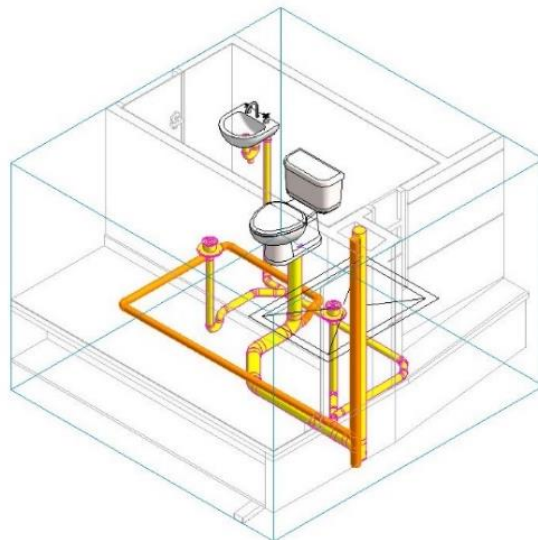
- Las redes de aguas negras y aguas lluvias de la edificación, se manejarán de manera independiente.
- Cada una de las entregas de los baños lavamanos, lavaplatos y sifones; de cada uno de los pisos se realizarán sobre bajantes localizados a lo largo de la edificación con una pendiente mínima del 1%.
- Cada uno de los bajantes deben estar ventilados de acuerdo a lo establecido en la NTC 1500.
- Cada una de las redes, son independientes y serán recibidas en una caja de entrega final, la cual entregara al alcantarillado matriz existente.
- Los cambios de dirección horizontales se realizaron 45 grados, utilizando accesorios tipo “Y” y codos de 45 grados.
- Se debe garantizar que todos los aparatos de fontanería lleven su correspondiente sifón con sello de agua.
- Los desagües finales sobre el terreno, se colocarán en línea recta, los cambios de dirección o de pendientes, se realizan por medio de cajas de inspección. Los desagües finales, no podrán quedar a menos de un metro de distancia de los muros de la edificación y de los linderos del terreno.
- La pendiente de los ramales de desagüe será uniforme y no menos de 2%.

Se tuvo en cuenta que para el modelamiento, la tubería sanitaria era descolgada (debajo de la placa), ya que Coinvecol S.A.S., decidió utilizar drywall en las zonas húmedas de los apartamentos como: baños, cocina y cuarto de ropas en el proyecto Frontino Condominio.

Para la realización del modelamiento de las bajantes sanitarias y de ventilación primero que todo se identificaron en los modelos de la arquitectura y estructura los buitrones disponibles para el uso sanitario y allí se desplazaron las aguas negras de los diferentes aparatos sanitarios.

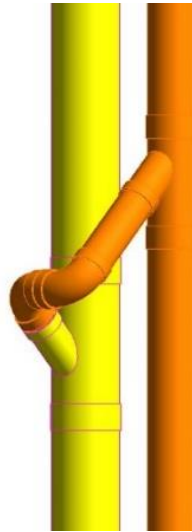
La figura 5 permite observar un ejemplo de modelamiento de la evacuación de aguas negras de un baño:

Figura 5. Modelado de red sanitaria de baño en Autodesk Revit 2018.



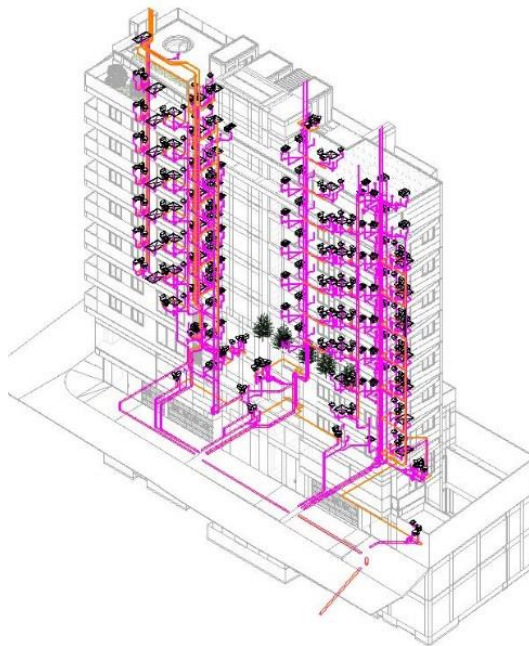
En la figura 6 se muestra el modelamiento del detalle de la ventilación realizada a las bajantes sanitarias:

Figura 6. Modelado de ventilación de bajantes sanitarias en Autodesk Revit 2018.



Al finalizar el modelamiento de todo el sistema se tiene como resultado un archivo integrado con todos los piso tipo del edificio, permitiendo visualizar el isométrico de la red sanitaria, como se ilustra en la figura 7:

Figura 7. Modelo del isométrico de red sanitaria en Autodesk Revit 2018.



4.4.4 Diseño de la tubería y bajantes sanitarias.

Unidades de descarga: Se definió los diámetros de las tuberías por medio de las unidades de descarga de los aparatos sanitarios como inodoros, duchas, lavamanos, lavadora, etc., que fueron ubicados de acuerdo a los modelos arquitectónicos aportados por 3sesenta S.A.S., basándose en los equivalentes de unidades asignados de acuerdo al uso y categoría de instalaciones, Definidos en la NTC 1500. Ver en ANEXO A.

- **Diseño de la tubería sanitaria:**

Se tuvieron en cuenta algunos parámetros de diseño como:

- La velocidad de diseño, no puede ser menos de 0.6 m/s.
- Los diámetros mínimos para las tuberías de desagüe, tanto vertical como horizontal, se determinaron a partir del número total de unidades de aparato. En caso de tubos de desagües verticales, además del total de unidades de descarga se consideró la longitud, conforme a lo establecido en la NTC 1500.
- La estimación del caudal se determinó a partir del caudal máximo probable, acorde al tipo de edificación y con los caudales correspondientes a las unidades de gasto, dependiendo de cada equipo sanitario.

Las tuberías de desagüe se diseñaron para que funcionen a flujo libre con el fin de evitar fluctuaciones de presión y no puedan afectar los sellos de agua. La velocidad de flujo se halló con la ecuación de manning (1):

$$v = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

Donde:

v: Velocidad en m/s
n: Coeficiente de rugosidad
Rh: Radio Hidráulico
A: Área en m²
P: Perímetro mojado
S: Pendiente en m/m

- **Diseño de las bajantes:**

En el procedimiento para el diseño de las bajantes sanitarias se empleó una hoja de cálculo en Microsoft Excel para hacer un chequeo de la capacidad de desagüe correspondiente a los diámetros de las bajantes, donde se compararon las unidades que le llevaban cada una de ellas con su respectivo diámetro mínimo. Se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- El diámetro mínimo del tubo que reciba la descarga de un sanitario será de 4”.
- El diámetro de un bajante no podrá ser menos que el de cualquiera de los ramales horizontales que descargan en él.
- El diámetro de un ramal horizontal de desagüe no podrá ser menor que el de cualquiera de los orificios de salida de los aparatos que descargan en él.

Como se empleó pendientes del 1% para la tubería horizontal según lo establecido en la NTC 1500 se debe multiplicar por un factor de 0.8 en las unidades de descarga. Ver en ANEXO B.

- **Diseño de los colectores:**

Para el diseño de colectores, inicialmente se ubicaron los nodos donde se encuentran y recogen los aportes de unidades totales de cada bajante o aportes de aparatos directos. Seguido a esto se determinó la relación Q/Q_0 , donde Q es el

caudal de la tubería y Q_0 el caudal a tubo lleno, para que funcionara de manera correcta el sistema, se debió corroborar que la relación diera menor a 0.9.

