

**REALIZACIÓN DE UN OVA PARA LA ELECTIVA CONCEPTUALIZACIÓN EN
MODELACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN CONSTRUCCIÓN BIM**



AUTOR: RAFAEL ERNESTO CLAVIJO LOZANO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

INGENIERO CIVIL

Director:

Arq. Luz Adriana Santos

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA FAEDIS
PROGRAMA INGENIERIA CIVIL
BOGOTÁ, JUNIO 2016**

REALIZACIÓN DE UN OVA PARA LA ELECTIVA CONCEPTUALIZACIÓN EN
MODELACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN CONSTRUCCIÓN BIM

PROYECTO DE GRADO

AUTOR: RAFAEL ERNESTO CLAVIJO LOZANO

PRESENTADO A: COMITÉ DE OPCIONES DE GRADO



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
JUNIO 2016

REALIZACIÓN DE UN OVA PARA LA ELECTIVA CONCEPTUALIZACIÓN EN
MODELACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN CONSTRUCCIÓN BIM

AUTOR: RAFAEL ERNESTO CLAVIJO LOZANO

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al
Título de Ingeniero Civil

Director: Arq. Luz Adriana Santos

PRESENTADO A: COMITÉ DE OPCIONES DE GRADO



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
JUNIO 2016

Nota de Aceptación

Arq. Luz Adriana Santos
Directora del Proyecto

Jurado 1

Jurado 2

Bogotá D. C. 29 de Julio de 2016

Con todo mi amor a mi esposa,
Mil gracias por confiar en mí,
Por estar ahí presente
Por animarme y darme fuerzas
Durante el proceso de mi carrera.
A mis padres por su apoyo.

Agradecimientos

A mi esposa, Angélica Hernández por su apoyo incondicional, su valiosa compañía, su tiempo, dedicación, amor, confianza y ánimo para completar este proceso en todo momento.

A mi madre, Flor y a mi padre, Rafael, por acompañarme en una etapa más en mi vida e inicio de una nueva como profesional.

A la Arquitecta Luz Adriana Santos por haber acogido esta propuesta, por su colaboración, su desinteresada ayuda y apoyo en este proyecto.

A los Docentes de la Universidad Militar Nueva Granada de la carrera por su colaboración y motivación que siempre los caracterizo durante todo el transcurso de mi carrera.

A Dios gracias, por acompañarme, guiarme y cuidarme, y por permitirme compartir esta etapa de mi vida con todos mis seres queridos

A todas aquellas personas que de manera directa o indirectamente contribuyeron a la realización de este proyecto.

Tabla de contenido

Titulo.....	14
Resumen.....	14
Introducción	15
Áreas	16
Área de Construcción y Área Económica Administrativa:.....	16
Planteamiento del problema.....	16
Antecedentes	18
Objetivo general.....	19
Objetivos Específicos.....	19
Justificación	20
Alcance	21
Delimitación.....	22
Geográfica.....	22
Cronológica.....	22
Conceptual	22
Marco teórico y estado del arte.....	22
Metodología	24
Documentación y recolección de la información:	24
Información Primaria	24
Información Secundaria:.....	24
Análisis de la información para la determinación de especificaciones BIM	24

Elaboración del BIM del ejercicio aplicativo:	24
Proceso de Modelado:.....	24
Cantidades de obra y Ejemplo de Administración BIM	25
Generación del OVA:	25
Análisis y evaluación de resultados:	25
Elaboración del documento final:	25
Elección del proyecto sobre el cual se desarrolla el OVA	25
Proceso de modelado	29
Elaboracion del OVA.....	102
Conclusiones y resultados.....	104
Glosario.....	107
Bibliografía	108

Lista de figuras

Figura 1. Planteamiento del problema	17
Figura 2. Localización del Proyecto. Imagen tomada de Google Earth	26
Figura 3: Planta del proyecto ampliación teatro Colon de localización del proyecto.	27
Figura 4: Fachada del proyecto sobre la carrera 11.	27
Figura 5: planta arquitectónica del nivel del primer piso	28
Figura 6: Configuración del espacio de trabajo	29
Figura 7: Configuración de las unidades del proyecto.....	30
Figura 8: Ajuste y edición de imágenes de referencia	31
Figura 9: Creación de la malla de trabajo	32
Figura 10: Interacción de las diferentes vistas en la creación de la malla de trabajo	32
Figura 11: Listado de familias cargadas en el proyecto.....	34
Figura 12: Cuadro de propiedades del tipo de elemento.....	35
Figura 13: cuadro de edición del elemento	36
Figura 14 : Proceso de modelado placa sotano tres	37
Figura 15 : Proceso de modelado estructura sotano tres.....	37
Figura 16 : Proceso de modelado muros sotano tres.....	38
Figura 17 : Proceso de modelado puertas y cristalería sotano tres	38
Figura 18: Proceso de modelado planta general sotano tres	39
Figura 19: Proceso de modelado placa sotano dos	40
Figura 20: Proceso de modelado estructura sotano dos	40
Figura 21: Proceso de modelado muros sotano dos.....	41

Figura 22: Proceso de modelado puertas y cristalería sotano dos	41
Figura 23 : Proceso de modelado planta general sotano dos	42
Figura 24 : Proceso de modelado placa sotano uno	43
Figura 25 : Proceso de modelado estructura sotano uno.....	43
Figura 26 : Proceso de modelado muros sotano uno	44
Figura 27 : Proceso de modelado puertas y cristaleria sotano uno.....	44
Figura 28. Proceso de modelado sotano uno	45
Figura 29. Proceso de modelado placa primer piso	46
Figura 30. Proceso de modelado estructura primer piso.....	46
Figura 31. Proceso de modelado muros primer piso.....	47
Figura 32. Proceso de modelado puertas y cristales primer piso.....	47
Figura 33. Proceso de modelado planta general primer piso	48
Figura 34. Proceso de modelado placa segundo piso	49
Figura 35. Proceso de modelado estructura segundo piso	49
Figura 36. Proceso de modelado muros segundo piso.....	50
Figura 37. Proceso de modelado puertas y cristales segundo piso	50
Figura 38: Proceso de modelado planta general segundo piso	51
Figura 39: Proceso de modelado placa tercer piso.....	52
Figura 40: Proceso de modelado estructura a tercer piso	52
Figura 41: Proceso de modelado muros tercer piso.....	53
Figura 42: Proceso de modelado puertas y cristales tercer piso	53
Figura 43. Proceso de modelado planta general tercer piso.....	54
Figura 44. Proceso de modelado placa cuarto piso.....	55
Figura 45. Proceso de modelado estructura cuarto piso	55
Figura 46. Proceso de modelado muros cuarto piso	56

Figura 47. Proceso de modelado puertas y cristales cuarto piso.....	56
Figura 48. Proceso de modelado planta general cuarto piso.....	57
Figura 49. Proceso de modelado placa quinto piso.....	58
Figura 50. Proceso de modelado estructura quinto piso	58
Figura 51. Proceso de modelado muros quinto piso	59
Figura 52. Proceso de modelado puertas y cristales quinto piso	59
Figura 53. Proceso de modelado planta general quinto piso	60
Figura 54. Proceso de modelado placa sexto piso	61
Figura 55. Proceso de modelado estructura sexto piso	61
Figura 56. Proceso de modelado muros sexto piso.....	62
Figura 57. Proceso de modelado puertas y cristales sexto piso	62
Figura 58. Proceso de modelado planta general sexto piso	63
Figura 59. Proceso de modelado placa séptimo piso	64
Figura 60. Proceso de modelado estructura séptimo piso.....	64
Figura 61. Proceso de modelado muros séptimo piso.....	65
Figura 62. Proceso de modelado puertas y cristales séptimo piso	65
Figura 63. Proceso de modelado planta general séptimo piso	66
Figura 64. Proceso de modelado placa octavo piso	67
Figura 65. Proceso de modelado estructura octavo piso.....	67
Figura 66. Proceso de modelado muros octavo piso.....	68
Figura 67. Proceso de modelado puertas y cristales octavo piso	68
Figura 68. Proceso de modelado planta general octavo piso	69
Figura 69. Modelado general del edificio alzado nororiental	70
Figura 70. Modelado general del edificio alzado noroccidental	71
Figura 71. Modelado general del edificio alzado occidental	72

Figura 72. Modelado general del edificio alzado sur.....	73
Figura 73. Modelado general del edificio	74
Figura 74. Visualización de plantillas por disciplina.....	78
Figura 75: Sistemas, tuberías y aparatos hidráulicos correspondientes	79
Figura 76: Visualización de los sistemas, tuberías y aparatos hidráulicos correspondientes	80
Figura 77: Familia de aparatos hidrosanitarios ducha	81
Figura 78: Familia de aparatos hidrosanitarios calentador de paso	82
Figura 79: Familia de aparatos hidrosanitarios sanitario	83
Figura 80: Familia de aparatos hidrosanitarios lavamanos.....	84
Figura 81. Configuración del modelado de redes de PVC.....	85
Figura 82. Proceso de creación de redes automáticas 1	86
Figura 83. Proceso de creación de redes automáticas 2.....	86
Figura 84. Proceso de creación de redes automáticas 3.....	87
Figura 85. Proceso de creación de redes automáticas 4.....	87
Figura 86. Proceso de creación de redes automáticas 5.....	88
Figura 87. Proceso de modelado piso a piso de redes 1.....	89
Figura 88. Proceso de modelado piso a piso de redes 2.....	90
Figura 89. Proceso de modelado piso a piso de redes 3.....	90
Figura 90. Proceso de modelado piso a piso de redes 4.....	91
Figura 91. Proceso de modelado piso a piso de redes 5.....	92
Figura 92. Proceso de modelado de las redes piso a piso	93
Figura 93. Modificación en tiempo real planta existente.....	94
Figura 94. Modificación en tiempo real planta corregida.....	94
Figura 95: Modificación en tiempo real planta corregida con redes	95
Figura 96: Modificación en tiempo real axonometría corregida	95

Figura 97. creación en tiempo real de cuadros de información y conteo de elementos.	96
Figura 98. Creación de las vistas correspondientes a las redes electricas	97
Figura 99. Familia de aparatos eléctricos caja de paso de redes.....	97
Figura 100. Familia de aparatos eléctricos toma corriente	98
Figura 101. Familia de aparatos eléctricos luminaria con adaptadores conduit	99
Figura 102: Proceso de creación de circuito de interruptores.....	100
Figura 103: Proceso de creación de un circuito de corriente y fuerza	100
Figura 104. Proceso de modelado piso a piso de las redes electricas	101
Figura 105. Proceso de identificación y verificación de interferencia entre redes.	102
Figura 106. Cruce de dos redes (eléctrica y sanitaria) detectado en proceso de diseño	104
Figura 107. Corrección del cruce de redes (electrica y sanitaria) detectado en proceso de diseño.	105

Lista de tablas

Tabla 1: Línea de tiempo proceso de modelado	77
--	----

Título

Realización de un OVA para la electiva conceptualización en modelación de la información en construcción BIM

Resumen

El objetivo del presente proyecto es producir un modelo didáctico para la creación de objetos virtuales de aprendizaje (OVA), para la electiva Conceptualización en Modelación de la Información en Construcción BIM, dejando una herramienta de aprendizaje, dando a conocer los beneficios y las ventajas de introducir las tecnologías BIM en el sector de la construcción en Colombia, del mismo modo que esto alimente la formación de los estudiantes y profesionales del área de la ingeniería, arquitectura y construcción, y demás personas involucradas en estas áreas, para que universidades, empresas y compañías perciban la necesidad de incluir tecnologías BIM.

Las tecnologías BIM permite abarcar todo el proceso de un proyecto ingenieril, desde su etapa de diseño, planeación, ejecución, administración y vida útil, permitiendo que sea una herramienta en la que pueden intervenir todos los profesionales que se encuentran en la elaboración del mismo, siendo un instrumento de interacción con el proyecto en sí, demás áreas, de modo que se desarrolle con un margen de error casi nulo, en un lapso de tiempo más corto, con un aprovechamiento más eficiente de los materiales y recursos humanos y un menor impacto ambiental.

Para ese fin tomamos un proyecto de referencia que sea significativo para la ciudad y en el campo de la construcción, como lo es la ampliación del Teatro Colón en Bogotá, Colombia, este proyecto es modelado en un programa BIM, empleando el software REVIT Autodesk™ que de manera sistemática nos sirve como registro y herramienta fundamental en la generación del OVA.

Este proyecto nos muestra la necesidad urgente que tenemos en Colombia de implementar, en los diversos campos de la construcción, las tecnologías BIM de una manera pedagógica y accesible a

profesionales, compañías, promotores y demás actores que tengan relación con el sector de la ingeniería y construcción, de una manera que permita conocer las ventajas técnicas y los beneficios de aplicar y capacitar recurso humano en el desarrollo de estas tecnologías.

Introducción

Los procesos constructivos requieren nuevos protocolos de trabajo, que mejore la metodología y alimente su desarrollo en cada uno de sus etapas comprendiendo dicho proyecto todo el tiempo, desde la concesión de la idea, diseño, construcción, puesta en marcha y operación del edificio, e incluyendo remodelación y/o demolición e para iniciar de nuevo el ciclo en otro proyecto nuevo, todo bajo una dirección facultativa.

De igual forma, se exige que los proyectos sean cada vez más eficientes en cuestiones como el consumo de recursos e impacto ambiental, minimizar costos, facilidad de análisis para su administración y mantenimiento post construcción.

Todo esto es posible con el proceso constructivo BIM. En este proyecto se presenta un modelo didáctico representado en un (OVA) o modelo virtual de aprendizaje, para la electiva Conceptualización en Modelación de la Información en Construcción BIM, dando a conocer por medio de un ejemplo de la vida real, a los estudiantes de ingeniería civil, empresarios, analistas y demás profesionales del área de la construcción, y al público en general, cómo la tecnología BIM Es una ventaja en el diseño, planeación y ejecución de proyectos de ingeniería. El ejemplo base de esta OVA se realiza sobre el proyecto Ampliación del Teatro Colón, ubicado en Bogotá, Colombia.

Lo que muestra este OVA sobre el BIM es una herramienta útil, de hecho esta tecnología lleva más de 20 años desarrollándose, solo que los últimos tiempos se ha vuelto tendencia a nivel mundial, porque ha demostrado su beneficio en la ejecución de proyectos constructivos, facilitando la gestión y la transformación de la administración en obras constructivas. Esta tecnología es el presente y el futuro de la construcción, generando un vuelco total a las metodologías actuales, sumado a factores ecológicos, ahorradores de energía, de tiempo y como tal de dinero.

Áreas

Área de Construcción y Área Económica Administrativa: Ofreciendo alternativas en la forma en que los Ingenieros enfocan los proyectos de diseño y construcción, facilitando flujos de trabajo más productivos.

Planteamiento del problema

Son pocas las personas con conocimiento en BIM, pocas universidades ofrecen el conocimiento profesional en diplomados y son mucho menos quienes ofrecen un posgrado, limitándose a una electiva, es una limitación importante en el uso de esta tecnología en la ingeniería civil, la arquitectura y la industria de la construcción. A menos que BIM sea introducido en los programas de pregrado de ingeniería civil de una manera fundamental, los ingenieros civiles graduados carecerán de las habilidades necesarias para servir a la industria de la construcción en la que los modelos 3D son el primordial medio de comunicación y expresión entre los diferentes actores de una obra.

Cada día son más las compañías del sector de arquitectura, ingeniería y construcción (AIC) que están integrando BIM en sus campos de acción, no tanto en Colombia, como sí se desarrolla a nivel mundial, por ejemplo Mini Sky City, edificio chino de 57 pisos construido en 15 días, utilizando la metodología BIM, se necesita que la nueva fuerza de trabajo sea capaz de colaborar y comunicarse utilizando las tecnologías BIM. Los centros educativos deben promover la formación de los estudiantes de ingeniería y del sector de la construcción para adquirir los conocimientos de la tecnología BIM y así satisfacer la necesidad que tiene este campo en Colombia.

Al aumentar el uso del BIM en la industria de arquitectura, ingeniería y construcción (AIC), se espera que los estudiantes de ingeniería empiecen a comprender el diseño de proyectos en 3D. Que los ingenieros civiles y demás profesionales de la construcción puedan llevar a cabo la estimación de costos, los cálculos de cantidades de obra y las tareas de programación. El gran

desafío que enfrentan maestros en la enseñanza de BIM es la promoción de la unión de las diferentes áreas dentro del plan de estudios.

Incluir el BIM en el currículo universitario será fundamental en la gestación de los futuros ingenieros. Por otro lado la escasa capacitación en BIM presenta un tropiezo en la aceptación de la metodología por parte del sector de la construcción en general. (Becerik-Gerber, 2015)

De igual forma si se continúa con la metodología constructiva habitual en Colombia sin implementar nuevos procesos constructivos como el BIM, se seguirán cometiendo muchos errores, incongruencias en los diseños, que afectan el proceso constructivo generando correcciones sobre la marcha, baja la calidad de la construcción, genera sobre costos y altera el cronograma de construcción, estos factores son comunes en la mayoría de obras públicas y privadas, donde el contratista debe solicitar prórroga para la entrega del proyecto o en ocasiones debe retirarse ya que en algunos casos el presupuesto no alcanza para la culminación de la misma, dejando como resultado demandas y problemas jurídicos que no benefician a nadie.