El diseño de los colectores entre las cajas de inspección se hizo por tramos y se tuvieron en cuenta las unidades que le llegaban a cada una de las cajas. Se trabajó con pendientes del 2%

- **Diseño de las redes de ventilación:**

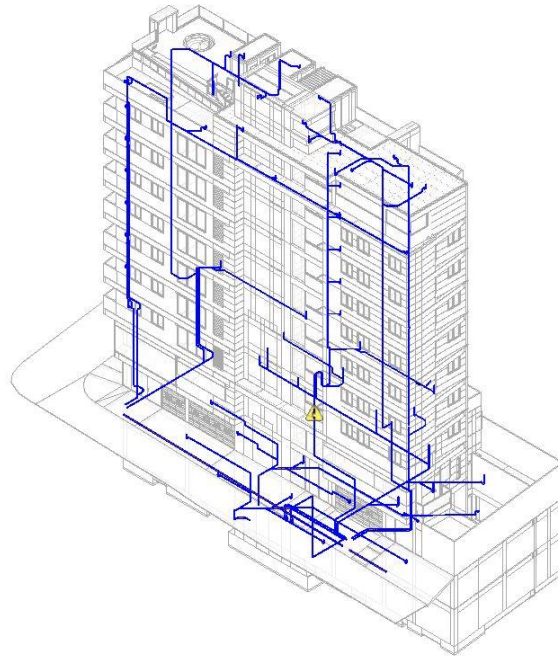
Para la asignación de las dimensiones de los tubos de ventilación se tuvo en cuenta la normativa NTC 1500, la cual dice que el diámetro de los tubos de ventilación está determinados por su longitud total, el diámetro de las bajantes sanitarias y el número total de unidades de descarga que ventila. Ver en ANEXO C.

Se debe tener en cuenta que las bajantes de ventilación llegan hasta la cubierta del edificio y se dejó como mínimo 0.15 metros por encima del nivel de cubierta.

4.4.5 Trazado y modelado red pluvial Para la captación de las aguas lluvias, se ubicaron sifones en la cubierta y en espacios al aire libre como balcones, terrazas o pasillos donde exista aporte de aguas lluvias para ser entregadas a los bajantes localizados en los buitrones sanitarios.

Es importante que en el modelamiento se establezca el tipo de sistema junto al tipo de tubería que va de acuerdo al uso, esto va relacionado con el aspecto que tiene en el modelo de Autodesk Revit 2018, al ser tubería de aguas lluvias la tubería será naranja pero con borde azul con pendientes del 1%. En la figura 8 se muestra el resultado final del modelamiento de toda la red pluvial del proyecto:

Figura 8. Modelado del isométrico de red pluvial en Autodesk Revit 2018.



4.4.6 Diseño de la red pluvial. Como primer paso al diseño fue indispensable definir las áreas aferentes, las cuales fueron medidas en planta guiadas por el modelo arquitectónico del proyecto. Después de tener definidas estas áreas aferentes, Para realizar el correcto diseño de la red pluvial se contemplaron los siguientes parámetros:

Periodo de retorno: este valor es definido de acuerdo a los criterios contemplados en la Tabla 1.

Tabla 1. Periodo de diseño de acuerdo a las características del área de drenaje

Características del Área de Drenaje	Periodo de Retorno (años)
a. Para tramos iniciales con áreas tributarias menores a dos hectáreas	2
b. Para tramos del sistema con áreas tributarias comprendidas entre 2 y 10 hectáreas, donde el caudal no tenga la posibilidad de verter por una ladera o escarpa.	5
c. Para tramos del sistema con áreas tributarias mayores a 10 hectáreas, donde el caudal que exceda al de diseño tenga la posibilidad de verter por una ladera o escarpa.	10
d. Para tramos del sistema donde el caudal que exceda al de diseño tenga la posibilidad de verter por una ladera o escarpa.	25

Fuente: Normas técnicas para diseño de alcantarillado CDMB.

Intensidad de la lluvia: El valor de intensidad se halló con base a las curvas IDF (intensidad-duración-frecuencia) establecidas para los proyectos de construcción ubicados en el área metropolitana de Bucaramanga

Coefficiente de escorrentía: Se definió de acuerdo al tipo de uso de la edificación, como lo muestra la tabla 2.

Tabla 2. Coeficiente de escorrentía de acuerdo al uso de la edificación.

COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA	
Residencial	0,9
Recreacional	0,3
Institucional	0,8
Comercial	0,9
Industrial	0,9

Fuente: Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga.

- **Caudal de diseño**

La estimación de los caudales se hizo utilizando la ecuación del método racional (2), la cual se expresa como:

$$Q = C * I * A \quad (2)$$

Donde:

Q: Caudal de diseño

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de la lluvia en Lps/Ha

A: Área de drenaje en Ha

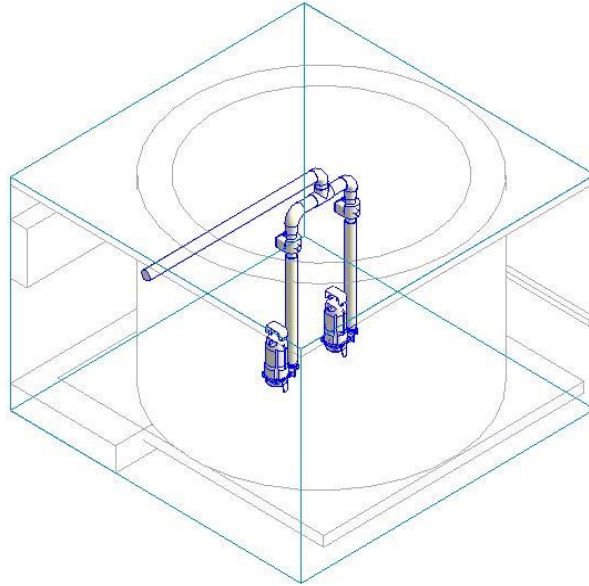
- **Diseño pozo eyector**

Todas las aguas lluvias del edificio se debieron evacuar, incluyendo zonas de parqueadero a nivel de sótanos. Como el nivel de la rasante coincidía con el piso 1, el flujo de agua en los sótanos no era posible realizarlo por gravedad; para una dar solución, se diseñó un pozo eyector que consta de 2 bombas sumergibles. Para el cálculo de la potencia requerida de las bombas y dimensiones de este pozo se realizó teniendo el área aferente de los sótanos, la intensidad y el coeficiente de escorrentía anteriormente explicado.

Adicional a esto es importante tener en cuenta que la tubería empleada para esta parte del sistema de red sanitaria debe ser tubería a presión y para este caso en particular fue tubería de la familia PAVCO S.A.

Se puede apreciar en la figura 9 el modelado del pozo eyector, ubicado en el sótano 2 del edificio:

Figura 9. Modelado pozo eyector en Autodesk Revit 2018.

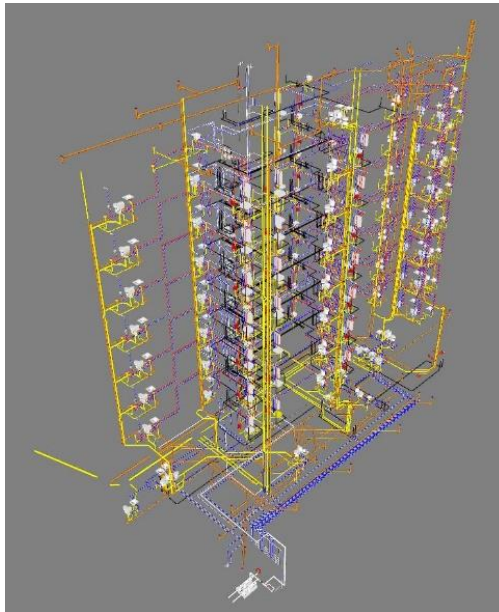


4.5 CHEQUEO Y AJUSTE DE INTERFERENCIAS

Una vez culminado tanto el modelamiento como el diseño de las redes en el Software Autodesk Revit 2018 cumpliendo con los requisitos normativos y después de vincular todos los pisos tipo en el archivo ALL de cada red, se exportaron estos modelos en la vista 3D a archivos con extensión .nwc. Es importante que los modelos al momento de exportarlos, se definan en la vista solo la disciplina fontanería, si no fuera así en Autodesk Navisworks Manage 2018 también se observaría las demás disciplinas en un mismo archivo y estas deben estar vinculadas por archivos separados.

Seguido a vincular en el Software Navisworks Manage 2018 todas las redes que intervienen en el proyecto se logran visualizar en la figura 10:

Figura 10. Modelo en 3D de todas las redes del proyecto en el Software Navisworks Manage 2018

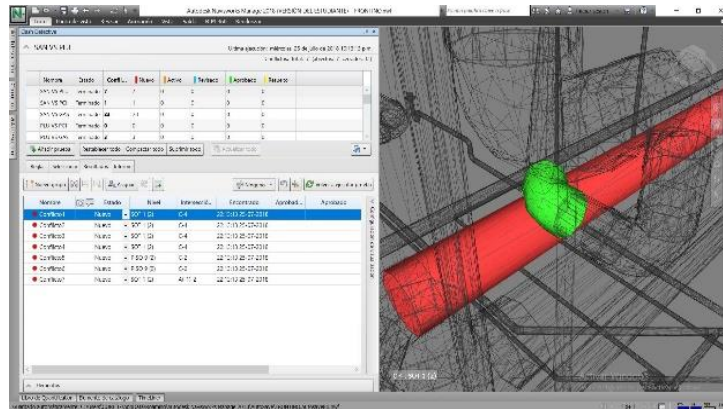


Mediante el Software Navisworks Manage 2018 y el uso de la herramienta Clash detective se añadieron diferentes pruebas de colisiones definiendo en sección A y sección B parejas de archivos ALL de cada red. En la configuración de las pruebas de colisiones se definió un nivel de tolerancia de 0.001 m.