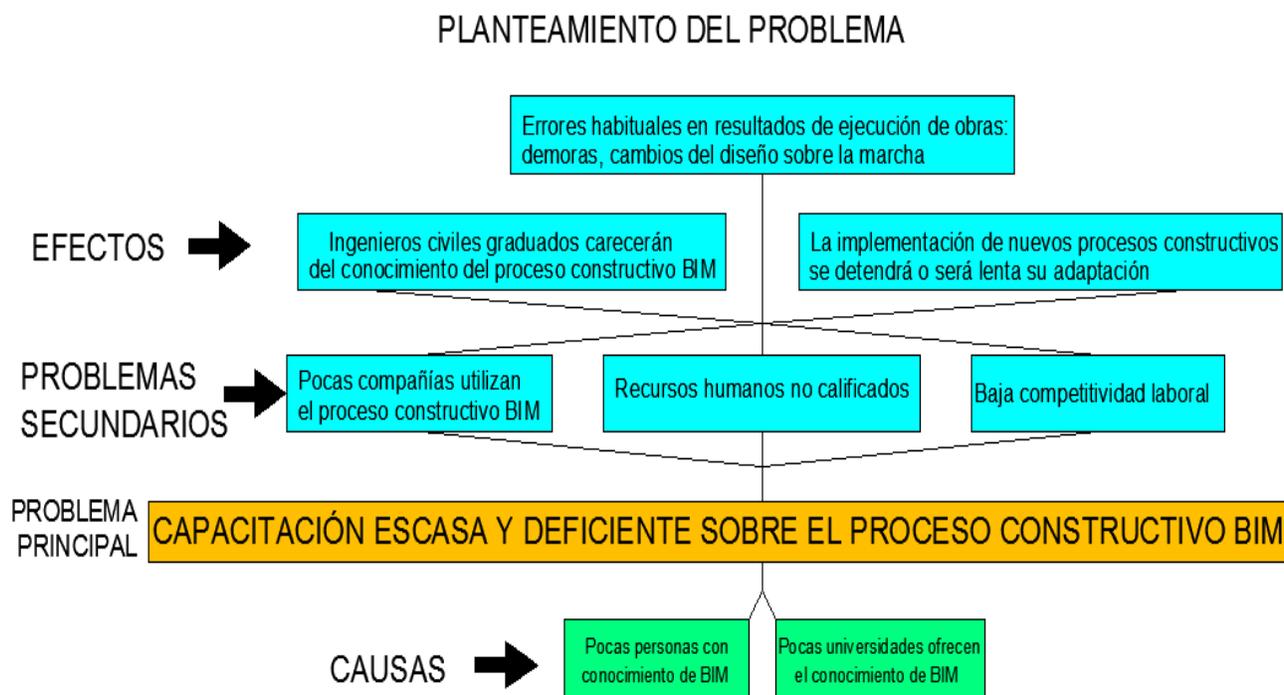


Figura 1. Planteamiento del problema

Antecedentes

En Colombia ha sido lento el interés por el BIM, sin embargo universidades como la Universidad Nacional en Medellín para la carrera de Arquitectura sostiene un curso de REVIT software de modelado e implementación BIM, dirigido a estudiantes y egresados, las universidades de San Buenaventura, El Colegio Mayor de Antioquia, ambos ubicados en Medellín, ofrecen cursos a sus estudiantes de REVIT Architecture, de igual forma las universidades Pontificia universidad Javeriana en Bogotá, la universidad del Valle en Cali ofrecen cursos libres de REVIT dirigido a profesionales de la construcción y al público en general, la universidad de los Andes ofrece un curso en BIM para presupuesto, programación y control de Proyectos. Algunas otras universidades ofrecen sus cursos de Revit exclusivamente para sus estudiantes dirigido a la Arquitectura.

Teniendo en cuenta que la tecnología hace parte del desarrollo económico de las naciones y el proceso constructivo BIM en una nueva tecnología que está creciendo a nivel mundial, como referencia, el Instituto de Normalización del Reino Unido (BSI – British Standards Institution) creó un documento que tiene como finalidad incorporar los procesos BIM a todas las obras gubernamentales en etapa de proyecto. A partir de 2016 todas las empresas que trabajen para obras estatales deberán cumplir con esta normativa que tendrá como objetivo principal reducir entre un 20% y 30% los costos de las obras públicas, (clarin, 2015).

En nuestro país se está tratando de formalizar una normatividad BIM que oriente y optimice los resultados de los proyectos de infraestructura, los promotores de esta idea son las grandes constructoras del país quienes despejan el camino para la nueva tecnología BIM. (Ing. Luis Guillermo Ocampo IAC Ingeniería Asistida por Computador, 2014) Como el caso de la constructora Conconcreto, que ha implementado estas herramientas en el desarrollo de varios proyectos en el país. (CONCONCRETO, 2015)

Al realizar una búsqueda relacionada con el tema BIM, las publicaciones encontradas corresponden a diversos orígenes, en su mayoría a Estados Unidos, una cantidad menor a Europa y Asia, pero para Latinoamérica son escasas las publicaciones sobre el tema, al parecer son Argentina, Chile, Brasil y Méjico, los que llevan la batuta en la región, como por ejemplo la

biblioteca de la universidad nacional de Colombia, en cuya localización se encuentran 6 títulos sobre el tema BIM pero solo 2 son publicaciones en español: una de España y la otra Argentina, de igual forma los listados de varias universidades en América del sur demuestran escasas publicaciones, sin dejar a un lado el optimismo y auge que tiene el tema en la región como es el caso en ciudades como Panamá donde se construyó el edificio Trum, la construcción fue dirigida por compañías estadounidenses quienes impulsaron la utilización del proceso BIM, en los contratistas panameños. Por ser una tecnología relativamente nueva la mayoría de su información se encuentra en la Internet.

A nivel internacional y en idioma inglés, las publicaciones que se han hecho acerca de BIM los últimos 15 años en libros y revistas muestran diferentes facetas que van desde etapas de trabajo y procesos de implementación de la metodología BIM, hasta nuevas propuestas y constitución de nuevos software de diferentes compañías que apoyan la aceptación del proceso constructivo BIM.

Objetivo general

Producir un modelo didáctico para la creación de un objetos virtuales de aprendizaje (OVA), para la electiva Conceptualización en Modelación de la Información en Construcción BIM, dejando una herramienta de aprendizaje que permita determinar las ventajas y beneficios que conlleva la utilización del proceso constructivo BIM en la ejecución de un proyecto.

Objetivos Específicos

- Realizar un OVA indicando el proceso constructivo BIM desarrollado en la edificación utilizada como guía el proyecto Ampliación del Teatro Colón de Bogotá.
- Recolectar información referente a planos del proyecto Ampliación del Teatro Colón de Bogotá.

- Elaborar un modelo paramétrico utilizando Autodesk Revit a partir de los planos en 2D del proyecto Ampliación del Teatro Colón de Bogotá.
- Desarrollar el proceso constructivo BIM del modelo paramétrico utilizando Autodesk Navisworks, para obtener cantidades de obra y la programación de obra del proyecto Ampliación del Teatro Colón de Bogotá.
- Determinar los beneficios que conlleva la utilización del proceso constructivo BIM en el proyecto Ampliación del Teatro Colón de Bogotá.

Justificación

Como estudiante de Ingeniería Civil a distancia, en muchos casos la única herramienta de investigación se limita al internet. Al investigar sobre algún tema o materia referente a la carrera Ingeniería civil, ya que es allí donde muchos documentos se han digitalizado y facilitan al estudiante a realizar su investigación educativa; por tal razón surge la necesidad de desarrollar un OVA para que los estudiantes, profesionales y el público en general tengan de mejor manera una guía de mayor conceptualización y desarrollo visual sobre el desarrollo de modelación de la información en construcción BIM, elemento que es subestimado teniendo en cuenta su enfoque emergente, máxima operatividad, mínimo costo, disminución de imprevistos, mejora la comunicación, visión anticipada de alternativas y volumetrías y muchos más beneficios que se desarrolla en un proyecto constructivo.

El proceso constructivo BIM incluye la generación y gestión de datos de un edificio, utilizando modelos 3D optimizando el tiempo y los recursos en el diseño y la construcción del mismo. Con la implementación BIM el constructor determinara cómo ejecutar sus proyectos con escenarios reales, facilitando su desarrollo. Ampliará su capacidad para analizar, coordinar, proyectar, llevar su presupuesto y la planificación de sus obras, lo que le permitirá a acrecentar su empresa.

Se tiene en cuenta que el proceso constructivo BIM, es de gran complejidad y la metodología educacional es de difícil entendimiento, existen varios métodos de aprendizaje, partiendo de la creación del modelo digital 3D, pasando paulatinamente a la administración y gerencia de la obra, con todo lo que conlleva ello, el cronograma, el presupuesto, la interacción con los demás contratista o compañías encargadas de realizar algún montaje o elemento en la obra, insumos y materiales.

Los primeros intentos por utilizar la metodología BIM ha sido escaso en Colombia, debido a la falta de conocimiento y al largo tiempo que toma la asimilación en la industria de la construcción, teniendo las herramienta BIM mayor acogida en el campo arquitectónico en la elaboración de render y presentaciones 3D. (Asociación Colombiana BIM, 2015)

Al realizarse el OVA, para la electiva conceptualización en modelación de la información en construcción BIM, se encamina a facilitar la comprensión de los alumnos introduciéndolos más fácilmente en dicho método constructivo, de igual forma a cualquier integrante del gremio de la construcción y al público en general, este OVA es un aporte a la sociedad ya que incentivando la utilización del proceso constructivo en Colombia, lleva al país a posicionarse en los más altos niveles de procesos constructivos a nivel mundial, y permitir que la nación entre en la nueva evolución tecnológica que en pocas ocasiones permite la industria de la construcción. De igual forma se intenta mejorar los conocimientos de los productos, permitiendo que la difusión y el uso de la tecnología del sistema BIM.

Alcance

La producción de esta herramienta OVA, siendo un Objeto Virtual de Aprendizaje interceptor pedagógico creado como propósito de aprendizaje y que es de ayuda para docentes, tutores, estudiantes y demás personas representantes en las diversas modalidades educativas. En este caso dedicado a la Ingeniería civil, arquitectura y afines, donde se muestra la generación de modelado de información para la edificación BIM.

El software que se utiliza para la creación del OVA Flash Professional CS6, que con la compañía de los modelos y datos entregados por el programa Revit, introducirá a los nuevos estudiantes de la electiva en el nuevo mundo del BIM.

Delimitación

Geográfica

La creación del OVA se desarrolla en Bogotá, Colombia

Cronológica

El desarrollo del proyecto tuvo una duración de 6 meses.

Conceptual

El proyecto muestra el desarrollo de la implementación BIM, esto permite preparar al estudiante al desarrollo de su práctica, como también afianzar los conocimientos del espectador y profesionales en el desarrollo de sus propios proyectos. El proceso constructivo BIM, puede ser un poco frustrante para los principiantes, este proyecto facilitara la introducción de este sistema y alentará a que los usuarios exploren y penetren en el mundo BIM.

Marco teórico y estado del arte

En los últimos tiempos, las tecnologías de la información y las comunicaciones han facilitado la enseñanza, estimulando al estudiante al aprendizaje utilizando metodologías más efectivas, permitiendo fluir mucha información hacia diferentes direcciones, captada por los sentidos de millares de personas deseosas del conocimiento infinito, en ese movimiento, entre esta explosión tecnológica y como herramienta educativa nace los OVA (Objeto Virtual de aprendizaje).

Los OVA son un conjunto de recursos digitales, auto contenible y reutilizable, con el propósito educativo y constructivo, que contiene al menos de tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. (Ministerio de Educación Nacional Colombiano, 2006).

Algunas de estas nuevas tecnologías siendo muy importantes en la enseñanza de la ingeniería civil las cuales ya se usan en ciertas universidades en la formación de los futuros profesionales y en la práctica empresarial, son el método de constructivo BIM (Building Information Modeling, en español es Modelado de información de construcción) ambas herramientas permiten tener una mejor comunicación entre los usuarios siendo complemento importante generador de conocimiento.

La compañía Autodesk dedicada al software de diseño en 2D y 3D, define en su sitio web a BIM como “un modelo inteligente basado en procesos que proporciona una visión de los proyectos de construcción e infraestructura desde su creación hasta su gestión, más rápida, económica y con un menor impacto ambiental” (Autodesk, 2015).

Por su parte Bimconsulting en su página de internet define (BIM) Building Information Modelling como el proceso de generar y manejar información acerca de un edificio durante todo su ciclo de vida.

De igual forma Eloi Coloma, en su libro INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA BIM, define a BIM como un conjunto de metodologías y herramientas caracterizado por el uso de información de forma coordinada, coherente, computable y continua; empleando una o más bases de datos compatibles que contengan toda la información en lo referente al edificio que se pretende diseñar, construir o usar

Estos programas incluyen una amplia gama de soluciones para el diseño, visualización, simulación y colaboración, que utiliza toda la información importante del modelo inteligente, para facilitar la toma de decisiones y resolver conflictos del proceso para mejorar el negocio. (animum3d, 2015). El BIM genera y gestiona los datos de la obra en sus etapas de diseño, construcción y su ciclo de vida.

Metodología

Se trata de crear un OVA, utilizando como ejemplo el proyecto Ampliación del Teatro Colón de Bogotá implementando la metodología BIM. Para ello se toma información del proyecto en la etapa de diseño como modelo investigativo. Se genera un modelo BIM paso a paso hasta llevarlo a la etapa de construcción mostrando su avance en el OVA, la cual será alimentada con los datos del BIM para así permitir interactuar al estudiante con la información recreada durante el proceso

Documentación y recolección de la información: Etapa en la cual se recogió toda la información existente para la realización del proyecto y se divide en dos etapas.

Información Primaria: Fase en la cual se recolectó información primaria en campo, incluye el reconocimiento de la obra o edificio Ampliación del Teatro Colón de Bogotá sobre el cual se desarrolló el BIM y su valoración preliminar, permite conocer las características generales de la obra, obtención de planos arquitectónicos, estructurales y topográficos.

Información Secundaria: En esta etapa se recolectó la información referente a los fundamentos teóricos del BIM, además de estudios existentes realizados.

Análisis de la información para la determinación de especificaciones BIM: Estas funcionaron para establecer los parámetros necesarios tendientes a la proyección de la operación, administración y la adecuación del área del proyecto.

Elaboración del BIM del ejercicio aplicativo: Básicamente es la ejecución del proyecto como tal, sobre los planos y la información obtenida se trabajó obteniendo el BIM (Building Information Modeling) paso a paso.

Proceso de Modelado: Para llevar a cabo el BIM, es necesario crear los modelos 3D del diseño del edificio Ampliación del Teatro Colón de Bogotá que funciona como ejemplo, todos los planos, incluyendo Topográfico, arquitectónico, estructural, hidráulico, etcétera.

Cantidades de obra y Ejemplo de Administración BIM: En esta etapa se genera las cantidades de obra del proyecto, teniendo en cuenta, los elementos estructurales y las demás piezas que componen nuestro proyecto.

Generación del OVA: Al desarrollar el proceso constructivo BIM, podremos tomar datos del desarrollo desglosándolo paso a paso, tomando imágenes, videos, información, etcétera, para su posterior edición y conformación del OVA.

Análisis y evaluación de resultados: Etapa en la cual se realizara el balance final del proyecto teniendo en cuenta los resultados obtenidos durante todo el proceso.

Elaboración del documento final: Comprende la presentación del documento final y sustentación del mismo donde se expuso todo el proceso realizado durante el desarrollo del proyecto en una forma clara y concisa.

Elección del proyecto sobre el cual se desarrolla el OVA

El proyecto que se elige para el desarrollo del OVA, es la ampliación del Teatro Colón, otorgado a la compañía López Montoya Arquitectos. El proyecto se encuentra ubicado en Bogotá, Colombia, en la Calle 11 con Carrera 6ta en el sector patrimonial de la Candelaria. Es un proyecto notable, localizado en una zona histórica de la ciudad, con proyección, cuya construcción busca influenciar en gran escala a la ciudad.

La información planimétrica del proyecto se obtuvo muy completa en formato imagen de alta calidad en la página web www.archdaily.com.co



Figura 2. Localización del Proyecto. Imagen tomada de Google Earth

El proyecto cuenta con cerca de 14.000 metros cuadrados incluye tres auditorios, diferentes salas especializadas de música, danza y teatro así como espacios para “Performance” y un amplio espacio público llamado la plaza para las artes. (Agencia de noticias UN, 2013), se encuentra junto a los edificios patrimoniales antiguo Teatro Colón, La casa Liévano, Centro cultural Gabriel García Márquez, la catedral primada, La Biblioteca Luis Ángel Arango y cerca de ellos la plaza de Bolívar, y museos.



Figura 3: Planta del proyecto ampliación teatro Colon de localización del proyecto. Tomado de: www.archdaily.com.co



Figura 4: Fachada del proyecto sobre la carrera 11. Tomado de: www.archdaily.com.co

En la figura 4 se aprecia la relación del edificio con su entorno patrimonial y la proporción que tiene respecto a la manzana.



Figura 5: planta arquitectónica del nivel del primer piso. Tomado de: www.archdaily.com.co

El proyecto busca darle a la ciudad un espacio adecuado para las manifestaciones culturales “Para nosotros uno de los aspectos más inquietantes de este proceso de concurso, fue asumir que hay un gran movimiento cultural que no tiene un espacio adecuado y que en este sentido, este edificio debe ser una especie de organismo vivo, que propicie su uso intensivo por los artistas, productores, músicos, bailarines, y el público, lo cual nos llevó a concebirlo como un edificio abierto y cuyo corazón es un espacio vanguardista de encuentro, donde tendrán lugar desde encuentros casuales hasta montajes y happenings artísticos”. (Galdames, 2014)

El proyecto además se desarrolla en medio de la Candelaria, un sector de un alto contenido y significado patrimonial, afectando uno de los hitos históricos más importantes de la arquitectura del país, como lo es el teatro Colón, además incluye dentro de su planteamiento la casa Liévano, y justo al frente, pasando la calle once, se encuentra el centro cultural Gabriel García Márquez, obra del maestro Rogelio Salmona, dándole al proyecto una importancia en el lenguaje y la respuesta que da a un sector que en apenas dos manzanas combina arquitectura de un lenguaje

neoclásico como el del teatro colón, vernácula como el de la casa Liévano y contemporáneo por parte del centro cultural.

Proceso de modelado

Inicialmente uno de los pasos más importantes es definir las unidades en las que se va a desarrollar el proyecto, ya que una de las características del BIM es la administración en tiempo real de toda la información del proyecto, por lo que es necesario e importante decirle al programa cómo debe realizar las mediciones de longitud, área, ángulos, volumen, pendientes y moneda, para que la información que nos arroje a futuro nos sea útil.