Adicional a los chequeos de colisiones ejecutados entre las redes, se realizó un análisis de interferencias entre las redes de desagüe con la estructura, estudiando los casos de colisiones que se presentaban. La mayoría de las interferencias reportadas no tenían trascendencia en el diseño, porque una gran cantidad de estas eran aceptadas por efectos necesarios de modelamiento, como por ejemplo, el cruce de tubería vertical de los aparatos sanitarios a través de la placa para conformar la red descolgada. Sin embargo, se reportaron colisiones de tubería que cruzaba horizontalmente dentro de la placa, estos pases debían ser necesarios en la construcción de dichas redes y a su vez fue posible comunicarlo de manera oportuna tanto al cliente como al diseñador estructural.

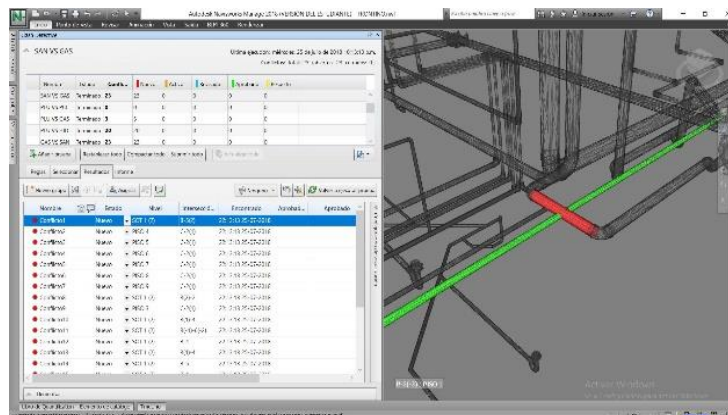
Los primeros informes obtenidos de observar en las figuras 11 y 12, estos informes proporcionan un seguimiento de los resultados que permite saber las interferencias que se han generado nuevas, las resueltas y el estado actual de cada prueba.

Figura 11. Primeros resultados de chequeo de colisiones



Ver en ANEXO D-1.

Figura 12. Primeros resultados de chequeo de colisiones



Ver en ANEXO D-2.

La tabla 3 muestra el resumen de los primeros resultados del chequeo de interferencias entre todas las redes que intervienen en el proyecto.

Tabla 3. Resumen de los primeros resultados de chequeo colisiones

SAN VS PLU	7
SAN VS PCI	1
SAN VS GAS	23
SAN VS HID	1000
PLU VS PCI	0
PLU VS GAS	3
PLU VS HID	20

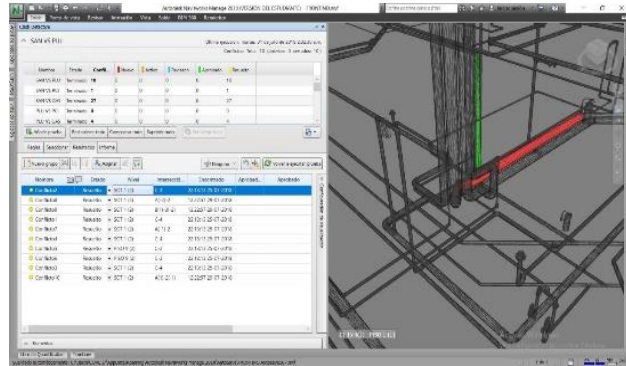
Ya realizado el chequeo las interferencias entre la red sanitaria, pluvial, gas, contra incendio e hidráulica del proyecto, se dirigió a corregir dichas colisiones en los modelos en Autodesk Revit 2018.

Para el desarrollo de las correcciones de colisiones fue indispensable la constante comunicación entre el equipo de trabajo en el área técnica de la empresa, ya que cada persona tenía definida la red la cual era responsable. Poco a poco se iban actualizando los archivos ALL con los cambios ejecutados y repitiendo el procedimiento nombrado anteriormente en el Software Autodesk Navisworks Manage 2018.

La ventaja de los resultados arrojados en software Navisworks Manage 2018 es que al ser un software altamente interactivo y comunicativo con el usuario muestra en detalle donde está ocurriendo cada colisión y a su vez la codifica de manera lógica y organizada, esto hizo que el proceso de ajuste de las colisiones fuera más ágil entre el equipo de trabajo.

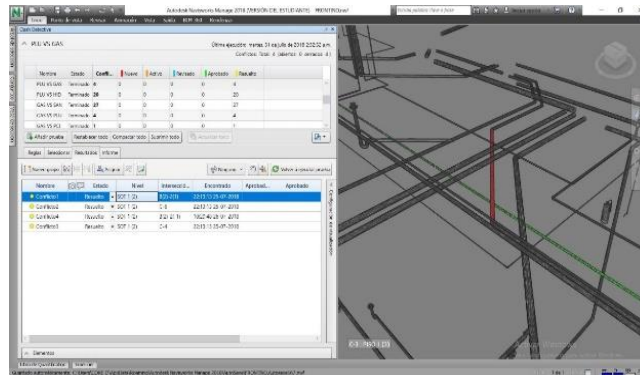
Los últimos informes obtenidos de observan en las figuras 13, 14 y 15; en los cuales el estado actual para las pruebas es: terminado; esto se da porque en el ítem activo hay cero interferencias y en resuelto el total de las interferencias que existían.

Figura 13. Últimos resultados de chequeo de colisiones.



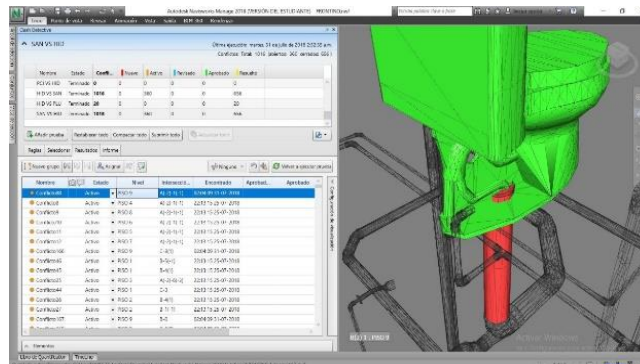
Ver en ANEXO E-1.

Figura 14. Últimos resultados de chequeo de colisiones.



Ver en ANEXO E-2.

Figura 15. Últimos resultados de chequeo de colisiones.



Ver en ANEXO E-3.

La tabla 4 muestra el resumen de los últimos resultados del chequeo de interferencias entre todas las redes que intervienen en el proyecto ya habiendo realizado el ajuste de dichas colisiones.

Tabla 4. Resumen de los últimos resultados de chequeo colisiones

SAN VS PLU	0
SAN VS PCI	0
SAN VS GAS	0
SAN VS HID	360
PLU VS PCI	0
PLU VS GAS	0
PLU VS HID	0

4.6 CANTIDADES DE OBRA

Como en el trazado y modelamiento de la red sanitaria y pluvial en el Software Autodesk Revit 2018 estaban con los accesorios de la familia de PAVCO S.A., al momento de exportar, en el interfaz de usuario navegador de proyectos y la herramienta tablas de planificación/cantidades, se crea una nueva tabla donde se define cada uno de los parámetros a tener en cuenta como la referencia de los accesorios con su respectiva cantidad. Generando de manera automatizada la tabla con la información de las cantidades totales para cada referencia, las cuales coinciden con las reales que ofrece PAVCO S.A., para su venta.

El Software Autodesk Revit 2018 permitió exportar informes de tabla de planificación a un archivo en Microsoft Excel, logrando así un documento organizado y detallado de todos los accesorios e instalaciones sanitarias. Ver en ANEXO F.

En la figura 16 se evidencia uno de los resultados obtenidos de las cantidades arrojadas por el software Autodesk Revit 2018.

Figura 16. Tabla de cantidades obtenida por el software Autodesk Revit 2018.