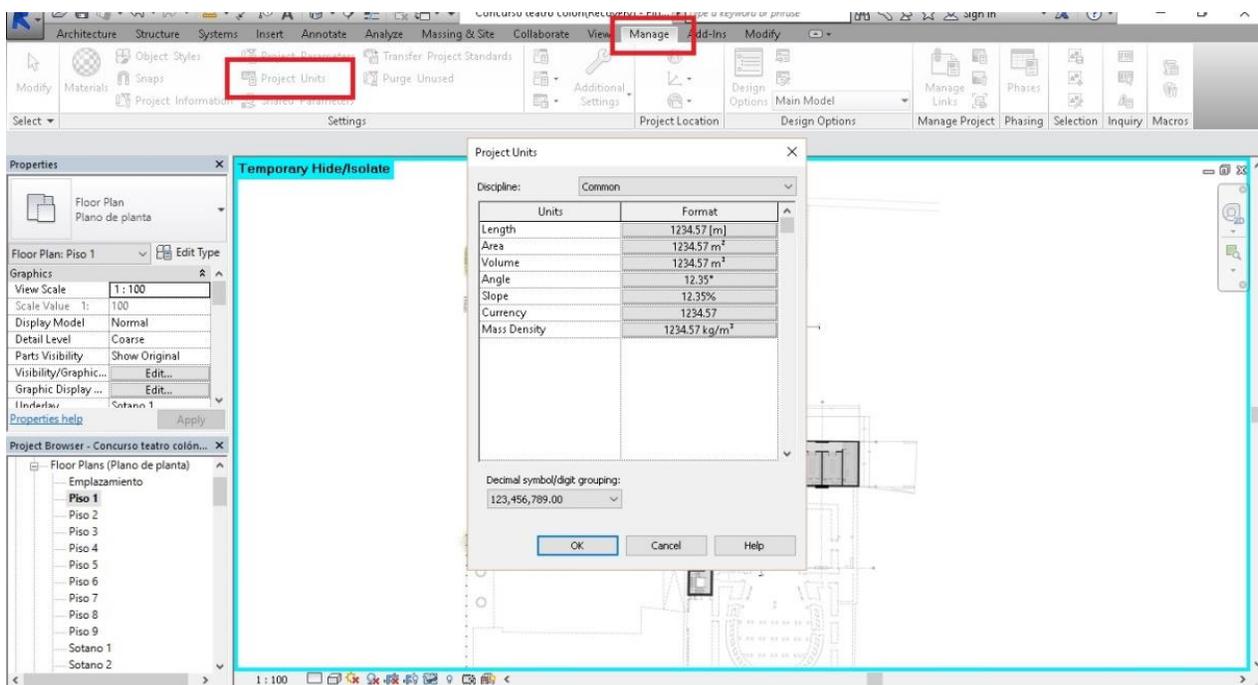


Figura 6: Configuración del espacio de trabajo

Dentro de esta opción también podemos definir las unidades del sistema estructural para el cálculo y definición de los elementos, en la parte eléctrica se definen dimensiones, cargas y corrientes y en la hidrosanitaria se definen dimensiones en unidades comerciales de las tuberías, flujos, fricción y temperatura.



Figura 7: Configuración de las unidades del proyecto

Para el caso particular de este proyecto la información se obtuvo en formato imagen de alta calidad, las cuales se insertaron dentro del programa, para lo que debemos tener en cuenta características como el tamaño, la resolución, vertical y escala.

Estas modificaciones se pueden hacer directamente desde el programa, lo que facilita la administración de la información y el tratamiento de la misma, pues en el caso de los archivos

insertados indistintamente del formato, es posible modificarlos para ajustarlos a las necesidades del usuario.

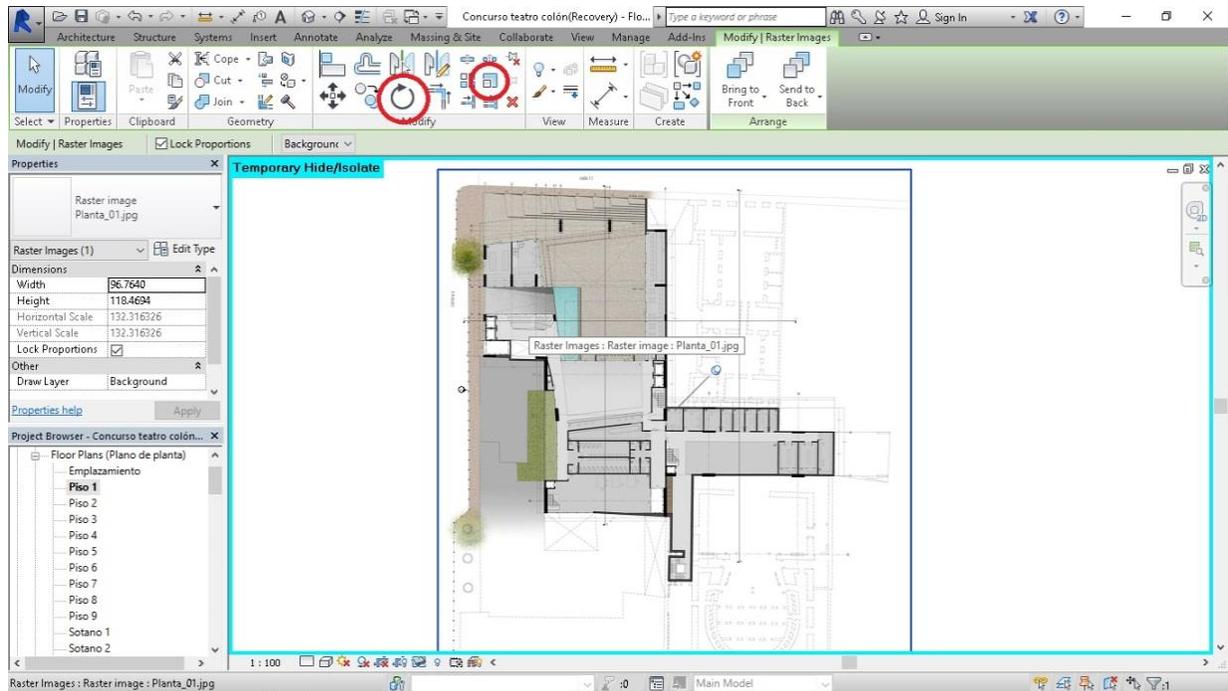


Figura 8: Ajuste y edición de imágenes de referencia

Previo a la inserción del resto de las imágenes es necesario ajustar el programa a las definiciones del proyecto en términos arquitectónicos, por ejemplo la malla sobre la cual se va a desarrollar el proyecto, es decir ejes y niveles, para poder actualizar en tiempo real el 2D y 3D del proyecto.

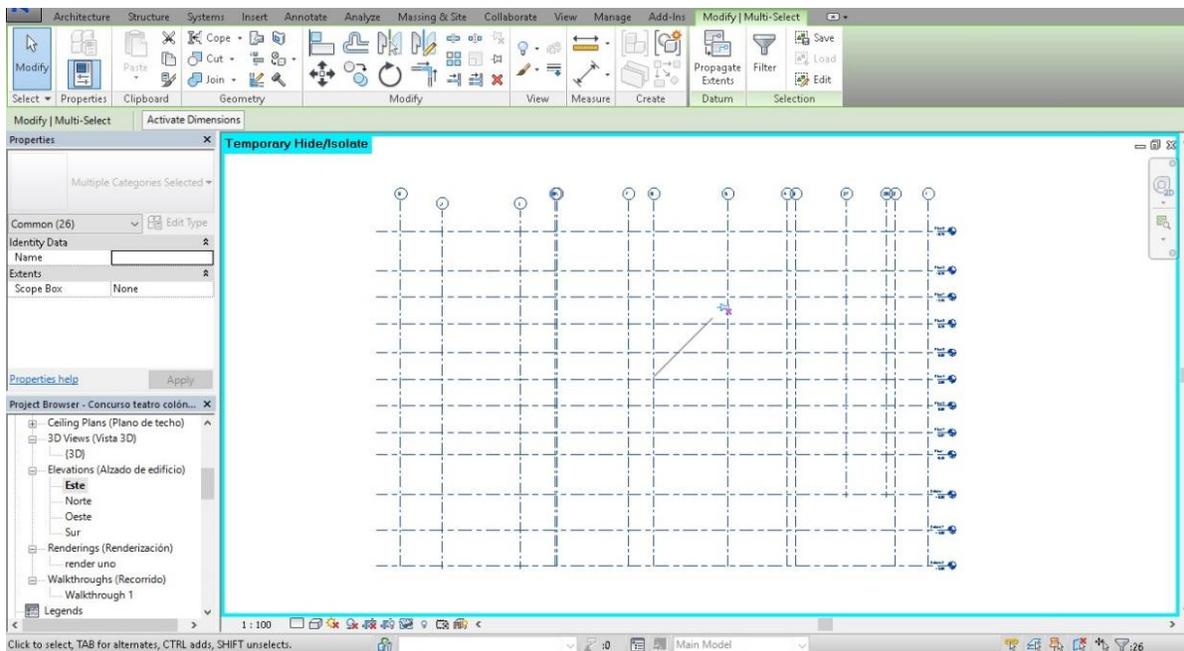


Figura 9: Creación de la malla de trabajo

Cabe resaltar que la interacción es inmediata, pues al momento que se dibuja los ejes y se define las alturas, es posible interactuar con las vistas correspondientes, a lo que se procede a insertar cada imagen en el nivel correspondiente.

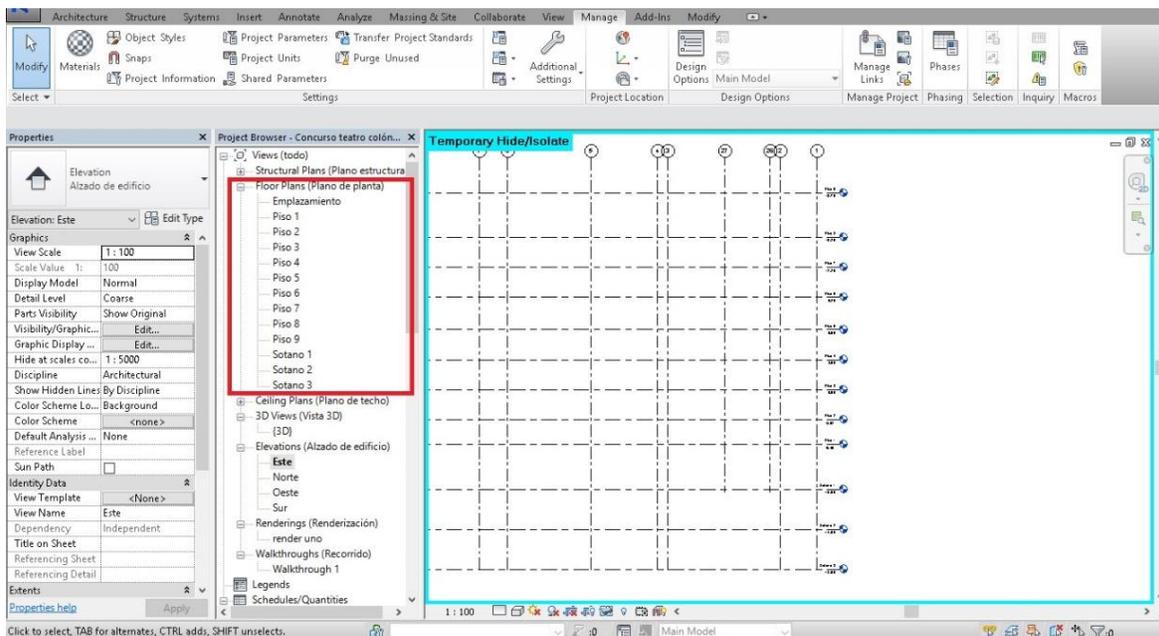


Figura 10: Interacción de las diferentes vistas en la creación de la malla de trabajo

Otra de las características importantes del desarrollo de proyectos en tecnologías BIM es el manejo de los objetos en el proyecto, cabe resaltar que en el método tradicional en programas como AutoCAD® se dibuja línea por línea y vista por vista y la comunicación e interacción de diferentes disciplinas depende de la simbología tradicional, extendiendo el tiempo de la interacción muchas veces compleja de los diferentes profesionales que intervienen en el proceso, pero en las premisas del BIM están los objetos inteligentes, que en el caso de Revit® se definen en familias, categorías y elementos. Esto nos permite no solo dibujar en términos gráficos y de semiología propia de la arquitectura, sino que además son elementos que contienen información en sí mismos, tales como volumen, material, propiedades estructurales, etc.

Para este fin se cargan dentro del programa las familias necesarias para esta parte del proceso, en este caso, familias de muros, entre los que se encuentran las categorías: estructurales, contención e interiores y muros cortina que tiene unas características especiales a las que nos referiremos más adelante, lo que nos permite medir, clasificar y cuantificar los elementos en el modelo virtual.

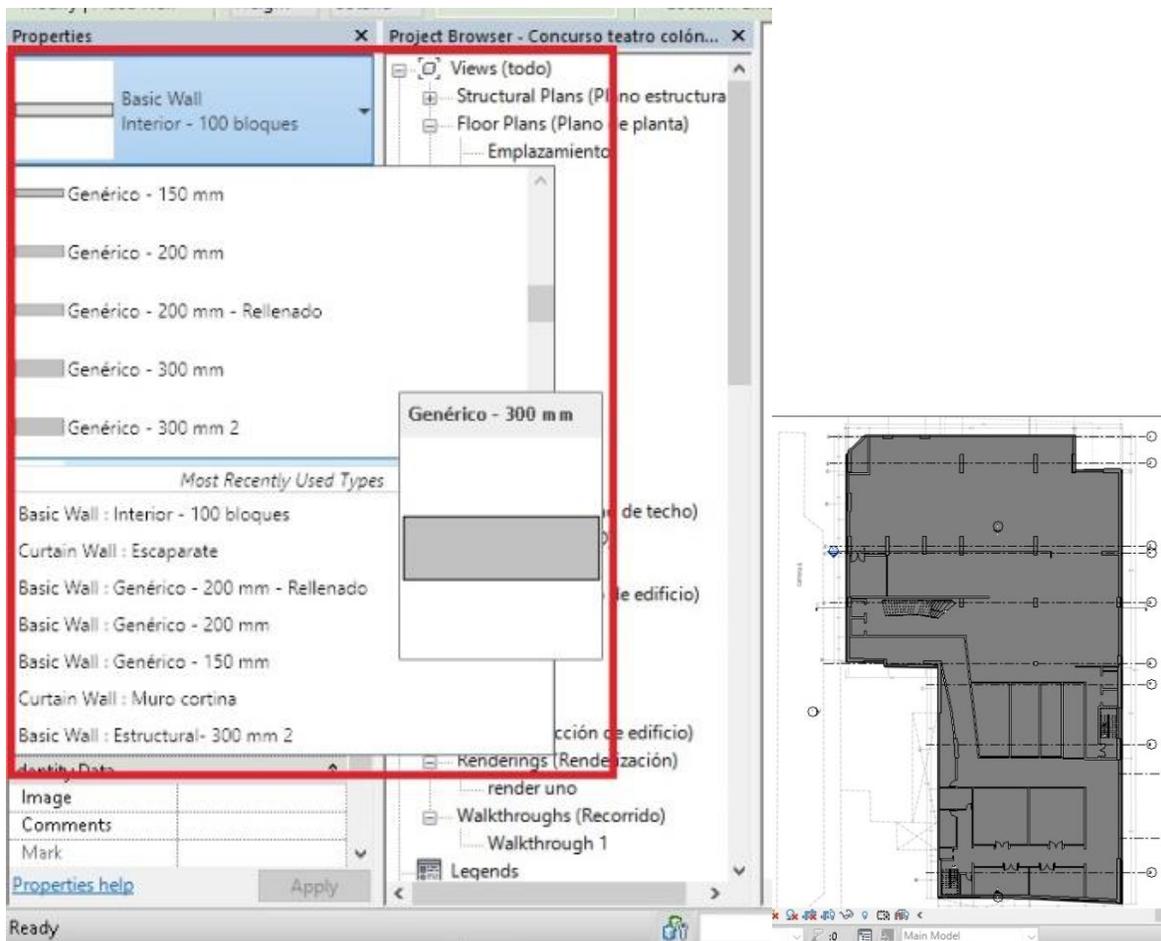


Figura 11: Listado de familias cargadas en el proyecto

Cada una de estas familias y elementos tiene unas características personalizables, recordando que cuando dibujamos en programas BIM no se están dibujando líneas en un plano sino objetos que contienen información que puede administrarse gráfica y cuantitativamente.

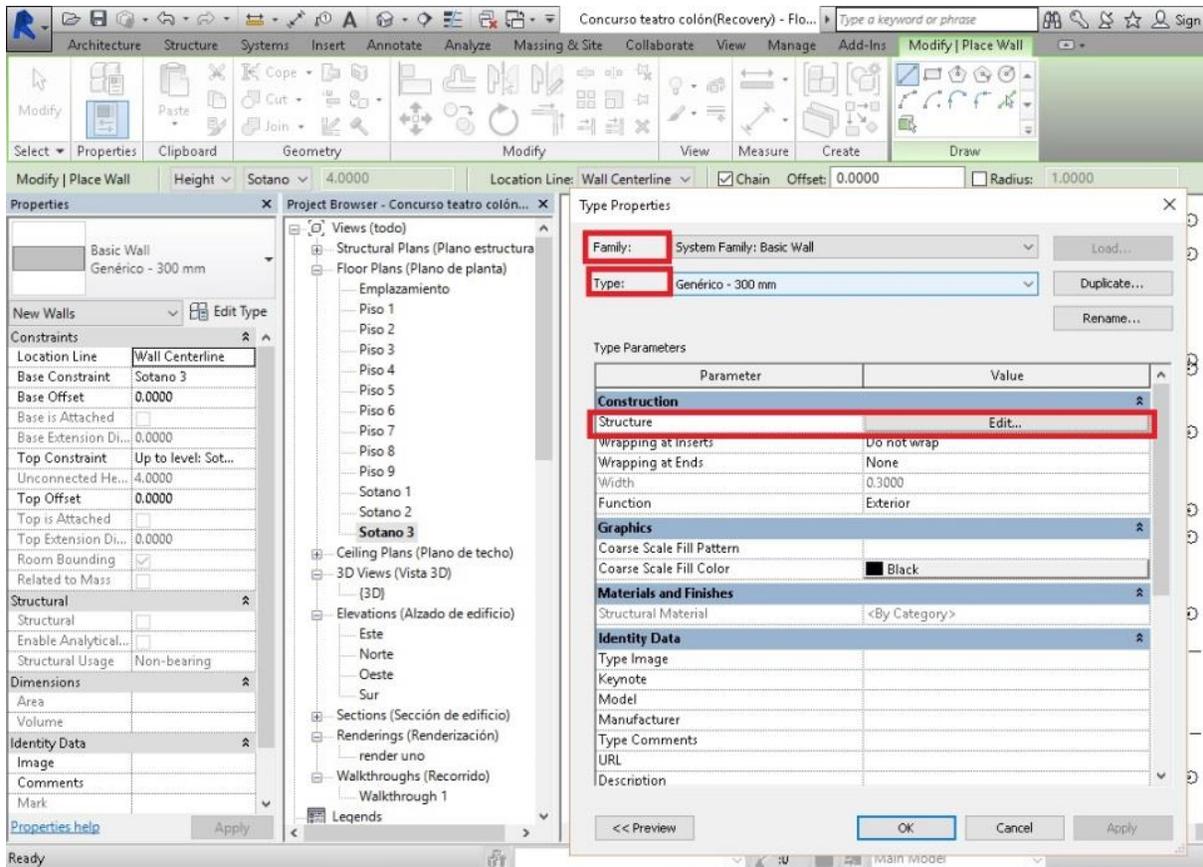


Figura 12: Cuadro de propiedades del tipo de elemento

También facilita la interacción de diversos profesionales y el cálculo de otras características que van desde la estructura hasta los revestimientos permitiendo la personalización de cada uno de los elementos. Todas las modificaciones que se realizan al interior de la categoría o de la familia se aplica a todos los elementos que se encuentran en el dibujo, lo que permite que cualquier cambio que se realice se vea reflejado en todo el dibujo. Este proceso aplica para otros elementos arquitectónicos como pisos, cielo rasos, rampas y escaleras.