<TUBERÍA SANITARIA PAVCO>		
A	B	C
Diámetro	Familia y tipo	Longitud
4"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.63
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.21
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.14
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.02
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	1.24
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.12
4"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.63
2"	Pipe Types: Standard	0.20
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.17
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.15
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.03
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.27
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.04
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.02
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.09
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.13
4"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.00
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.19
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.00
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	1.33
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.16
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.03
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.51
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.05
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.76
2"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.17
4"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.76
4"	Pipe Types: Sanitario PAVCO	0.77

4.7 PRESUPUESTO DE OBRA

Normalmente la empresa Arca Proyectos & Construcciones S.A.S., trabaja el desarrollo de los presupuestos de obra de las redes en el Software NESS 2000, pero dicho software no es compatible bajo la metodología BIM y este trabajo al ser primer producto entregado en formato BIM, no se contó con herramientas compatibles.

Para que haya sido posible la entrega del producto al cliente (Coinvecol S.A.S) en las fechas acordadas, el presupuesto de obra se tuvo que realizar en Microsoft Excel de manera generalizada con los precios y estándares ya manejados

anteriormente en la empresa (APU's propios de la empresa), la información de las cantidades necesarias para este presupuesto como las longitudes de tubería, cantidades de accesorios y aparatos sanitarios fueron obtenidos con las tablas exportadas por el Software Autodesk Revit 2018.

La empresa Arca Proyectos & Construcciones S.A.S., es una empresa que su portafolio de trabajo está enfocado al ofrecimiento de servicio de diseño y construcción de redes hidro-sanitarias, por lo tanto tiene una lista de precios cotizados y actualizados de sus proveedores, estos mismos precios fueron los utilizados para el desarrollo del presupuesto. Ver en ANEXO G.

4.8 ENTREGABLES FINALES DEL PROYECTO

4.8.1 Modelo en el Software Autodesk Revit 2018. Arca Proyectos & Construcciones S.A.S., entrego los modelos finales de las redes hidro-sanitarias en archivos independientes y a su vez en un archivo de coordinación con las dos redes en el Software Autodesk Revit 2018 al cliente (Coinvecol S.A.S.).

En la figura 17 se puede observar el modelamiento total en un archivo ALL de las redes de desagüe del proyecto de vivienda Frontino Condominio realizado en el software Autodesk Revit 2018.

Figura 17. Modelado de las redes de desagüe en Autodesk Revit 2018.

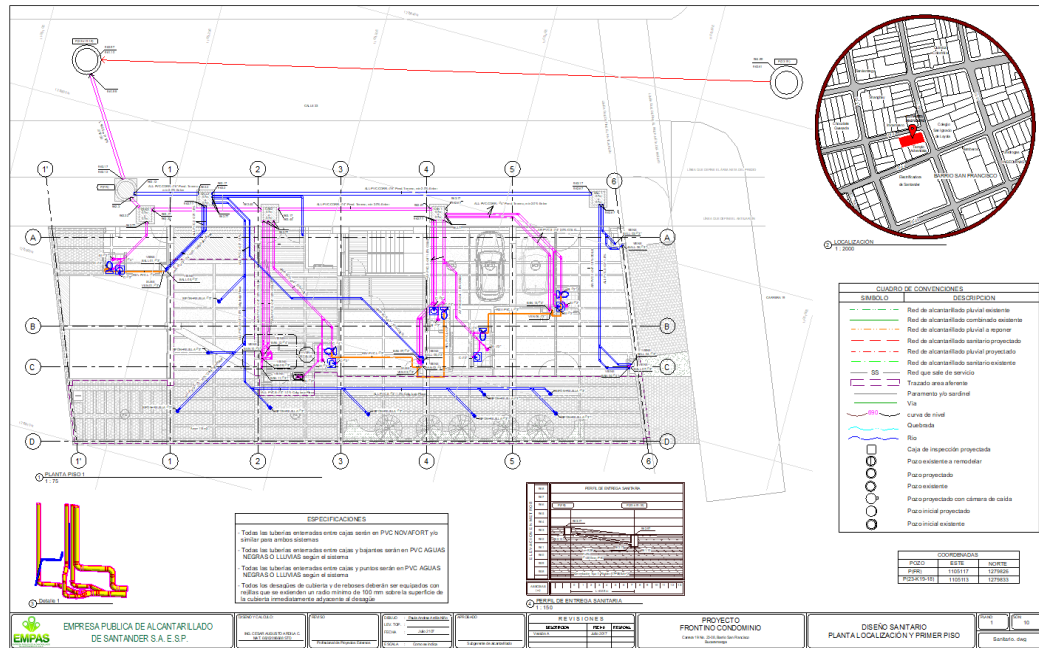


4.8.2 Memorias de cálculo y teóricas. Las memorias teóricas las redes sanitarias y pluviales realizadas en Microsoft Word, contienen las descripciones detalladas del diseño de las redes internas del proyecto y conexión a la red pública de alcantarillado, guiadas bajo la normativa vigente.

Las memorias de cálculo se presentan en un archivo en Microsoft Excel con los cálculos de las bajantes sanitarias, colectores sanitarios, chequeo de los diámetros de la red de ventilación, bajantes pluviales, cálculo y diseño del pozo evector, colectores finales y finalmente los cálculos de las redes externas para la conexión a la red pública. Ver en ANEXOS: H, I, J y K

4.8.3 Generación de planos. Los planos fueron realizados bajo los diseños y modelamiento realizados en el Software Autodesk Revit 2018, teniendo en cuenta los rótulos, convenciones y detalles exigidos por la empresa pública de alcantarillado de Santander S.A (EMPAS S.A.). La figura 18 muestra el plano de localización y la planta del piso 1 de la red sanitaria y pluvial:

Figura 18. Plano de la planta del primer piso y localización.



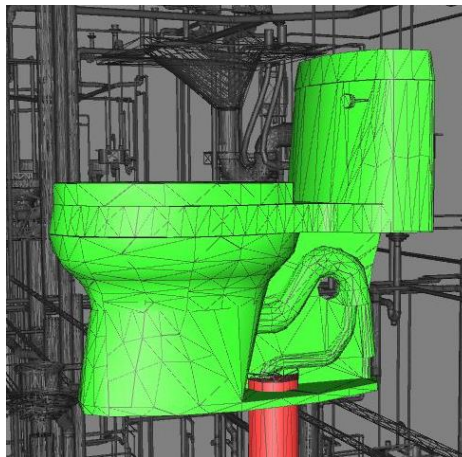
4.8.4 Radicación de diseños. Se reunieron los documentos requeridos por la empresa pública de alcantarillado de Santander S.A (EMPAS S.A.) como la disponibilidad del servicio de alcantarillado, la tarjeta profesional del ingeniero responsable de los diseños, planos arquitectónicos y estructurales aprobados por curaduría y finalmente las hojas de cálculo de la red sanitaria y pluvial, tanto internas como externas. Todos estos documentos son exigidos por la empresa pública de alcantarillado de Santander S.A (EMPAS S.A.) para la respectiva radicación de los diseños sanitarios y como resultado la aprobación de los mismos.

4.8.5 Presupuesto de redes. Junto a los diseños, modelamiento y gestión para la aprobación de los diseño, el cliente (Coinvecol S.A.S) pedía el presupuesto final de todas las redes hidro-sanitarias del proyecto de vivienda Frontino Condominio.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

- En el resultado final de las pruebas de colisiones no fue posible obtener ninguna interferencia entre las redes, porque dentro del protocolo de trabajo manejado por la empresa Arca Proyectos & Construcciones, los aparatos hidro-sanitarios solo se dejan dentro del modelamiento hidráulico, entonces para que hubiese conexiones con longitudes reales entre los aparatos sanitarios e hidráulicos, las tuberías necesariamente iban a rosar. Se puede apreciar en la figura 19 un ejemplo de estos resultados:

Figura 19. Colisión entre aparato sanitario y tubería sanitaria



Estas interferencias fueron analizadas y revisadas, por ende la empresa las acepta por cuestión manejo de protocolo de trabajo.

- El presupuesto a todo costo del proyecto de vivienda Frontino condominio para las instalaciones sanitarias y pluviales más el AIU (administración, imprevistos y utilidad) e IVA tiene un precio de \$102'584.113.

- El presupuesto a todo costo del proyecto de vivienda Frontino condominio de todas las redes del proyecto más el AIU (administración, imprevistos y utilidad) e IVA tiene un precio de \$249'553.779
- Con la lista cantidades obtenidas del Software Autodesk Revit 2018, se aportó a la empresa un documento que permite llevar un control de obra e inventario durante la construcción de las redes de desagüe.
- Durante el desarrollo de la práctica empresarial en la empresa Arca Proyectos & Construcciones S.A.S., fue necesaria la constante lectura y recopilación de información con respecto a la implementación BIM en redes sanitarias y pluviales, ya que la empresa no contaba con suficiente material al ser este el primer diseño de redes sanitarias con herramientas BIM. A su vez se evidencio que para lograr una mayor comprensión del funcionamiento de las redes de desagüe fue indispensable trabajar paralelamente con lo establecido en las normas vigentes, de no ser así es muy factible llegar cometer errores durante el modelamiento por la mala interpretación de las normas que le competen a cada red.

6. CONCLUSIONES

- Se realizó la práctica empresarial en la empresa Arca Proyectos & Construcciones S.A.S., como auxiliar de diseño y modelamiento de las redes sanitarias y pluviales bajo metodología BIM siguiendo la guía del ingeniero Cristian Gutiérrez, lo cual permitió un enriquecimiento y fortalecimiento de las competencias y los conocimientos adquiridos en el área redes sanitarias y gestión en proyectos de construcción enseñados en el programa académico de la escuela de ingeniería civil durante el pregrado.
- Durante la realización del modelamiento con el uso de Software BIM aplicado a redes sanitarias y pluviales de manera paralela con las demás redes hidráulicas para un proyecto de construcción, se logró detectar posibles inconvenientes constructivos antes de la puesta en marcha de obra, que por medio de reuniones constantes se compartían y así se tomaron decisiones en conjunto con todas las especialidades de trabajo.
- Los informes de interferencias generados en el software Navisworks Manage 2018, mostraron cada una de las colisiones existentes en los diferentes pares de pruebas con las demás redes hidro-sanitarias de manera sencilla e ilustrativa, permitiendo ser corregidas de manera efectiva.
- El apoyo de las normativas colombianas para el diseño de las redes de desagüe en proyectos de construcción es indispensable para cumplir con los estándares de calidad y garantizar el buen funcionamiento del sistema durante el periodo de vida útil de los proyectos de construcción.

- Los planos generados en el software Autodesk Revit 2018 brindan alta calidad en los detalles, mejorando la presentación y entendimiento de los diseños, logrando mejores resultados que los planos generados en el sistema tradicional a través del Software Autodesk AutoCAD.
- Se culminó con éxito la radicación de los diseños de las redes de desagüe del proyecto Frontino condominio ante la empresa pública de alcantarillado de Santander S.A (EMPAS S.A.) y actualmente está en proceso de revisión.
- El diseño de redes de desagüe del proyecto Frontino condominio fue el primer producto realizado con herramientas BIM en la empresa Arca Proyectos & Construcciones S.A.S., lo cual logro un gran avance tecnológico y a su vez aportó una gran orientación con documentos guía para la realización de próximos diseños.

BIBLIOGRAFÍA

AZHAR, S., HEIN, M., & SKETO, B. Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges. BIM-Benefit Measurement, 18(9), 2007 11.

COORDINA BIM CONSULTING CHILE. ¿Qué es BIM? [en línea] disponible en: <https://www.bimconsulting.cl/bim>

CRUZ, D. La importancia de BIM en la actualidad, descubre sus ventajas con Graphisoft 2014, Dic 01 [en línea]. Disponible en: <http://www.archdaily.co/co/734202/la-importancia-de-bim-en-la-actualidad-descubre-sus-ventajas-con-graphisoft>.

MATÍAS, J., & LAROJ, G. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios (tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, México. 2007

MOJICA, A., & V, DIEGO. Implementación de las metodologías BIM como herramienta para la planificación y control del proceso constructivo de una edificación en Bogotá (tesis de pregrado). Universidad Pontificia Javeriana, Bogotá, Colombia. 2012

PÉREZ, R. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones. 2010

PICÓ, E. C., & POR, P. Introducción a La Tecnología Bim. 2008 [en línea] disponible en: <http://www.practicaintegrada.com/storage/tecnologiabim/>

PORRAS-DÍAZ, Hernán; SÁNCHEZ-RIVERA, Omar Giovanni; GALVIS-GUERRA José Alberto; JAIMEZ-PLATA, Néstor Albeiro; CASTAÑEDA-PARRA, Karen Milady. Tecnologías “Building Information Modeling” en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado. En: Entramado. Enero - Junio, 2015 vol. 11, no. 1, p. 230-249, <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21116>

REYES, M., & RUBIO, J. Descripción De Los Sistemas De Recolección Y Aprovechamiento De Aguas Lluvias (tesis de especialización). Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia. 2014

SABOL, L. Building Information Modeling & Facility Management. IFMA World Workplace, 2008 1-13.

SALAZAR, A. M. Impacto económico del uso de BIM en el desarrollo de proyectos de construcción en la ciudad de Manizales (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia. 2017

TRISTANCHO, J., CONTRERAS, L y VARGAS, L. Aplicación del modelo integrado de desarrollo (BIM) en el diseño de proyectos para oficina abierta. En Ingeniería, Vol. 16 No. 2, 2011 pág. 78-81.

ANEXOS

Anexo A. Unidades de Descarga

Diámetro del tubo (mm)	38	51	64	76	102	152	203	254	305
(Pulgadas)	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"
Unidades máximas tubería de desagüe vertical	2	16	32	48	256	1380	3600	5600	8400
Unidades máximas tubería de desagüe horizontal P=21mm/mm	1	8	14	35	216	720	2640	4680	8300
Unidades máximas tubería de desagüe horizontal P=10 mm/m	1	6	11	28	173	576	2112	3744	6560
Longitud máxima tubería de desagüe vertical (metros)	65	85	148	212	300	510	750		

Anexo B. Diámetros mínimos para tubería de desagüe

Aparatos	Ocupación	Tipo de control de suministro	Unidades de descarga
Inodoro	Público	Fluxómetro	10
Inodoro	Público	Tanque de limpieza	5
Orinal	Público	Fluxómetro de $\phi=25,4$ mm (3/4 de pulgada)	5
Lavamanos	Público	Llave	4
Tina / Ducha	Público	Válvula mezcladora	4
Fregador de servicio	Oficial, etc	Llave	3
Fregador de cocina	Hotel, restaurante	Llave	4
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6
Inodoro	Privado	Tanque de limpieza	3
Lavamanos	Privado	Llave	1
Bidé	Privado	Llave	1
Tina	Privado	Llave	2
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	2
Cuarto de baño	Privado	Un fluxómetro por cuarto	8
Ducha separadora	Privado	Válvula mezcladora	2
Fregadero de cocina	Privado	Llave	2
Lavadero de 1 a 3 compartimientos	Privado	Llave	3
Lavadora	Privado	Llave	2
Lavadora	Pública	Llave	4
Combinación de accesorios	Privado	Llave	3
Poceta de aseo	Pública	Llave	3

Anexo C. Dimensiones de los tubos de ventilación

Diámetro requerido para el tubo de ventilación principal									
Diámetro de la bajante	Unidades de decarga ventiladas	38 mm (1½ de pulgada)	51 mm (2 pulgadas)	64 mm (2½ de pulgadas)	76 mm (3 pulgadas)	102 mm (4 pulgadas)	127 mm (5 pulgadas)	152 mm (6 pulgadas)	203 mm (8 pulgadas)
Longitud máxima del tubo en metros									
38 mm (1½ pulgadas)	8	45							
38 mm (1½ pulgadas)	42	9	30	9					
51 mm (2 pulgadas)	12	23	60						
51 mm (2 pulgadas)	20	15	45						
64 mm (2½ pulgadas)	10	30							
76 mm (3 pulgadas)	10	9	30	60	180				
76 mm (3 pulgadas)	30		18	60	150				
76 mm (3 pulgadas)	60		15	24	120				
102 mm (4 pulgadas)	100		11	30	78	300			
102 mm (4 pulgadas)	200		9	27	75	270			
102 mm (4 pulgadas)	500		6	21	54	210			
127 mm (5 pulgadas)	200			11	24	105	300		
127 mm (5 pulgadas)	500			9	21	90	270		
127 mm (5 pulgadas)	1100			6	15	60	210		
152 mm (6 pulgadas)	350			8	15	60	120	390	
152 mm (6 pulgadas)	620			5	9	38	90	330	
152 mm (6 pulgadas)	960				7	30	75	300	
152 mm (8 pulgadas)	1900				6	21	60	210	
203 mm (8 pulgadas)	600					15	54	150	390
203 mm (8 pulgadas)	1400					12	30	120	360
203 mm (10 pulgadas)	2200					9	24	105	330
203 mm (10 pulgadas)	3600					8	18	75	240
254 mm (10 pulgadas)	1000						23	38	300
254 mm (10 pulgadas)	2500						15	30	150
254 mm (10 pulgadas)	3800						15	24	105
254 mm	5600						8	18	75