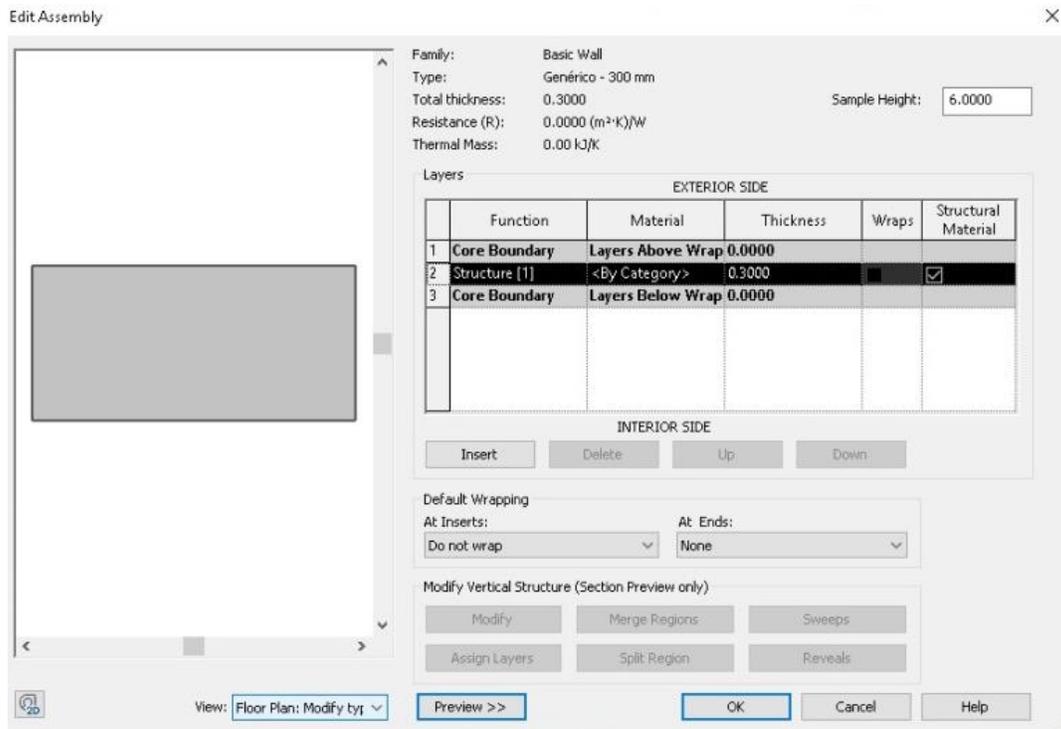


Figura 13: cuadro de edición del elemento

Luego del proceso de ajuste del documento sobre el que vamos a trabajar podemos comenzar con el redibujo del proyecto desde su planta de tercer sótano teniendo en cuenta como se hace diferencia de las diferentes familias de elementos estructurales y arquitectónicos que facilitarán el análisis y desarrollo del proyecto, facilitando la verificación de los planos que se van generando a partir del modelado tridimensional.

A continuación se muestra una línea de tiempo del desarrollo del proyecto iniciando con el modelado arquitectónico y estructural, que puede ser una de las maneras en que resalte la importancia del BIM en los procesos constructivos y como, desde las primeras etapas, el proyecto se beneficia de la información que el proceso arroja.

- Sótano tres

En la planta tercer sótano se modela elementos estructurales, tales como muros de contención, pantallas y columnas estructurales, así como los muros divisorios del sótano tres, incluyendo en parqueaderos, salones de ensayo para música y almacenaje.

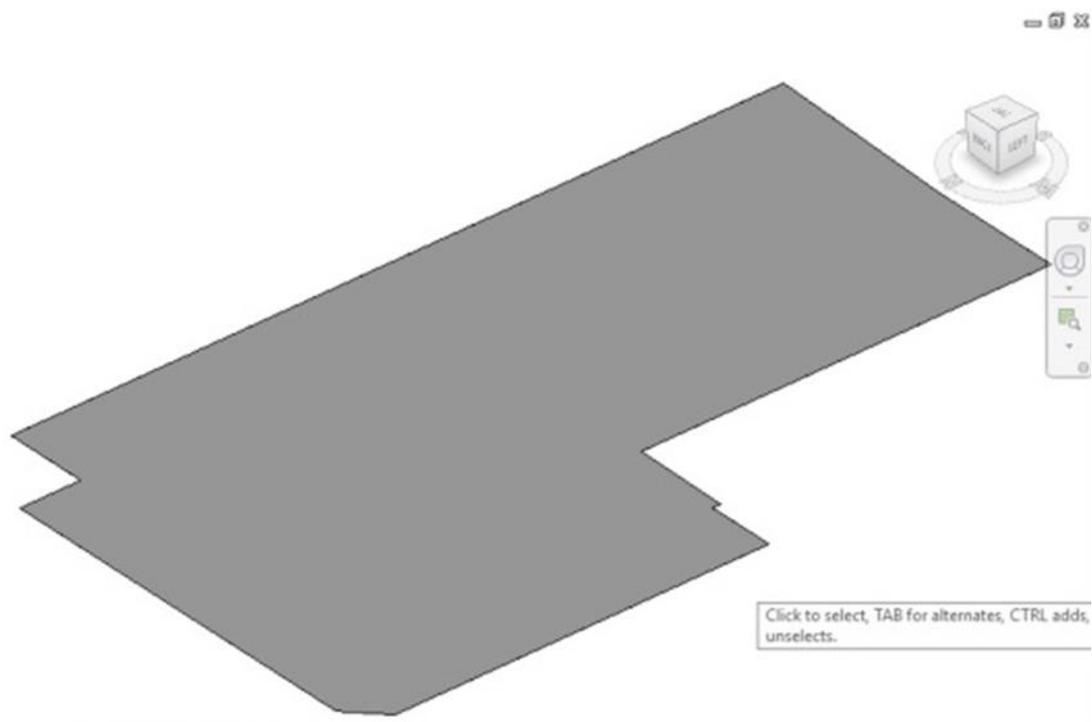


Figura 14 : Proceso de modelado placa sotano tres

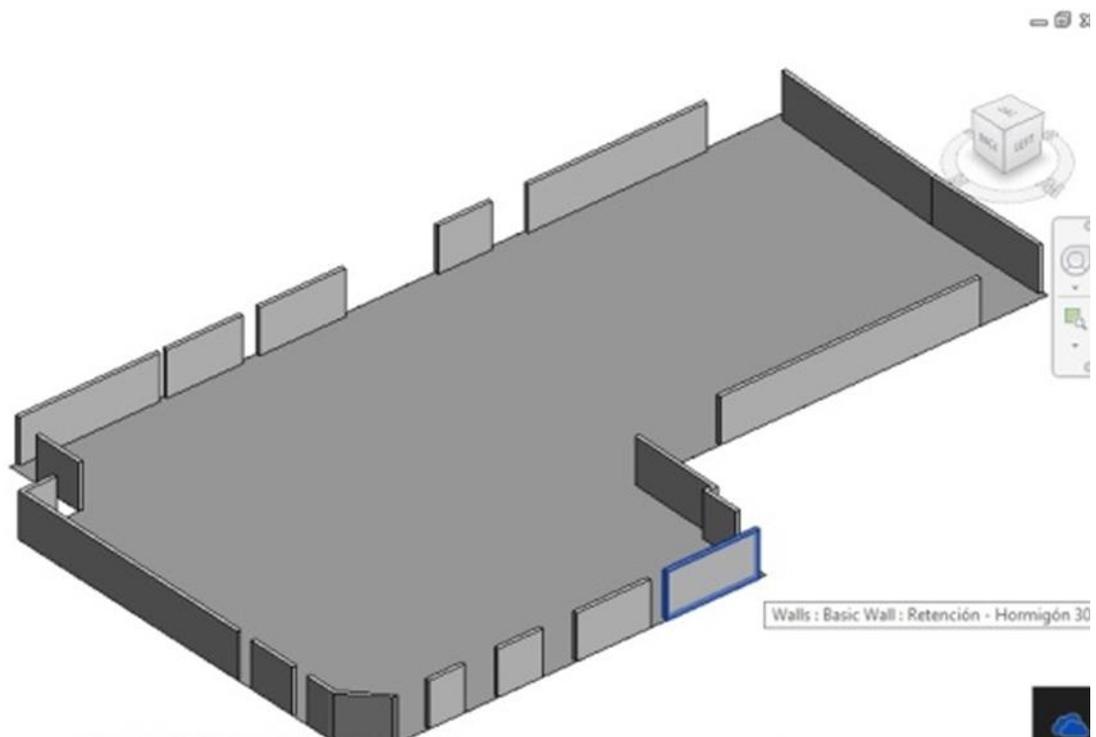


Figura 15 : Proceso de modelado estructura sotano tres

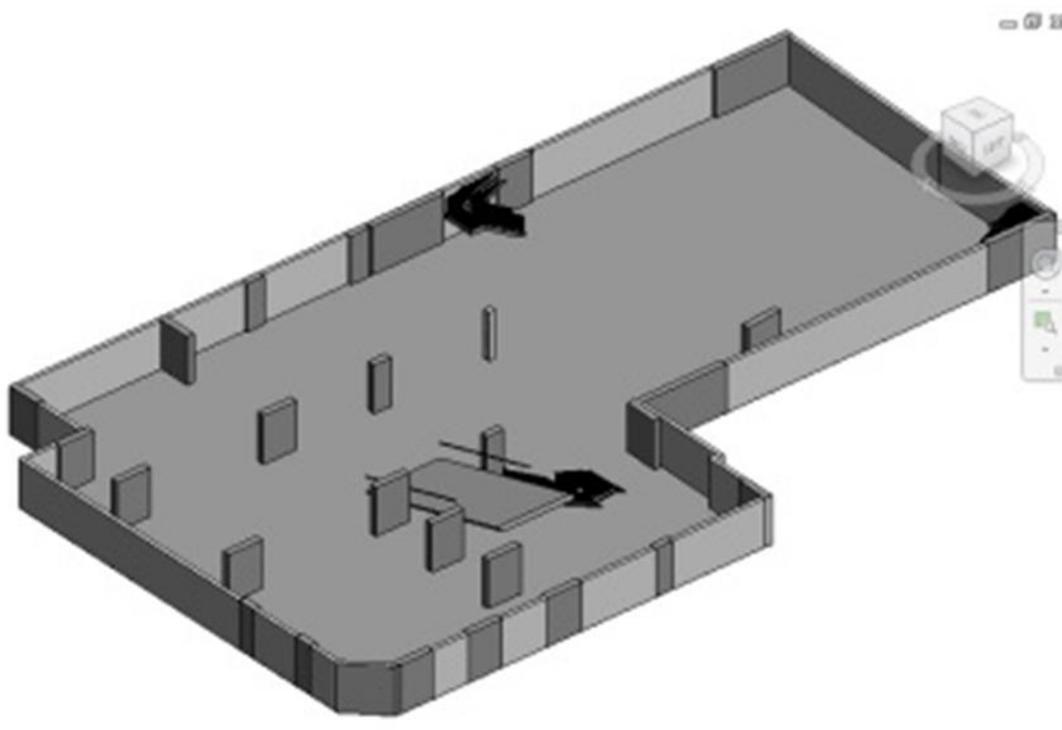


Figura 16 : Proceso de modelado muros sotano tres

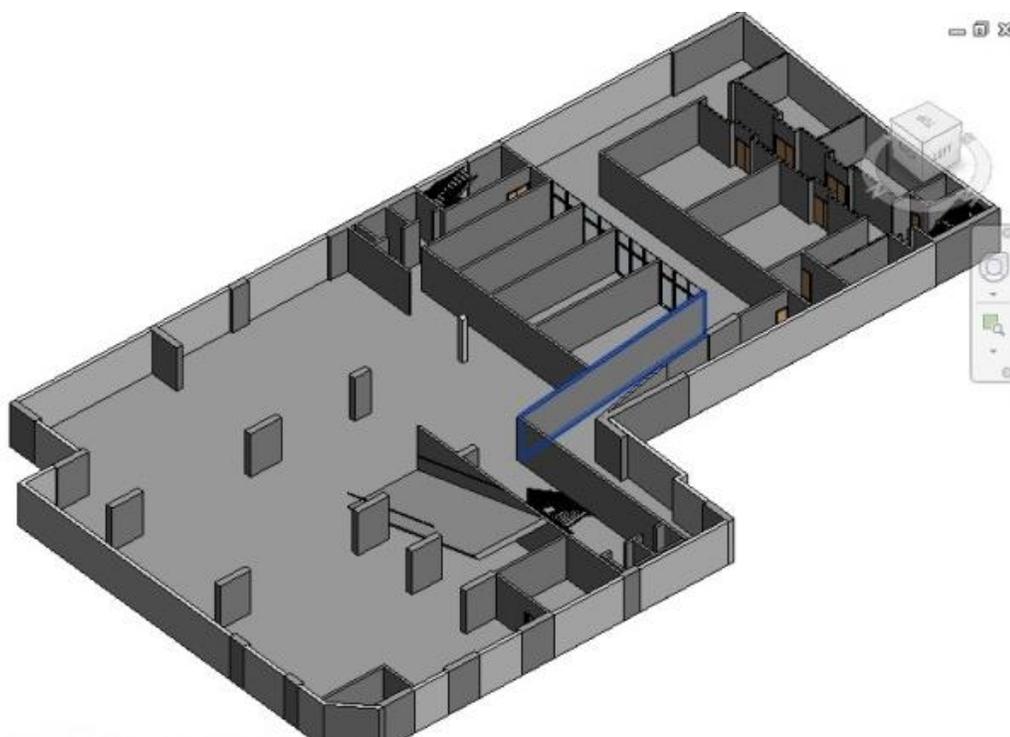


Figura 17 : Proceso de modelado puertas y cristalería sotano tres

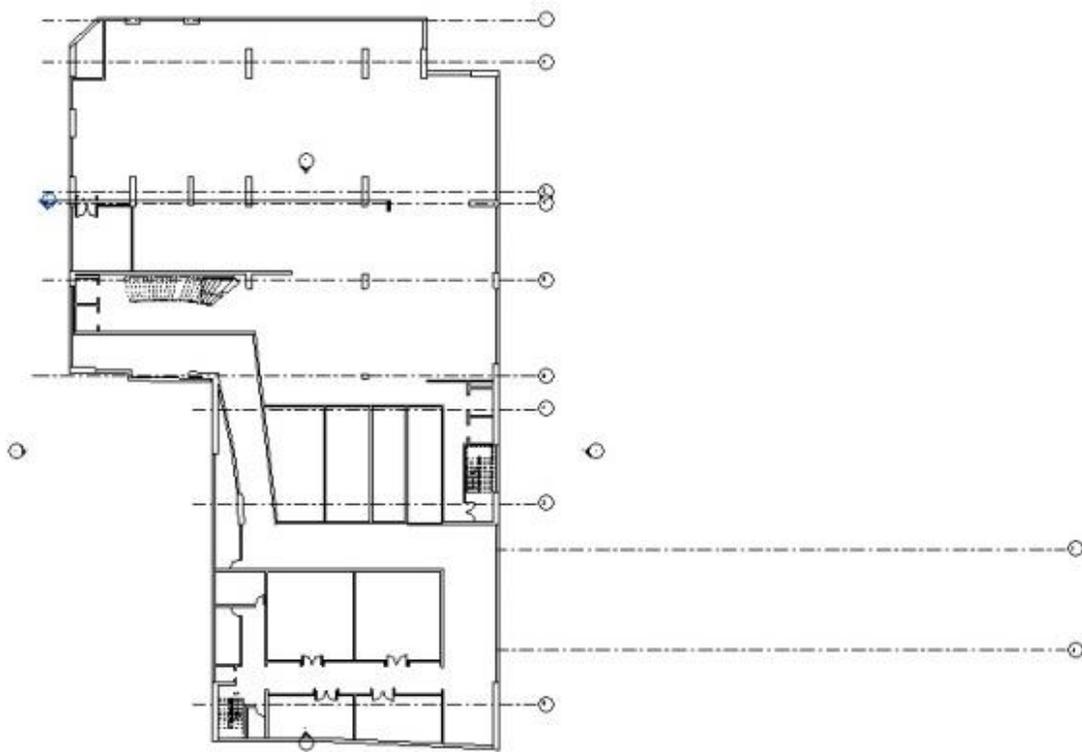


Figura 18: Proceso de modelado planta general sotano tres

- Sótano dos

En la planta sotano 2, se realiza la digitalización de los elementos estructurales para su posterior modelado, muros divisorios del sótano dos, igualmente parqueaderos, auditorio auxiliar para danza y parte baja del mismo.