Anexo D. Primeros Resultados de Análisis de Colisiones

Anexo D-1. Primeros resultados del chequeo de colisiones (primera parte)

Autodesk Navisworks Manage 2018 (VERSIÓN DEL ESTUDIANTE) FRONTINO.nwf

Crash Detectivo

SAN VS PLU Última ejecución: miércoles, 23 de julio de 2016 10:13:13 p.m.
Conflictos: Total: 7 (abiertos: 7 cerrados: 0)

Nombre	Estado	Confli...	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto
SAN VS PLU	Terminado	7	7	0	0	0	0
SAN VS PCI	Terminado	1	1	0	0	0	0
SAN VS GAS	Terminado	23	23	0	0	0	0
PLU VS PCI	Terminado	0	0	0	0	0	0
PLU VS GAS	Terminado	3	3	0	0	0	0

Nombre	Estado	Nivel	Intersecció...	Encontrado	Aprobad...	Aprobado
Conflicto1	Nuevo	SOT 1 (2)	C-4	22:13:13 25-07-2016		
Conflicto2	Nuevo	SOT 1 (2)	C-4	22:13:13 25-07-2016		
Conflicto3	Nuevo	SOT 1 (2)	C-4	22:13:13 25-07-2016		
Conflicto4	Nuevo	SOT 1 (2)	C-4	22:13:13 25-07-2016		
Conflicto5	Nuevo	PISO 9 (2)	C-2	22:13:13 25-07-2016		
Conflicto6	Nuevo	PISO 9 (2)	C-2	22:13:13 25-07-2016		
Conflicto7	Nuevo	SOT 1 (2)	Al-11-2	22:13:13 25-07-2016		

Libro de Quantificación | Elemento de catálogo | TimeLiner

Anexo D-2 primeros resultados del chequeo de colisiones (segunda parte)

Autodesk Navisworks Manage 2018 (VERSIÓN DEL ESTUDIANTE) FRONTINO.nwf

Crash Detectivo

SAN VS GAS Última ejecución: miércoles, 23 de julio de 2016 10:13:13 p.m.
Conflictos: Total: 23 (abiertos: 23 cerrados: 0)

Nombre	Estado	Confli...	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto
SAN VS GAS	Terminado	23	23	0	0	0	0
PLU VS PCI	Terminado	0	0	0	0	0	0
PLU VS GAS	Terminado	3	3	0	0	0	0
PLU VS HID	Terminado	20	20	0	0	0	0
GAS VS SAN	Terminado	23	23	0	0	0	0

Nombre	Estado	Nivel	Intersecció...	Encontrado	Aprobad...	Aprobado
Conflicto1	Nuevo	SOT 1 (2)	B-5(2)	22:13:13 25-07-2016		
Conflicto2	Nuevo	PISO 4	C-2(1)	22:13:13 25-07-2016		
Conflicto3	Nuevo	PISO 5	C-2(1)	22:13:13 25-07-2016		
Conflicto4	Nuevo	PISO 6	C-2(1)	22:13:13 25-07-2016		
Conflicto5	Nuevo	PISO 7	C-2(1)	22:13:13 25-07-2016		
Conflicto6	Nuevo	PISO 8	C-2(1)	22:13:13 25-07-2016		
Conflicto7	Nuevo	PISO 9	C-2(1)	22:13:13 25-07-2016		
Conflicto8	Nuevo	SOT 1 (2)	B(2)-2	22:13:13 25-07-2016		
Conflicto9	Nuevo	PISO 3	C-2(1)	22:13:13 25-07-2016		
Conflicto10	Nuevo	SOT 1 (2)	B(1)-4	22:13:13 25-07-2016		
Conflicto11	Nuevo	SOT 1 (2)	B(1)-6(-2)	22:13:13 25-07-2016		
Conflicto12	Nuevo	SOT 1 (2)	B-4	22:13:13 25-07-2016		
Conflicto13	Nuevo	SOT 1 (2)	B(1)-4	22:13:13 25-07-2016		
Conflicto14	Nuevo	SOT 1 (2)	B-5	22:13:13 25-07-2016		

Libro de Quantificación | Elemento de catálogo | TimeLiner

Anexo E. Últimos resultados de análisis de colisiones

Anexo E-1. Últimos resultados del chequeo de colisiones (primera parte)

Autodesk Navisworks Manage 2018 (VERSIÓN DEL ESTUDIANTE) FRONTINO.mwf

Cash Detective

Última ejecución: martes 31 de julio de 2018 2:32:30 a.m.
Conflictos: Total: 10 (abiertos: 0 cerrados: 10)

Nombre	Estado	Confl...	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto
SAN VS PLU	Terminado	10	0	0	0	0	10
SAN VS PCI	Terminado	1	0	0	0	0	1
SAN VS GAS	Terminado	27	0	0	0	0	27
PLU VS PCI	Terminado	0	0	0	0	0	0
PLU VS GAS	Terminado	4	0	0	0	0	4

Nombre	Estado	Nivel	Intersecció...	Encontrado	Aprobad...	Aprobado
Conflicto2	Resuelto	SOT 1 (2)	C-4	22:13:13 25-07-2018		
Conflicto8	Resuelto	SOT 1 (2)	A(-2)-2	12:22:57 29-07-2018		
Conflicto9	Resuelto	SOT 1 (2)	B(1)-2(-2)	12:22:57 29-07-2018		
Conflicto1	Resuelto	SOT 1 (2)	C-4	22:13:13 25-07-2018		
Conflicto7	Resuelto	SOT 1 (2)	A(-1)-2	22:13:13 25-07-2018		
Conflicto4	Resuelto	SOT 1 (2)	C-4	22:13:13 25-07-2018		
Conflicto5	Resuelto	PISO 9 (2)	C-2	22:13:13 25-07-2018		
Conflicto6	Resuelto	PISO 9 (2)	C-2	22:13:13 25-07-2018		
Conflicto3	Resuelto	SOT 1 (2)	C-4	22:13:13 25-07-2018		
Conflicto10	Resuelto	SOT 1 (2)	A(1)-2(-1)	12:22:57 29-07-2018		

3D Model View: C(-1)-0(1): PISO 1 (1)

Anexo E-2 últimos resultados del chequeo de colisiones (segunda parte)

Autodesk Navisworks Manage 2018 (VERSIÓN DEL ESTUDIANTE) FRONTINO.mwf

Cash Detective

Última ejecución: martes 31 de julio de 2018 2:32:32 a.m.
Conflictos: Total: 4 (abiertos: 0 cerrados: 4)

Nombre	Estado	Confl...	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto
PLU VS GAS	Terminado	4	0	0	0	0	4
PLU VS HID	Terminado	20	0	0	0	0	20
GAS VS SAN	Terminado	27	0	0	0	0	27
GAS VS PLU	Terminado	4	0	0	0	0	4
GAS VS PCI	Terminado	1	0	0	0	0	1

Nombre	Estado	Nivel	Intersecció...	Encontrado	Aprobad...	Aprobado
Conflicto1	Resuelto	SOT 1 (2)	B(2)-2(1)	22:13:13 25-07-2018		
Conflicto2	Resuelto	SOT 1 (2)	C-6	22:13:13 25-07-2018		
Conflicto4	Resuelto	SOT 1 (2)	B(2)-2(-1)	10:29:40 26-07-2018		
Conflicto3	Resuelto	SOT 1 (2)	C-4	22:13:13 25-07-2018		

3D Model View: C-3: PISO 1 (3)

Anexo E-3 últimos resultados del chequeo de colisiones (tercera parte)

Autodesk Navisworks Manage 2018 (VERSIÓN DEL ESTUDIANTE) FRONTINO.mwf

Crash Detective

^ SAN VS HID Última ejecución: martes, 31 de julio de 2018 2:32:35 a.m.
Conflictos: Total: 1016 (abierto: 360 cerrado: 656)

Nombre	Estado	Confl...	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto
PCI VS HID	Terminado	0	0	0	0	0	0
HID VS SAN	Terminado	1016	0	360	0	0	656
HID VS PLU	Terminado	20	0	0	0	0	20
SAN VS HID	Terminado	1016	0	360	0	0	656

Añadir prueba Restablecer todo Compactar todo Suprimir todo Actualizar todo

Reglas Seleccionar Resultados Informe

Nuevo grupo Asignar Ninguno Volver a ejecutar prueba

Nombre	Estado	Nivel	Intersección...	Encontrado	Aprobado...	Aprobado
Conflicto88	Activo	PISO 9	A(-2)-1(-1)	02:04:09 31-07-2018		
Conflicto8	Activo	PISO 4	A(-2)-1(-1)	22:13:15 25-07-2018		
Conflicto9	Activo	PISO 8	A(-2)-1(-1)	22:13:15 25-07-2018		
Conflicto10	Activo	PISO 6	A(-2)-1(-1)	22:13:15 25-07-2018		
Conflicto11	Activo	PISO 5	A(-2)-1(-1)	22:13:15 25-07-2018		
Conflicto12	Activo	PISO 7	A(-2)-1(-1)	22:13:15 25-07-2018		
Conflicto166	Activo	PISO 9	C-3(1)	02:04:09 31-07-2018		
Conflicto46	Activo	PISO 1	B-5(-1)	22:13:15 25-07-2018		
Conflicto45	Activo	PISO 1	B-4(1)	22:13:15 25-07-2018		
Conflicto25	Activo	PISO 3	A(-2)-6(-3)	22:13:15 25-07-2018		
Conflicto44	Activo	PISO 1	C-8	22:13:15 25-07-2018		
Conflicto26	Activo	PISO 2	B-4(1)	22:13:15 25-07-2018		
Conflicto27	Activo	PISO 2	B-1(-1)	22:13:15 25-07-2018		
Conflicto167	Activo	PISO 9	B-6	02:04:09 31-07-2018		

Elementos Libro de Quantificaton TimeLine

Guardado automáticamente: C:\Users\CORE\7\AppData\Roaming\Autodesk Navisworks Manage 2018\AutoSave\FRONTINO.AutoSave167.mwf

B(-2)-1 : PISO 9

Activar Windows

1 de 5 2018 21:53

Anexo F. Cantidades de obra de red sanitaria y pluvial

RESUMEN CANTIDADES DE OBRA			
INSTALACIONES SANITARIAS Y PLUVIALES			
Proyecto: Frontino condominio			
Consultor: Arca Proyectos y Construcciones S.A.S			
Julio de 2018			
1. Instalaciones Sanitarias Negras			
Item	Nombre de Item	Unidad	Cantidad
1.01	Punto Sanitario D=2"	Und	335,00
1.02	Punto Sanitario D=4"	Und	64,00
1.04	Tubería Sanitaria D=2"	mL	531,22
1.05	Tubería Sanitaria D=3"	mL	3,90
1.06	Tubería Sanitaria D=4"	ml	239,89
1.07	Tubería Sanitaria D=6"	ml	14,22
1.12	Bajante Aguas Negras D=3"	mL	124,22
1.13	Bajante Aguas Negras D=4"	mL	206,69
1.14	Anclaje Tuberia Sanitaria secilla D=4"	Und	623,00
1.15	Anclaje Tuberia Sanitaria D=4"	Und	40,00
1.16	Pozo de Inspeccion H=1m D=0.8m	Und	1,00
1.18	Caja de inspección 0.7*0.7	Und	3,00
2. Ventilaciones			
Item	Nombre de Item	Unidad	Cantidad
2.1	Bajante Ventilación D=2"	mL	3,92
2.2	Bajante Ventilación D=3"	mL	221,05
2.3	Tubería Ventilación D=2"	mL	149,52
2.4	Tubería Ventilación D=3"	mL	34,75
2.5	Punto Ventilación D=2"	Und	64,00
3. Instalaciones Sanitarias Lluvias			
Item	Nombre de Item	Unidad	Cantidad
3.01	Punto Aguas Lluvias D=3"	Und	39,00
3.02	Tubería Aguas Lluvias D=2"	mL	54,80
3.03	Tubería Aguas Lluvias D=3"	mL	290,42
3.04	Tubería Aguas Lluvias D=4"	mL	27,38
3.05	Bajante Aguas Lluvias D=3"	mL	177,92
3.06	Suministro e Instalación de Tubería NOVAFORT 6" (160mm)	mL	7,50
3.07	Caja de inspección 0.7*0.7	Und	2,00

Item	Nombre de Item	Unidad	Cantidad
3.08	buje soldado 3"x2"	Und	1,00
3.09	Codo 45 x 2 CxC	Und	11,00
3.10	Codo 90 x 3 CxC	Und	104,00
3.11	Codo 45 x 3 CxC	Und	70,00
3.12	Sifon 180 CxC2"	Und	1,00
3.13	Sifon 180 CxC3"	Und	59,00
3.14	Tee reducida 3x2	Und	3,00
3.15	Tee D=3"	Und	4,00
3.16	Yee reducida 3x2	Und	2,00
3.17	Yee D=3"	Und	33,00
3.18	Yee D=2"	Und	3,00
3.19	regilla CxC2"	Und	1,00
3.20	regilla CxC3"	Und	59,00
4. Pozo Eyector			
Item	Nombre de Item	Unidad	Cantidad
4.1	Expansión concéntrica	Und	1,00
4.2	Cheque 3	Und	1,00
4.3	Valvula de bola 3"	Und	1,00
4.4	TeePVC 3	Und	1,00
4.5	Codo 90 PVC 3	Und	7,00
4.6	Codo 45 PVC 3	Und	0,00
4.7	Tuberia PVC 3"	mL	25,00

Anexo G. Presupuesto de la Red Sanitaria y Pluvial

PRESUPUESTO RED SANITARIA Y PLUVIAL

Tipo de Presupuesto: Todo Costo

Proyecto: Fontino Condominio

Consultor: Arca Proyectos y Construcciones

S.A.S

Fecha: Julio de 2018

1	Nombre de Item	Unidad	Cant.	Vr. Unitario	Valor
Item	Movimientos de Tierra				
1.01	Excavación Manual 0 - 2.5 m	m3	31,19	\$21.257,82	\$663.003,55
1.02	Relleno Común	m3	6,24	\$21.796,00	\$135.957,74
1.03	Relleno con Material Seleccionado	m3	23,39	\$46.796,00	\$1.094.629,45
				Subtotal:	\$1.893.590,74
2	Red Sanitaria y pluvial				
2.01	Punto Sanitario D=2"	Und	335,00	\$36.969,57	\$12.384.807,28
2.02	Punto Sanitario D=4"	Und	64,00	\$46.860,00	\$2.999.040,00
2.03	Punto Ventilación D=2"	Und	64,00	\$33.660,00	\$2.154.240,00
2.04	Punto Aguas Lluvias D=3"	Und	39,00	\$35.599,29	\$1.388.372,16
2.05	Tubería Sanitaria D=2"	mL	531,22	\$14.190,00	\$7.538.011,80
2.06	Tubería Sanitaria D=3"	mL	3,90	\$14.190,00	\$55.341,00
2.07	Tubería Sanitaria D=4"	mL	239,89	\$21.560,00	\$5.172.028,40
2.08	Tubería Sanitaria D=6"	mL	14,22	\$58.493,56	\$831.778,36
2.09	Tubería Ventilación D=2"	mL	149,52	\$12.608,20	\$1.885.178,06
2.10	Tubería Ventilación D=3"	mL	34,75	\$12.608,20	\$438.134,95
2.11	Tubería Aguas Lluvias D=2"	mL	54,80	\$12.608,20	\$690.929,36
2.12	Tubería Aguas Lluvias D=3"	mL	290,42	\$15.345,00	\$4.456.494,90
2.13	Tubería Aguas Lluvias D=4"	mL	27,38	\$18.689,00	\$511.704,82
2.14	Bajante Aguas Lluvias D=3"	mL	177,92	\$33.695,42	\$5.995.089,13
2.15	Bajante Aguas Negras D=3"	mL	124,22	\$30.806,74	\$3.826.813,24
2.16	Bajante Aguas Negras D=4"	mL	206,69	\$38.620,84	\$7.982.541,42
2.17	Bajante Ventilación D=2"	mL	3,92	\$21.217,81	\$83.173,82
2.18	Bajante Ventilación D=3"	mL	221,05	\$21.217,81	\$4.690.196,90
2.19	Anclaje Tubería Sanitaria sencilla D=4"	Und	623,00	\$5.000,00	\$3.115.000,00
2.20	Anclaje Tubería Sanitaria D=4"	Und	40,00	\$12.000,00	\$480.000,00
2.21	Pozo de Inspección H=1m D=0.8m	Und	1,00	\$2.179.056,00	\$2.179.056,00
2.22	Suministro e Instalación de Tubería NOVAFORT 6" (160mm)	mL	7,50	\$58.596,65	\$439.474,84
2.23	Caja de inspección 0.7*0.7	Und	5,00	\$428.001,04	\$2.140.005,18
2.24	Punto de reventilación	Und	18	\$23.333,00	\$419.994,00
2.25	Reductor de velocidad	Und	32	\$24.800,00	\$793.600,00
2.26	Terminación de bajante de 3	Und	2	\$6.457,00	\$12.914,00
2.27	Prueba sanitaria en apartamento	Und	28	\$26.998,00	\$755.944,00
				Subtotal:	\$73.419.863,61
3	Instalación de Aparatos				
3.01	Instalación de Accesorios para Baño	Und	64,00	\$19.000,00	\$1.216.000,00
3.02	Instalación de Ducha (NO Incluye Mezclador)	Und	50,00	\$18.000,00	\$900.000,00
3.03	Instalación de Grifería Lavamanos	Und	64,00	\$13.806,09	\$883.589,76
3.04	Instalación de Grifería Lavaplatos	Und	30,00	\$13.806,09	\$414.182,70