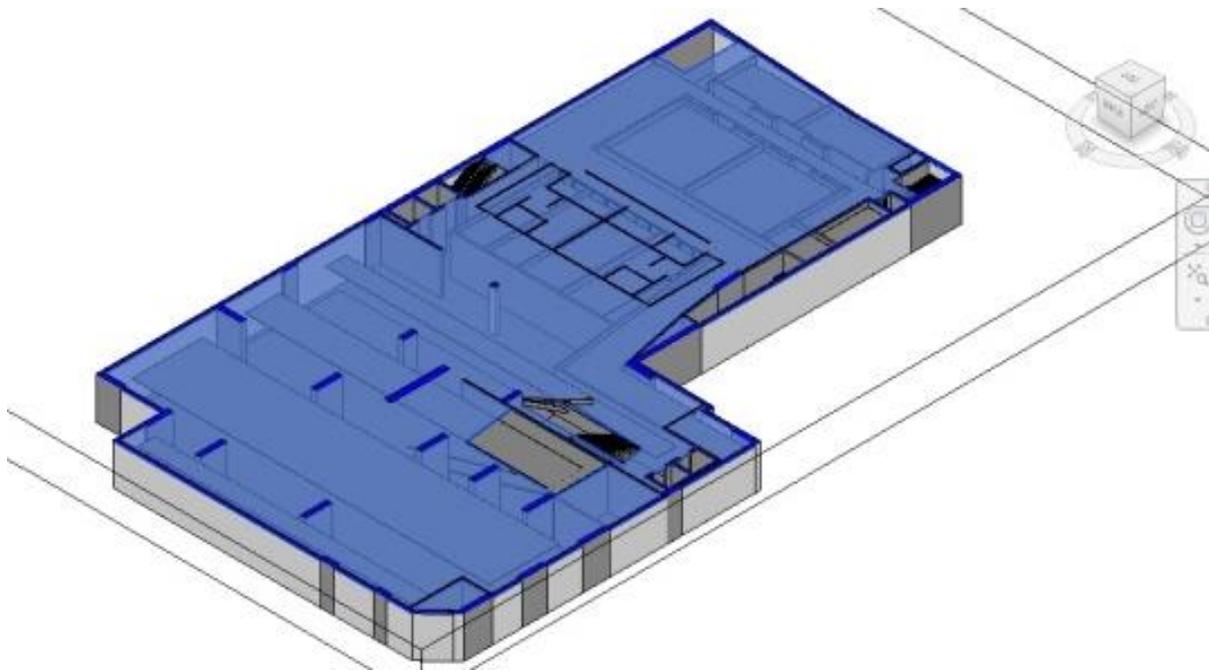


Figura 19: Proceso de modelado placa sotano dos

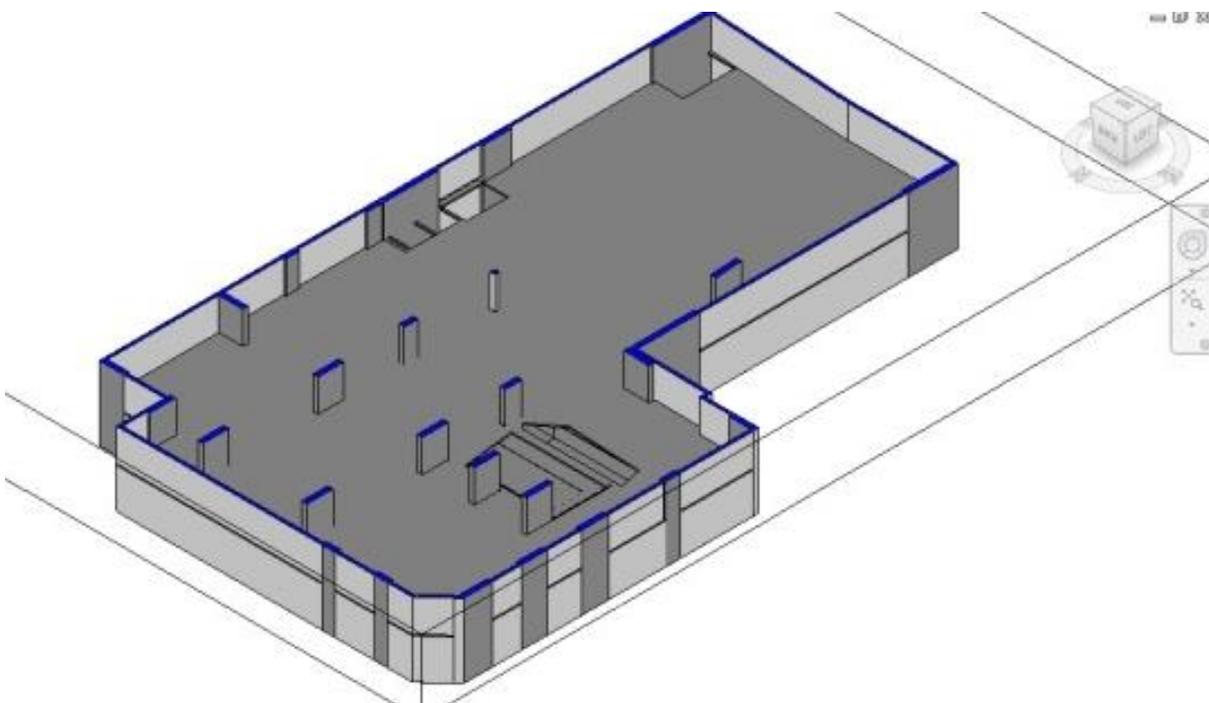


Figura 20: Proceso de modelado estructura sotano dos

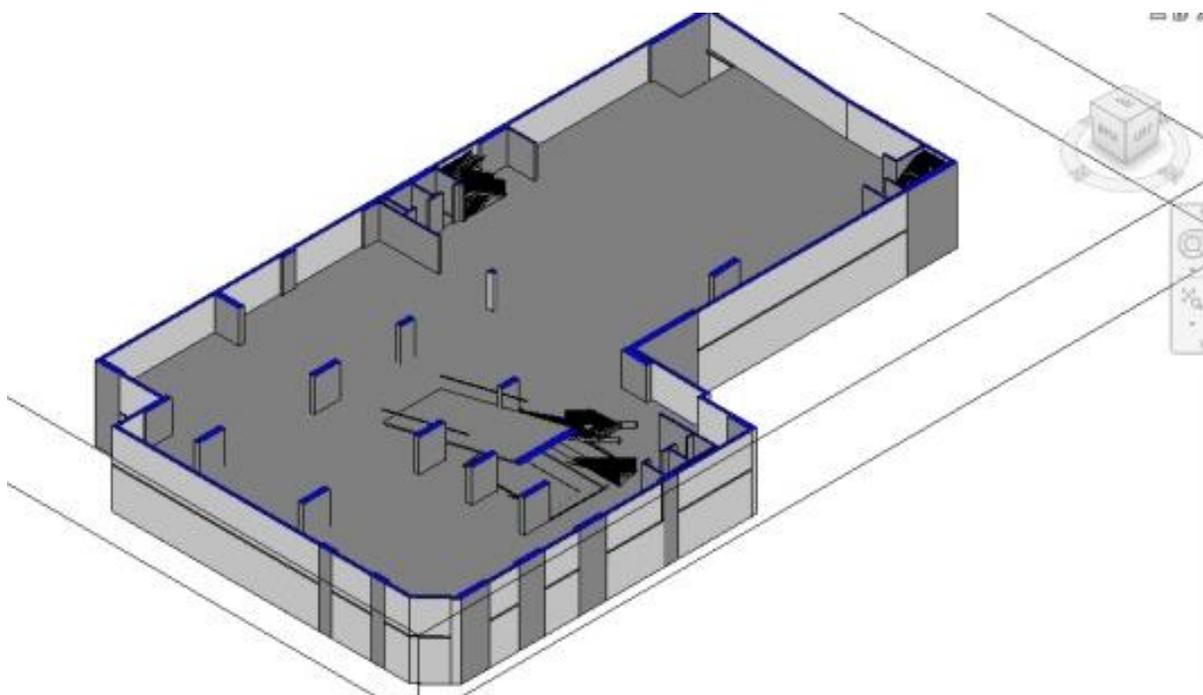


Figura 21: Proceso de modelado muros sotano dos

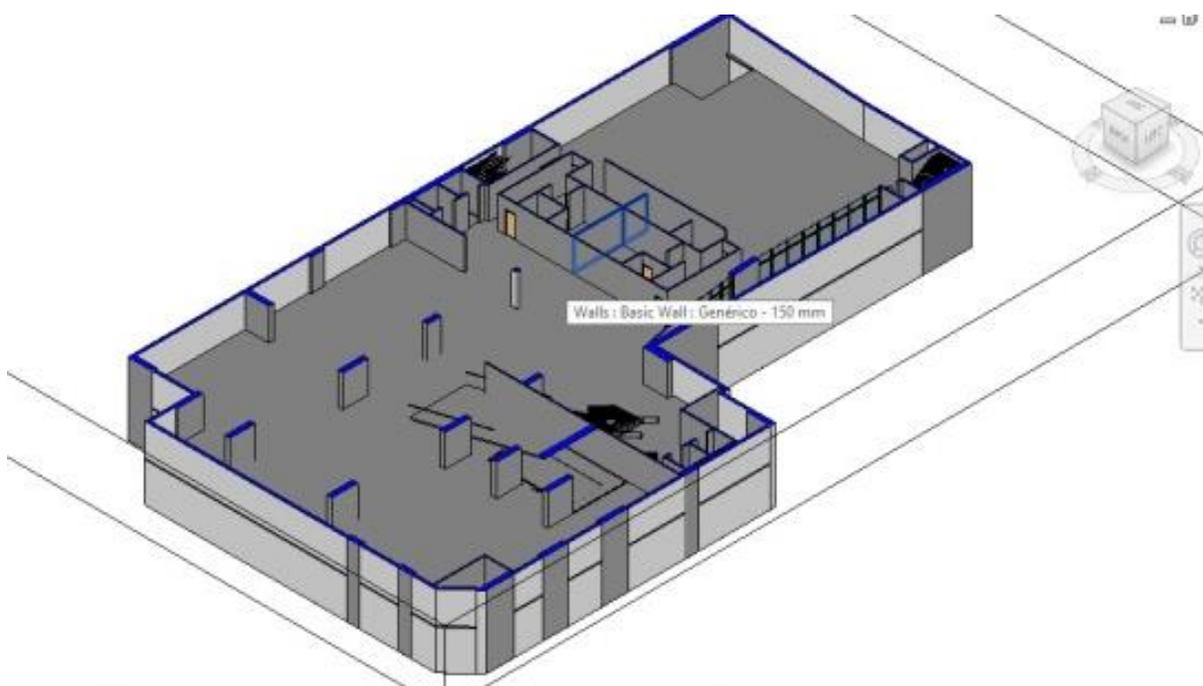


Figura 22: Proceso de modelado puertas y cristalería sotano dos

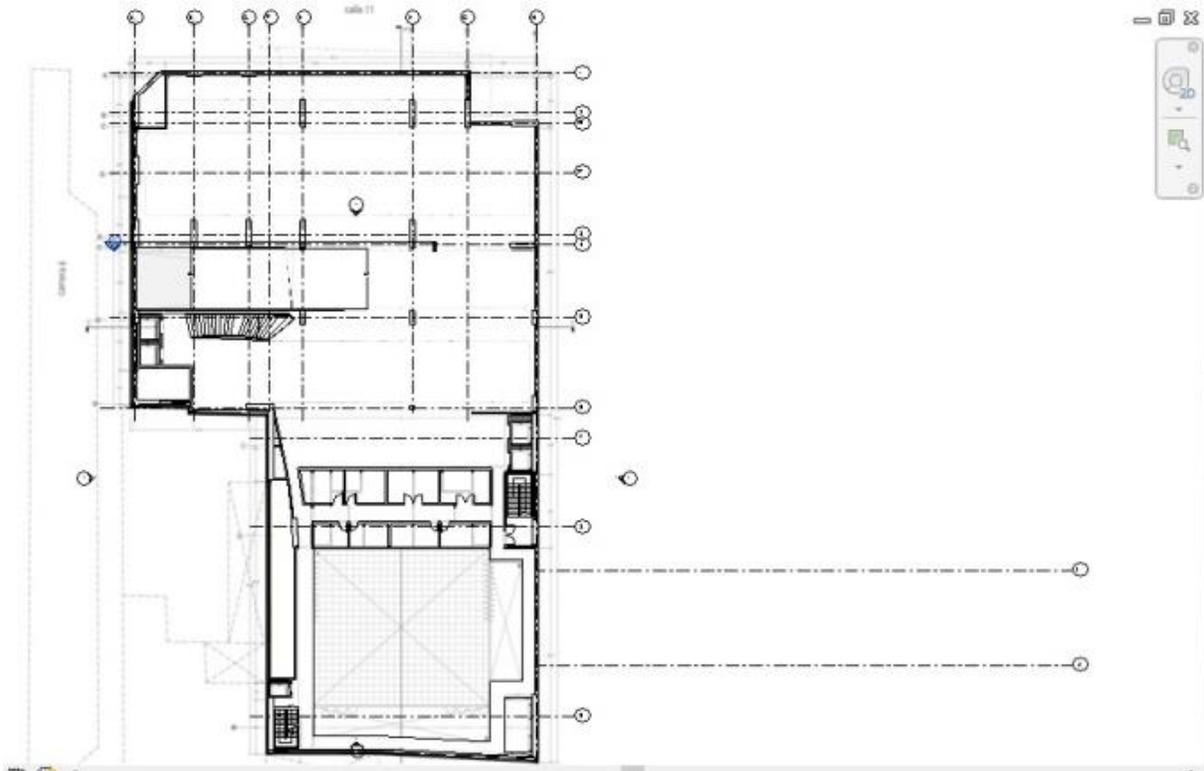


Figura 23 : Proceso de modelado planta general sotano dos

- Sótano uno

En el modelado del sótano uno, de igual forma que en los anteriores sótanos se redibujó los elementos estructurales, los muros divisorios del sótano uno, parqueaderos y adicional este nivel los camerinos del auditorio auxiliar.