3 Instalación de Aparatos					
3.05	Instalación de Lavadero	Und	28,00	\$35.200,00	\$985.600,00
3.06	Instalación de Lavamanos	Und	64,00	\$22.300,00	\$1.427.200,00
3.07	Instalación de Lavaplatos	Und	30,00	\$22.300,00	\$669.000,00
3.08	Instalación de sanitario	Und	64,00	\$30.200,00	\$1.932.800,00
3.09	Instalación de cajas para lavadora	Und	28,00	\$18.005,00	\$504.140,00
3.10	Suministro e Instalación de Rejilla Piso D=2"	Und	187,00	\$17.160,00	\$3.208.920,00
3.11	Suministro e Instalación de Rejilla Piso D=3"	Und	39,00	\$23.430,00	\$913.770,00
				Subtotal:	\$13.055.202,46

4 Varios					
4.01	Reconstrucción de Pavimento Asfáltico	m3	0,08	\$557.463,01	\$46.826,89
4.02	Rotura de Pavimento	m2	1,20	\$47.693,25	\$57.231,90
				Subtotal:	\$104.058,79

Subtotal:			\$88.472.715,61
Administración:	6,0 0	%	\$5.308.362,9 4
Imprevistos:	4,0 0	%	\$3.538.908,6 2
Utilidad:	5,0 0	%	\$4.423.635,7 8
IVA:	19, 00	%	\$840.490,80
Total:			\$102.584.113,75

Anexo H. Chequeo de colectores sanitarios

COLECTOR A

Tramo		Bajante		U.D. Aparatos	Unidades de Descarga		Q	S	Diámetro mínimo	Q _o	Q/Q _o
DE	A	No.	U.D.		Propias	Acumuladas					
A1	A2	BAN 11	84 Unds.	10 Unds.	122 Unds.	122 Unds.	3,50 lps	1,0%	4 pulg	7,01 lps	0,500
		BAN 09	28 Unds.								
A2	CAN 1	BAN 10	28 Unds.		28 Unds.	150 Unds.	3,87 lps	1,0%	4 pulg	7,01 lps	0,552

Tramo		Bajante		U.D. Aparatos	Unidades de Descarga		Q	S	Diámetro mínimo	Q _o	Q/Q _o
DE	A	No.	U.D.		Propias	Acumuladas					
CAN1	CAN2	BAN 04	49 Unds.	5 Unds.	443 Unds.	443 Unds.	6,56 lps	1,0%	4 pulg	7,01 lps	0,937
		BAN 13	181 Unds.	10 Unds.							
		BAN 02	122 Unds.								
		BAN 07	76 Unds.								
CAN2	CAN3	BAN11	84 Unds.	6 Unds.	245 Unds.	688 Unds.	8,14 lps	2,0%	6 pulg	29,21 lps	0,279
		BAN12	155 Unds.								
CAN3	P(FR)			5 Unds.	5 Unds.	693 Unds.	8,17 lps	2,0%	6 pulg	29,21 lps	0,280

Anexo I. Chequeo red de ventilación

BAJANTES A VENTILAR	UNIDADES DE GASTO		DIAMETRO DEL BAJANTE	LONGITUD TUBERIA	DIAMETRO VENTILACIÓN	NOMENCLATURA RED VENTILACIÓN
BAN 08	59 unds	Σ 59 und	4 pulg	20,24 m	3 pulg	VENT 01
BAN 01	54 unds	Σ 54 und	4 pulg	22,64 m	3 pulg	VENT 02
	11 unds	Σ 139 und	4 pulg	15,2 m	3 pulg	VENT 03
	6 unds					
BAN 02	122 unds					
BAN 13	181 unds	Σ 181 und	4 pulg	12, m	3 pulg	VENT 04
BAN 14	21 unds	Σ 51 und	4 pulg	12, m	3 pulg	VENT 05
	30 unds					
BAN 15	98 unds	Σ 98 und	3 pulg	12, m	3 pulg	VENT 06
BAN 04	49 unds	Σ 49 und	4 pulg	12, m	3 pulg	VENT 07
BAN 12	155 unds	Σ 272 und	4 pulg	12, m	3 pulg	VENT 08
BAN 09	28 unds					
BAN 11	84 unds					
	5 unds					

Anexo J. Chequeo bajantes pluviales

Zona	BALL 1		BALL 2		BALL 3		BALL 4		BALL 5		BALL 6		BALL 7	
	Área (mt ²)		Área (mt ²)		Área (mt ²)		Área (mt ²)		Área (mt ²)		Área (mt ²)		Área (mt ²)	
	Propia	Acumul	Propia	Acumul	Propia	Acumul	Propia	Acumul	Propia	Acumul	Propia	Acumul	Propia	Acumul
Cubierta	74,00	74,00	5,64	5,64	11,41	11,41	9,90	9,90		0,00		0,00		0,00
Zona Social	13,80	87,80	57,87	63,51	59,76	71,17	69,13	79,03		0,00		0,00		0,00
Piso 9		87,80		63,51		71,17		79,03	1,00	1,00	2,85	2,85		0,00
Piso 8		87,80		63,51		71,17		79,03	1,00	2,00	2,85	5,70		0,00
Piso 7		87,80		63,51		71,17		79,03	1,00	3,00	2,85	8,55		0,00
Piso 6		87,80		63,51		71,17		79,03	1,00	4,00	2,85	11,40		0,00
Piso 5		87,80		63,51		71,17		79,03	1,00	5,00	2,85	14,25		0,00
Piso 4		87,80		63,51		71,17		79,03	1,00	6,00	2,85	17,10		0,00
Piso 3		87,80		63,51	2,85	74,02		79,03	15,30	21,30		17,10	17,00	17,00
Piso 2		87,80	7,85	71,36		74,02		79,03	15,95	37,25		17,10	17,00	17,00
Piso 1		87,80		71,36		74,02		79,03		37,25		17,10	17,00	17,00
Caudal de diseño	2,1 lps		1,5 lps		1,7 lps		1,9 lps		0,1 lps		0,3 lps		0,0 lps	
Diámetro (mm)	75		75		75		75		75		75		75	
Diámetro (pulg.)	3		3		3		3		3		3		3	

Anexo K. Chequeo colectores pluviales

Colector entre cajas
COLECTOR A

Tramo		Bajante		Area Piso	Áreas		Q	S	Diámetro Mínimo	Qo	Q/Qo
DE	A	No.	Área		Propias	Acumulada					
BALL 07	CAN1	BALL 07	17,00 m ²		96,03 m ²	96,03 m ²	2,28 lps	1,0%	4 pulg	7,01 lps	0,325
		BALL 04	79,03 m ²								
CAN1	CAN2	BALL 06	17,10 m ²		91,12 m ²	187,15 m ²	4,44 lps	1,0%	6 pulg	20,65 lps	0,215
		BALL 03	74,02 m ²								
CAN 2	P(FR)	PZE	198,37 m ²	115,00 m ²	509,78 m ²	696,93 m ²	16,53 lps	2,0%	6 pulg	29,21 lps	0,566
		BALL 05	37,25 m ²								
		BALL 01	87,80 m ²								
		BALL 02	71,36 m ²								