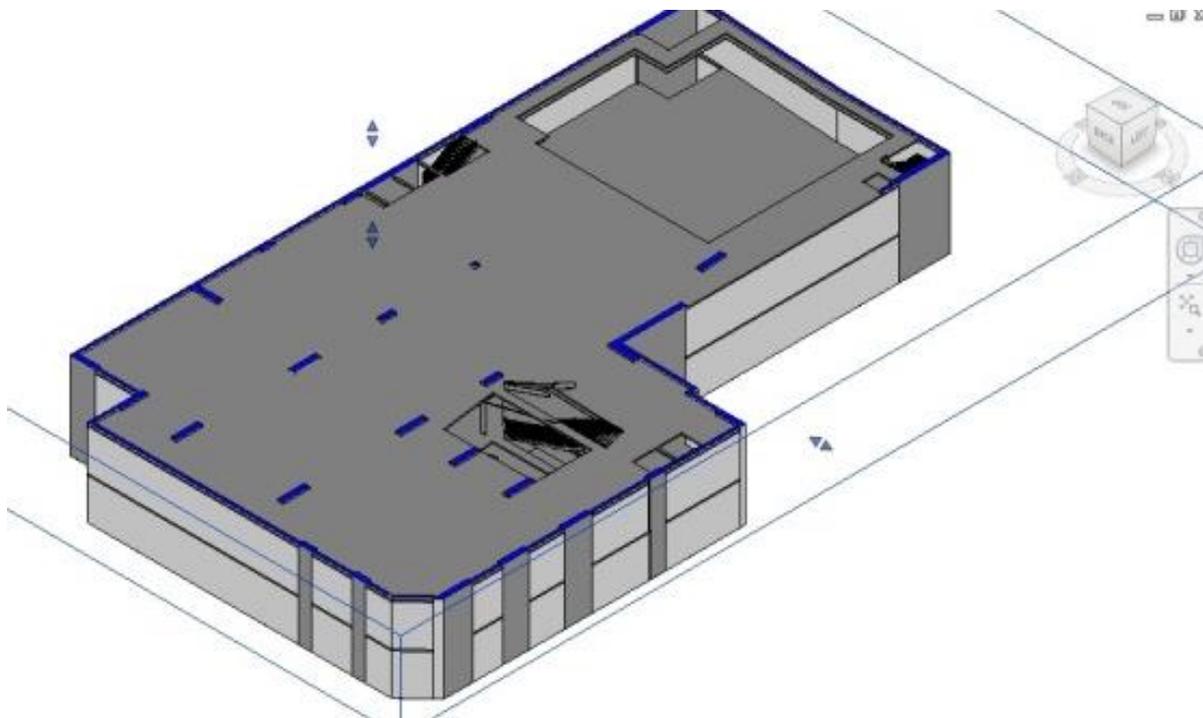


Figura 24 : Proceso de modelado placa sotano uno

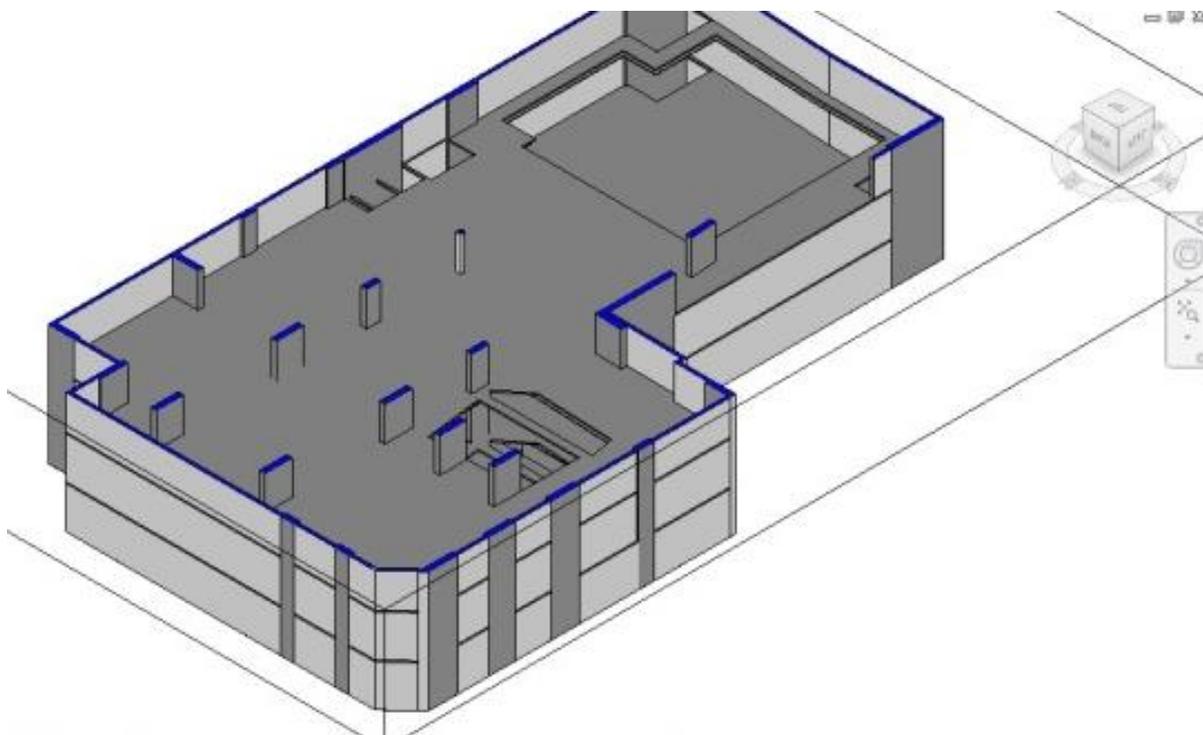


Figura 25 : Proceso de modelado estructura sotano uno

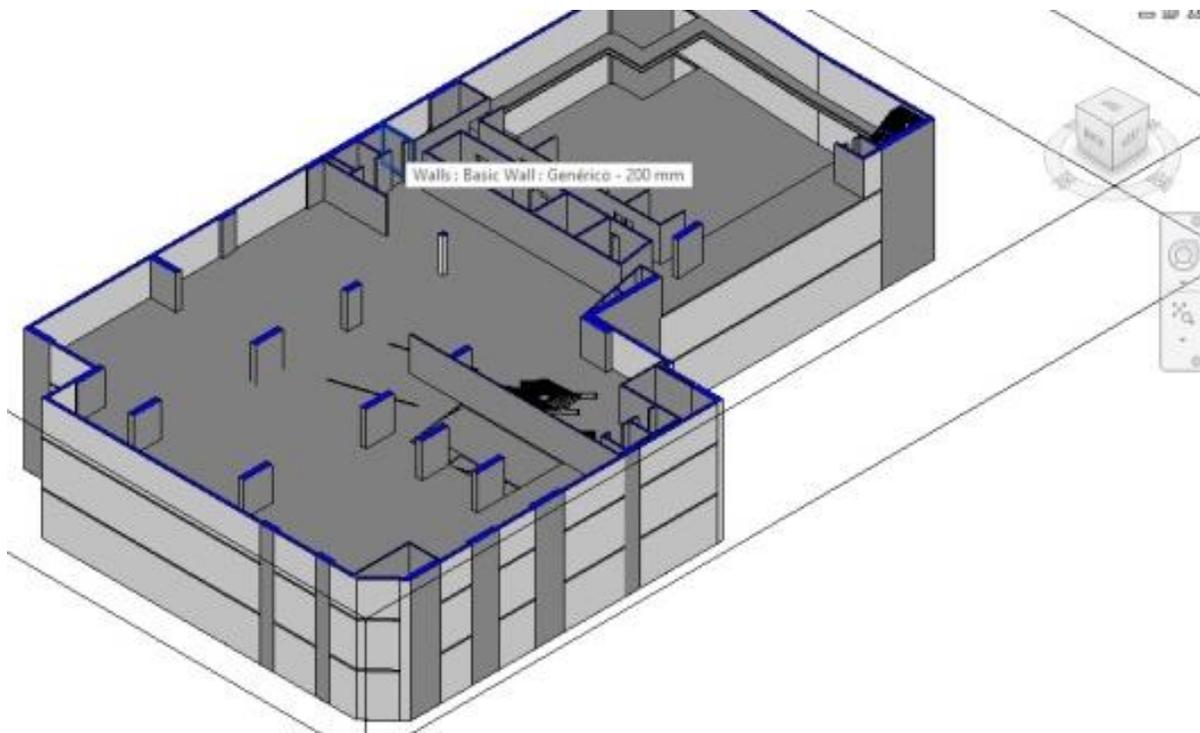


Figura 26 : Proceso de modelado muros sotano uno

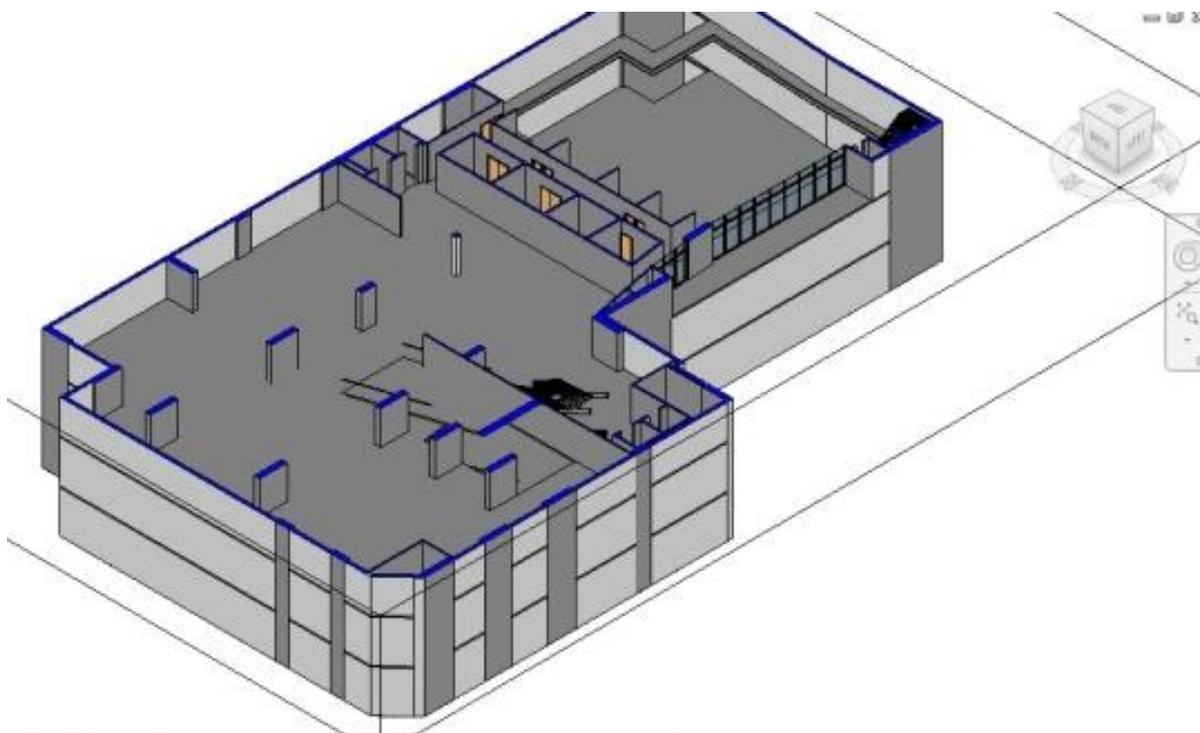


Figura 27 : Proceso de modelado puertas y cristaleria sotano uno

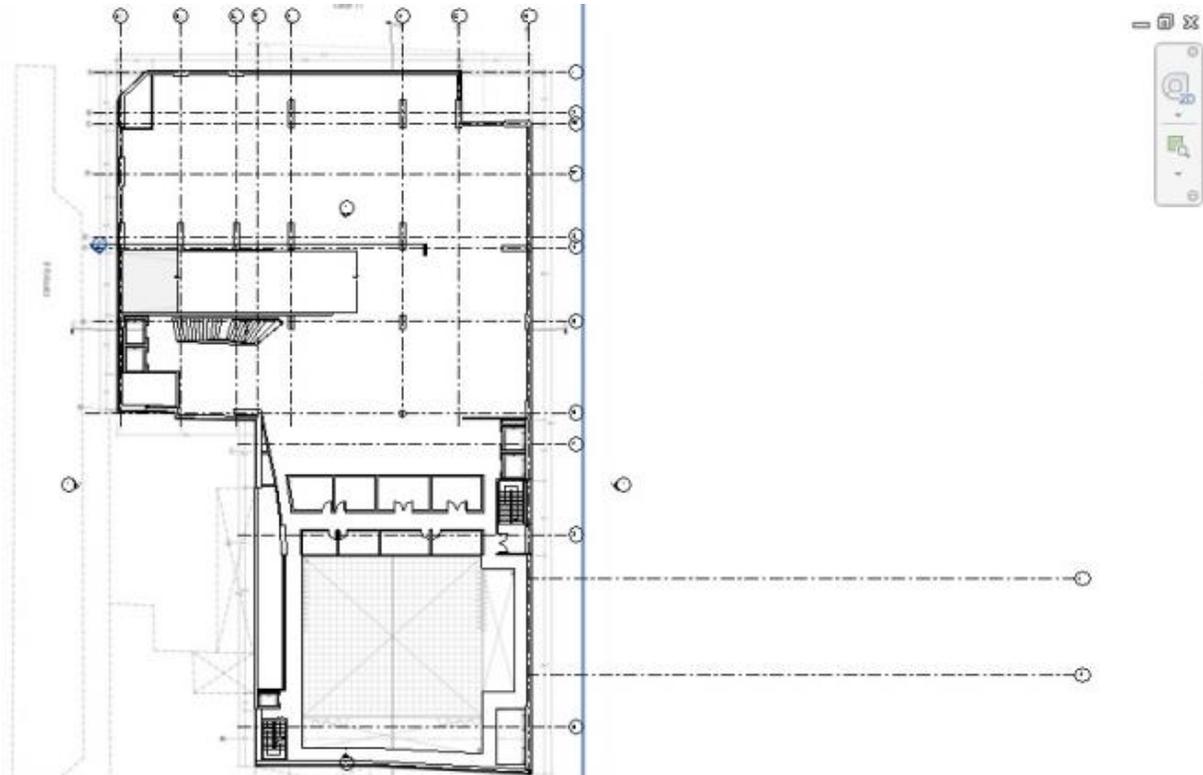


Figura 28. Proceso de modelado sotano uno

- Primer piso

En el primer piso se realiza el modelado de elementos estructurales, tales como muros de contención, pantallas y columnas estructurales, así como los muros divisorios de la primera planta, incluyendo la “plaza para las artes” que es un gran espacio público que articula lo público con el acceso a los servicios del edificio, oficinas administrativas y baños.

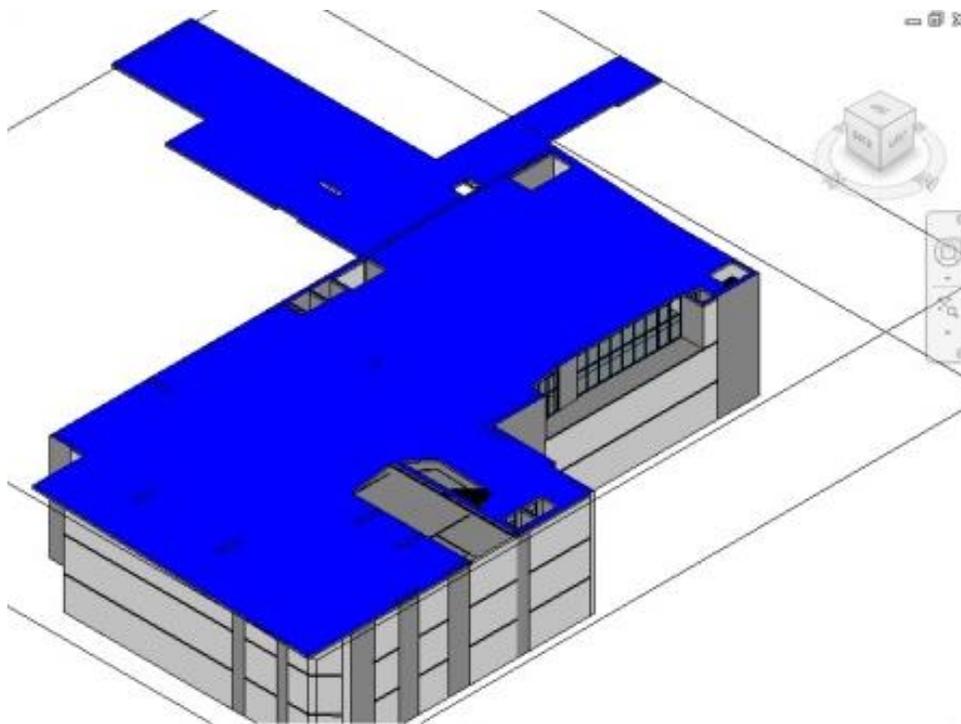


Figura 29. Proceso de modelado placa primer piso

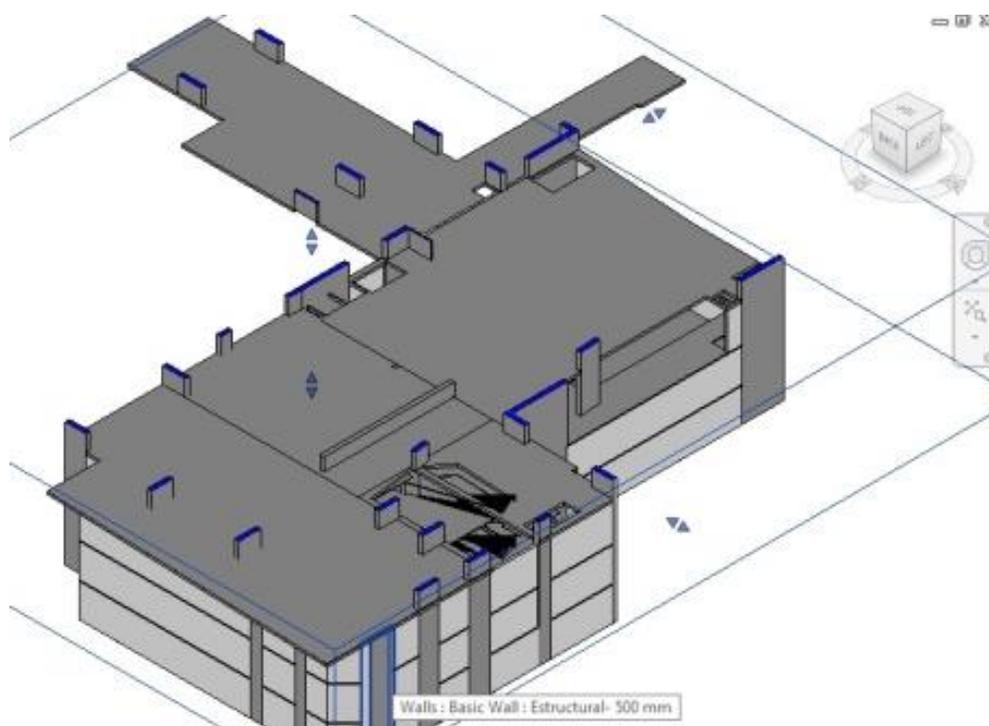


Figura 30. Proceso de modelado estructura primer piso

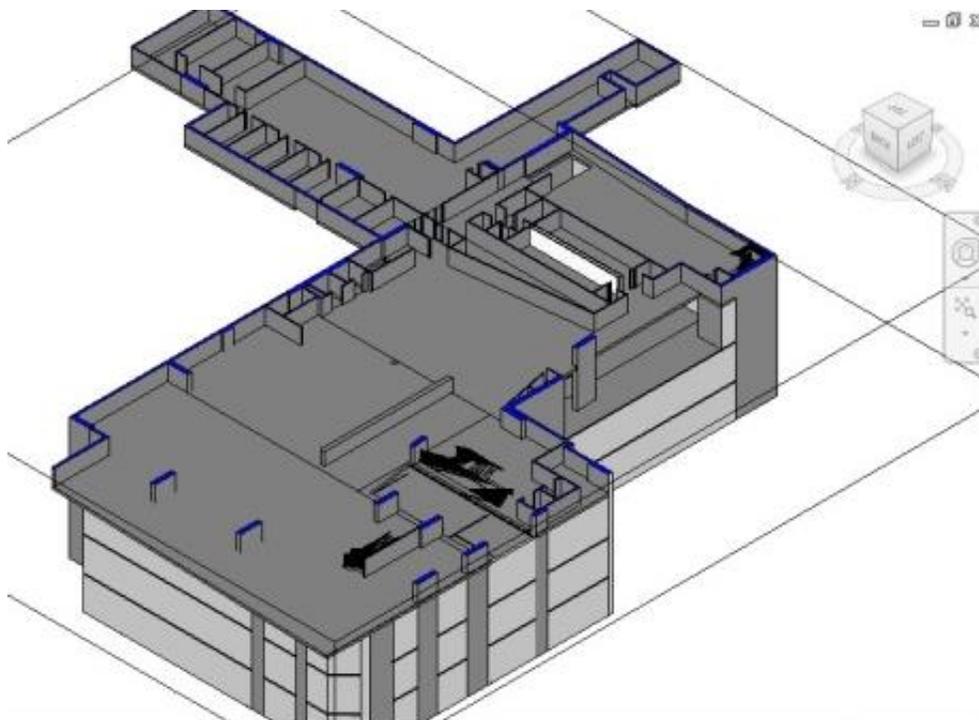


Figura 31. Proceso de modelado muros primer piso

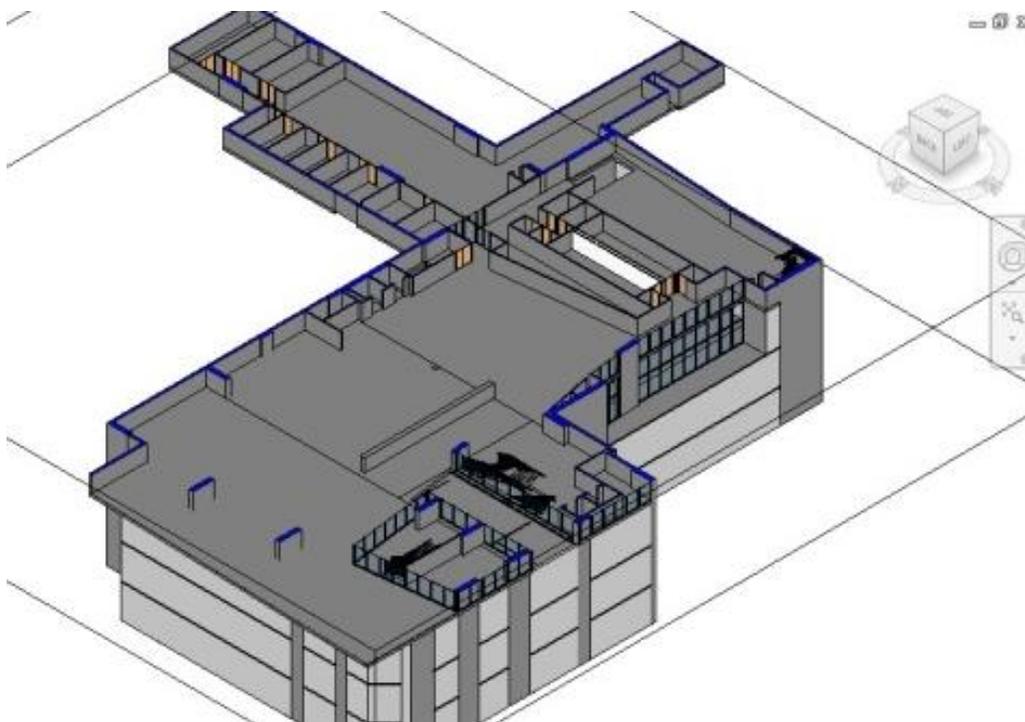


Figura 32. Proceso de modelado puertas y cristales primer piso

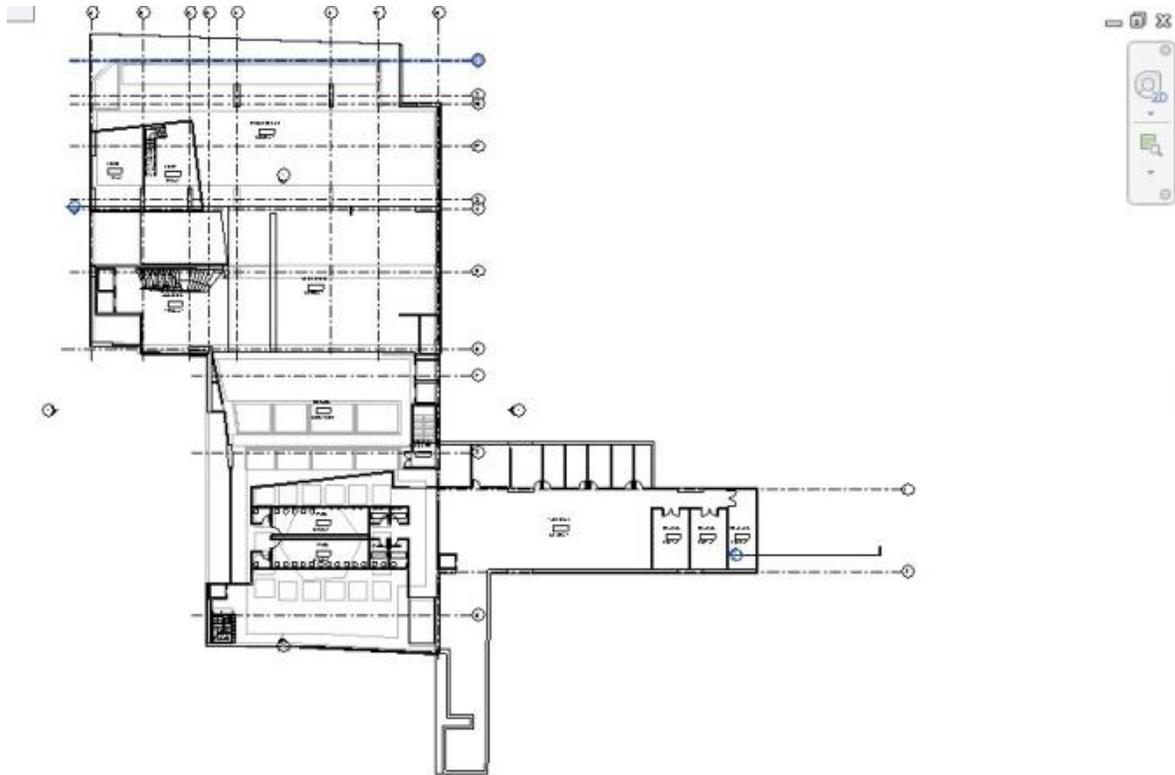


Figura 33. Proceso de modelado planta general primer piso

- Segundo piso

En el segundo piso se realiza el redibujo para el modelado de los elementos estructurales, los muros divisorios y muros cortina de la segunda planta, cafetería y zonas de restaurante, así como salas de reuniones y el acceso de los artistas.

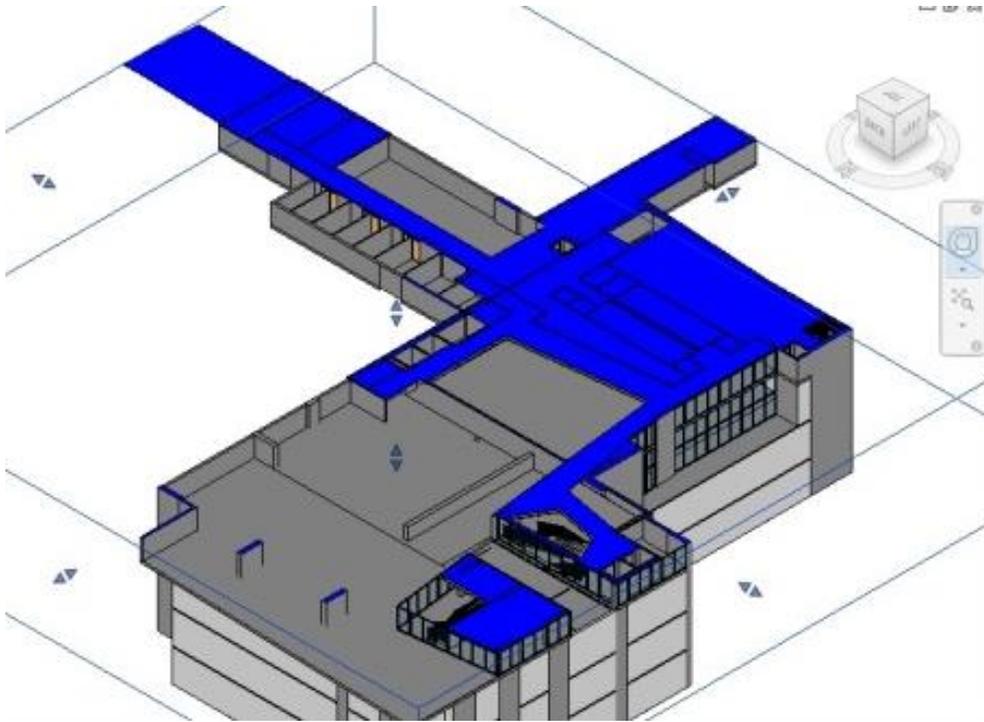


Figura 34. Proceso de modelado placa segundo piso

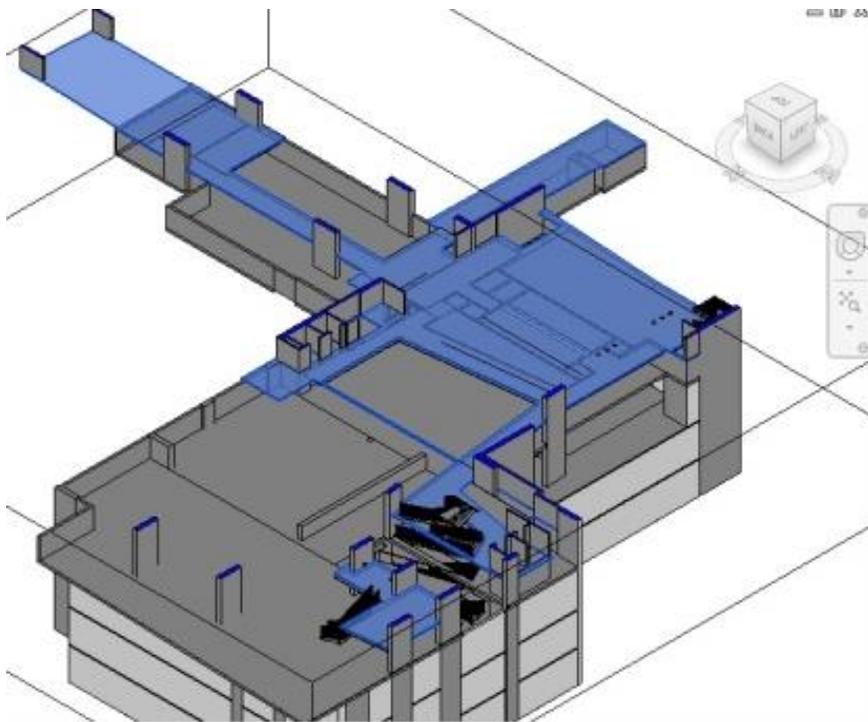


Figura 35. Proceso de modelado estructura segundo piso

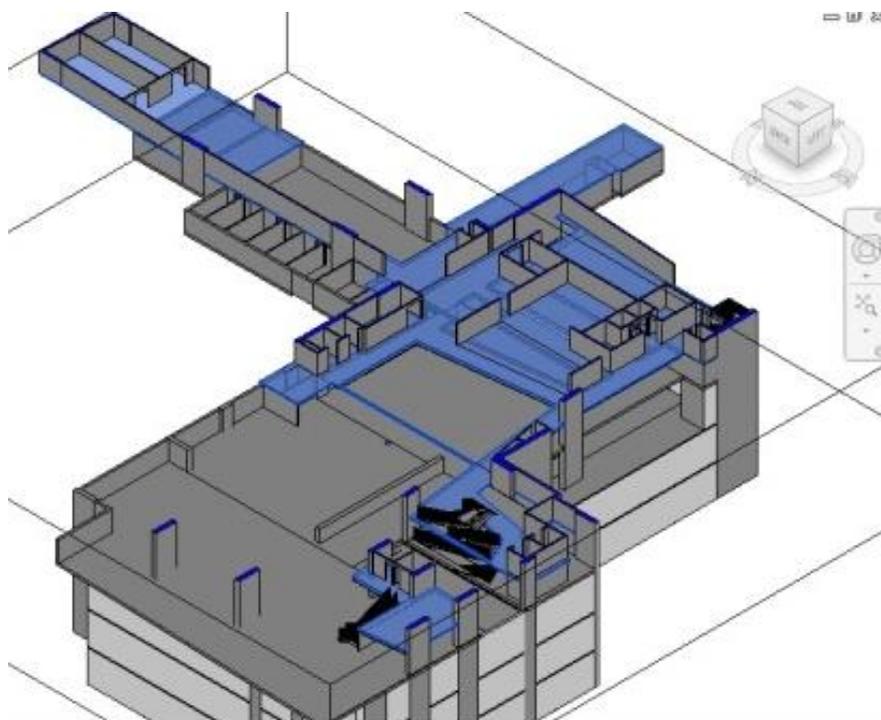


Figura 36. Proceso de modelado muros segundo piso

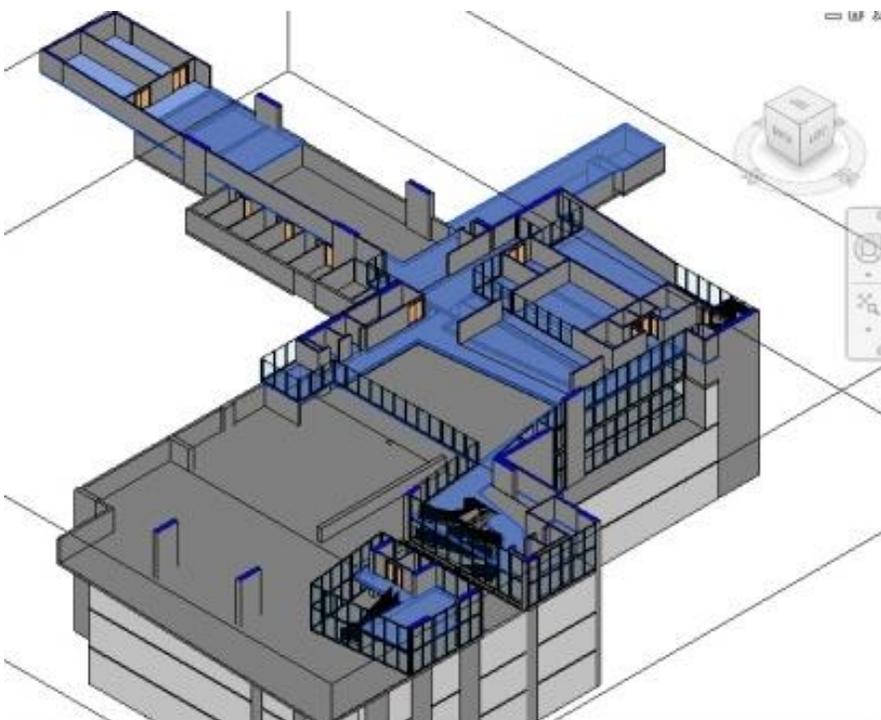


Figura 37. Proceso de modelado puertas y cristales segundo piso

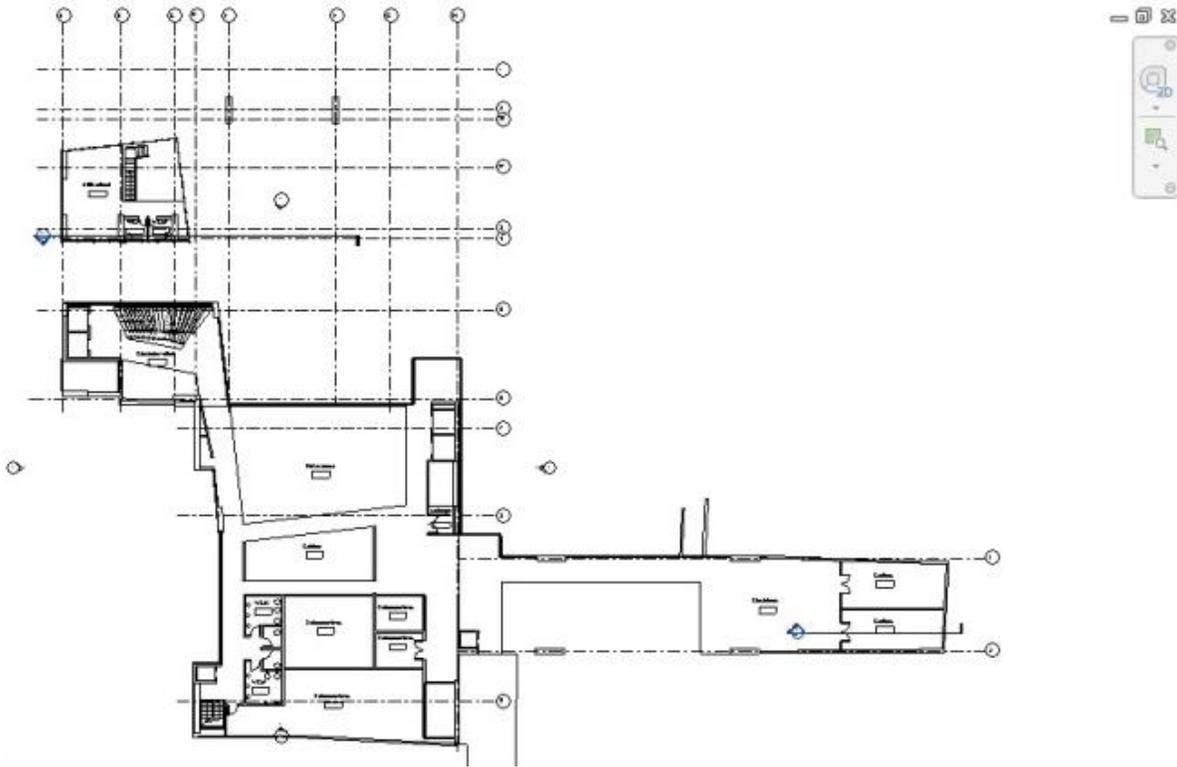


Figura 38: Proceso de modelado planta general segundo piso

- Tercer piso

Se procede con el modelado del tercer piso iniciando con los elementos estructurales, muros de cerramiento que pertenecen a una categoría particular de muros, luego los muros internos y los divisorios, posterior a esto la creación de los elementos de cerramiento, los muros cortina, que como se explico anteriormente ya contiene toda la información necesaria de acuerdo a la familia, tanto para el render como para la cuantificación de los materiales, en este punto ya se han incluido tambien las puertas como parte de una familia, facilitando su colocación y cuantía.

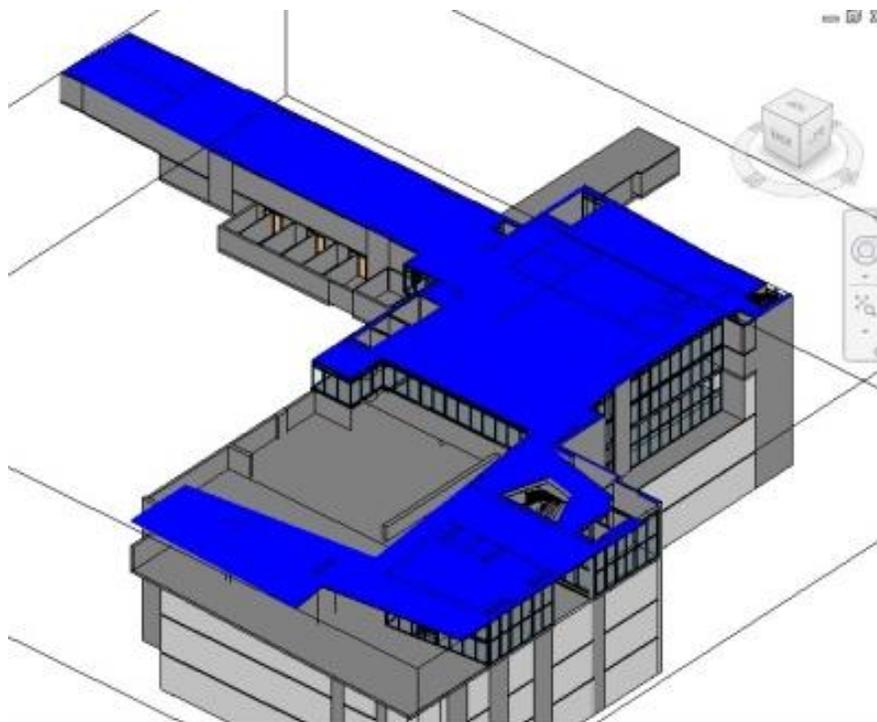


Figura 39: Proceso de modelado placa tercer piso

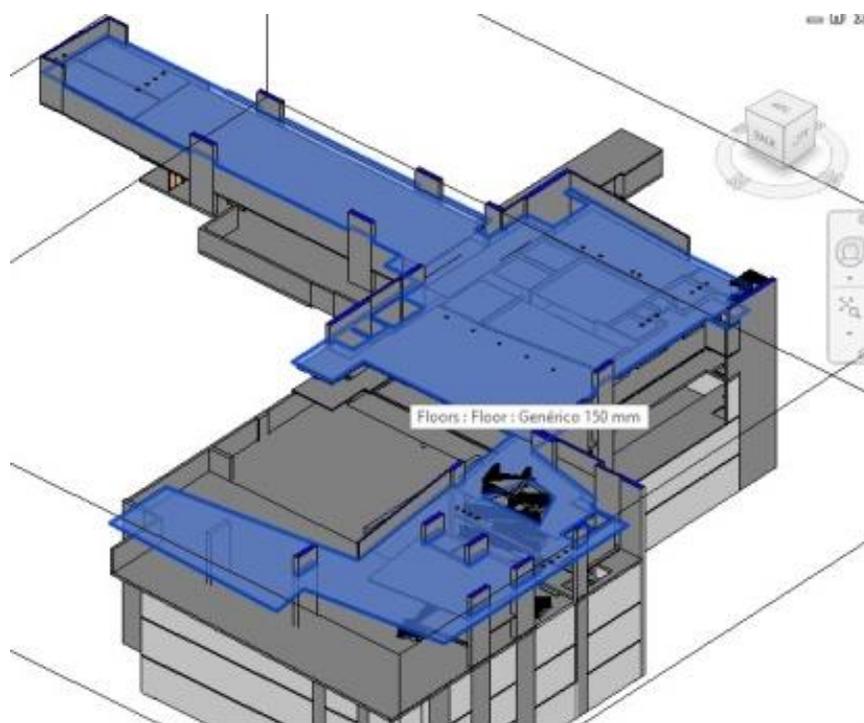


Figura 40: Proceso de modelado estructura a tercer piso

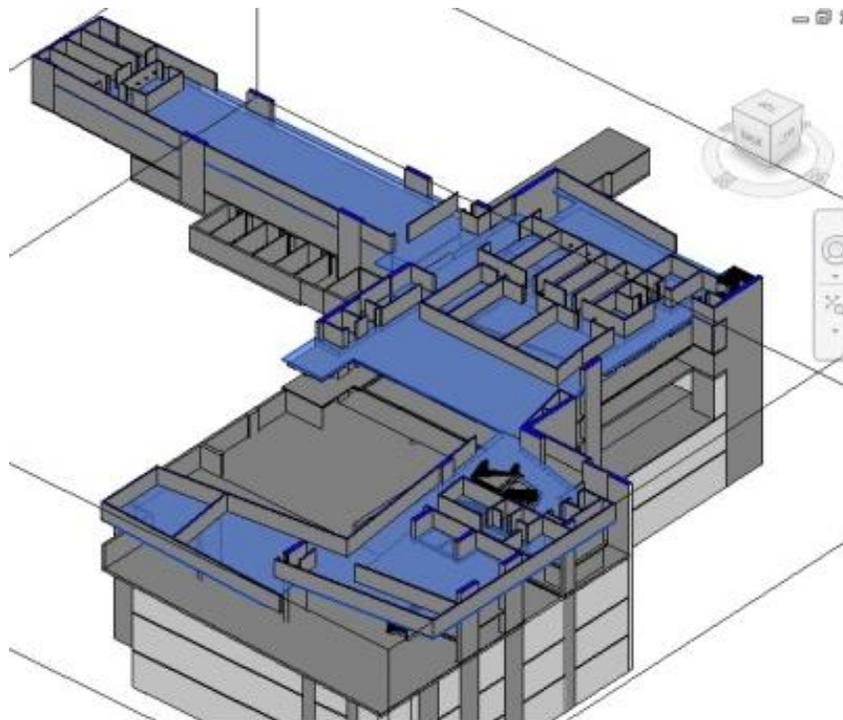


Figura 41: Proceso de modelado muros tercer piso

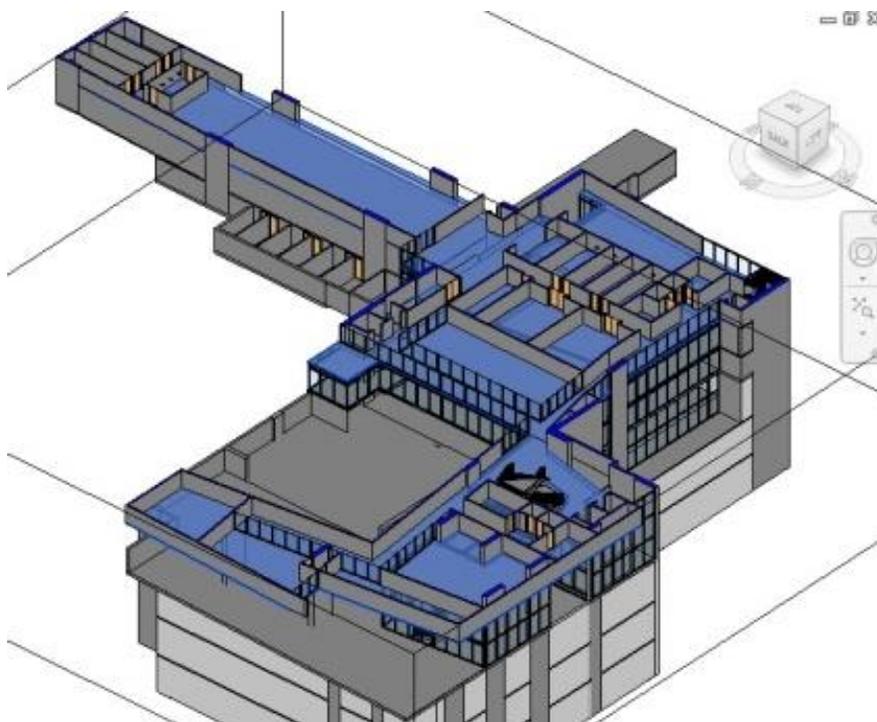


Figura 42: Proceso de modelado puertas y cristales tercer piso

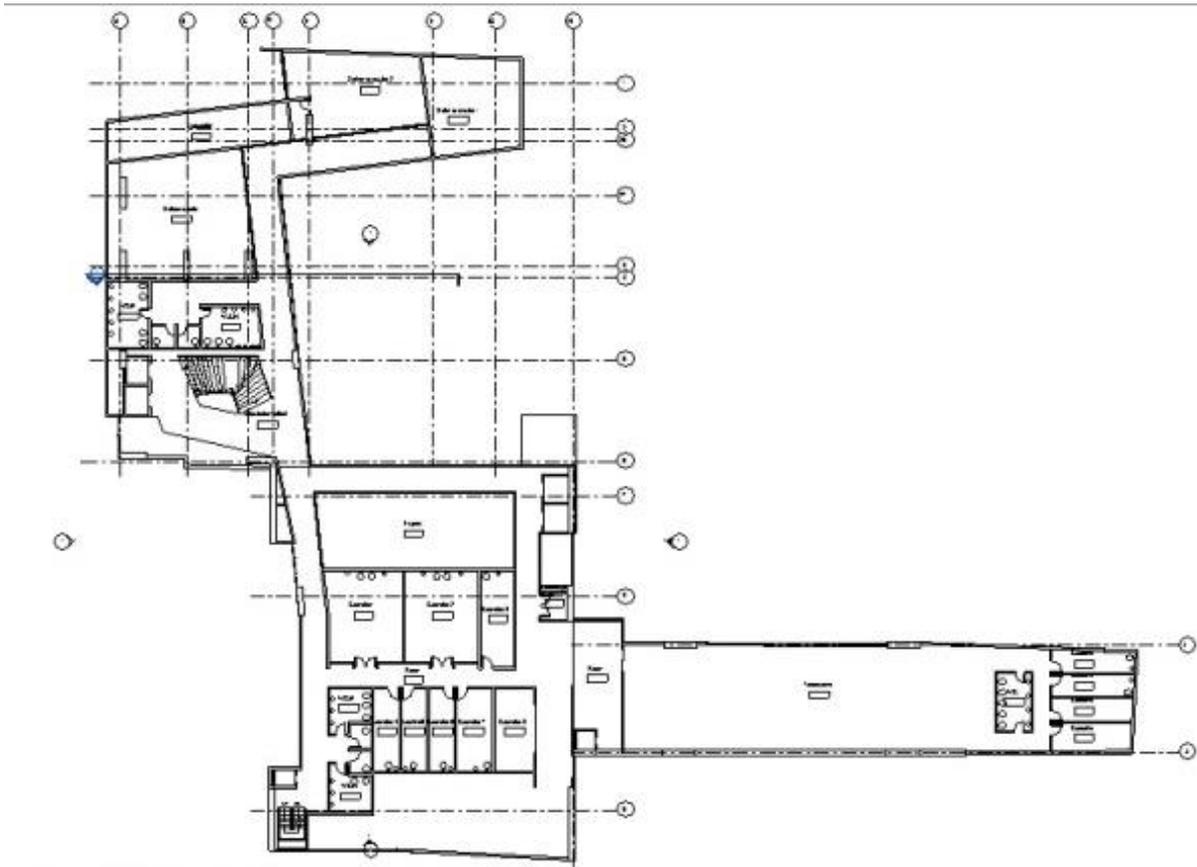


Figura 43. Proceso de modelado planta general tercer piso

- Cuarto piso

Siguiendo con el proceso de modelado del cuarto piso, en este punto, se tiene en cuenta la continuidad de la estructura, y se tiene especial cuidado en el cambio de forma de la escalera, ya que posee una geometría particular debe modelarse piso a piso, pero por ser una misma familia, la cuantificación se puede desglosar de modo que sea mucho más fácil su ejecución. En esta planta aparecen las áreas administrativas del edificio junto con el acceso al auditorio principal.

Una particularidad en el proceso de modelado en este lugar, es la necesidad de poner cubierta en la parte frontal del piso anterior, lo que nos permite hacer el proceso de insertar las familias de los elementos que corresponden a la cubierta.

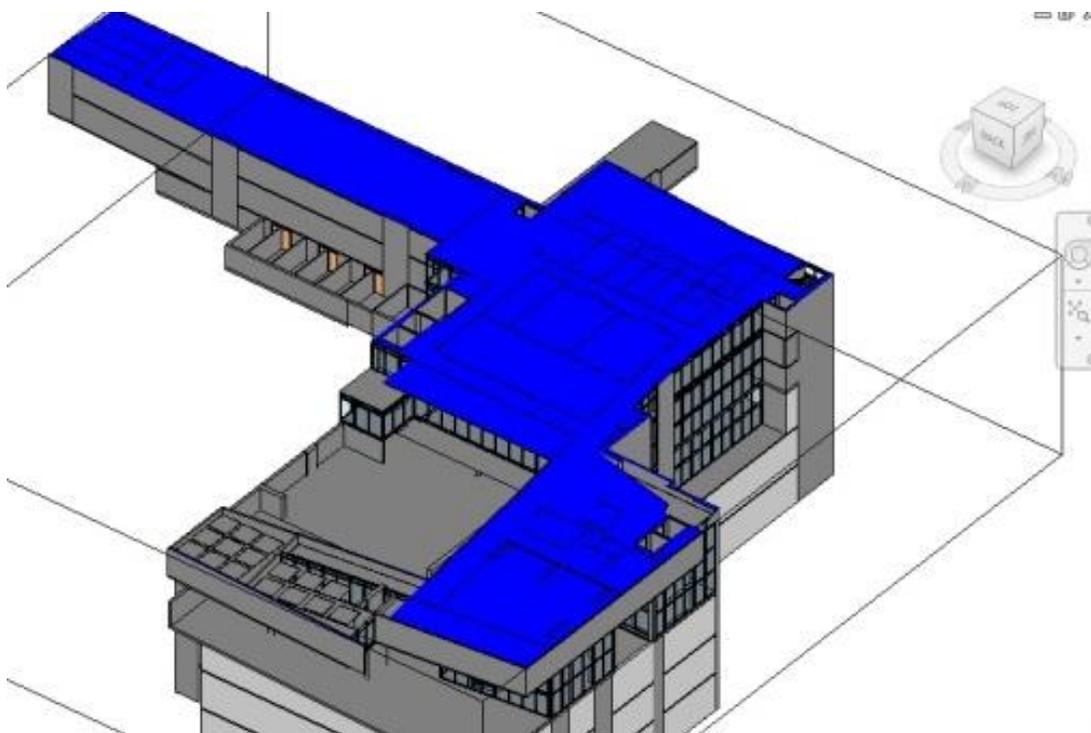


Figura 44. Proceso de modelado placa cuarto piso

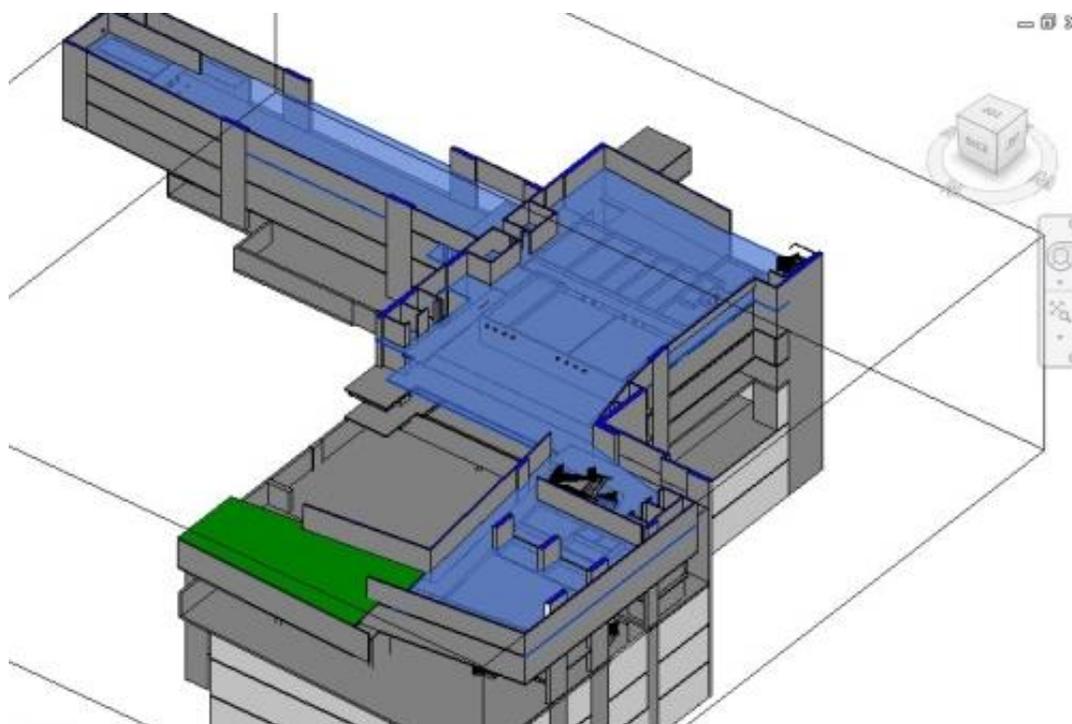


Figura 45. Proceso de modelado estructura cuarto piso

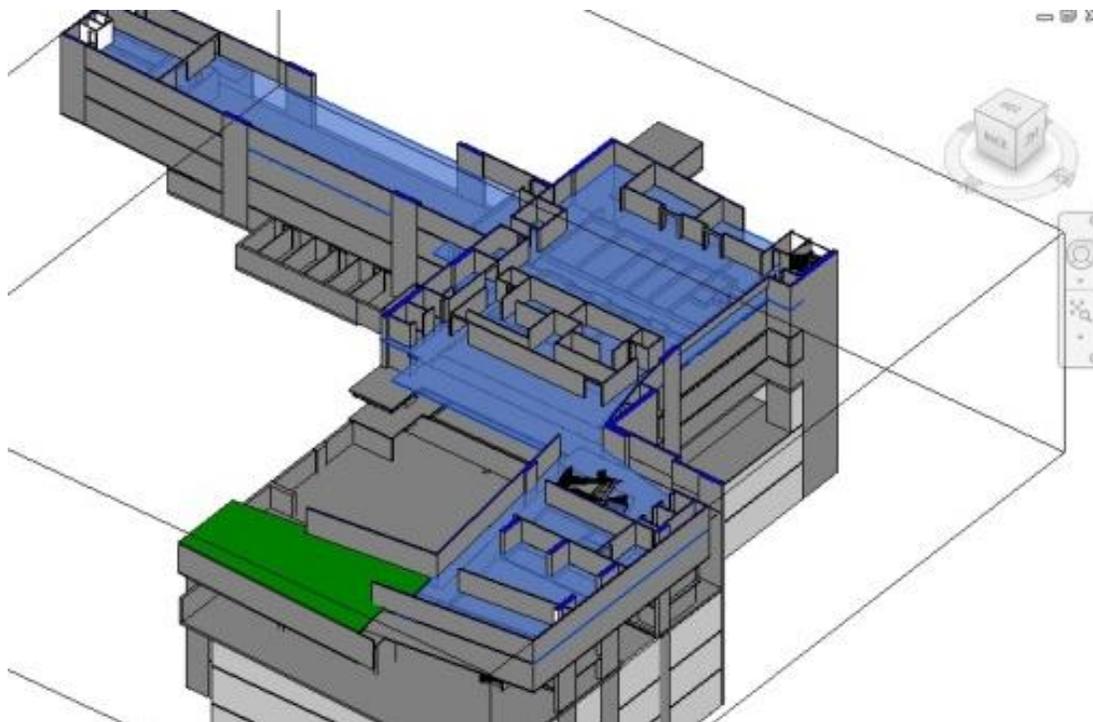


Figura 46. Proceso de modelado muros cuarto piso

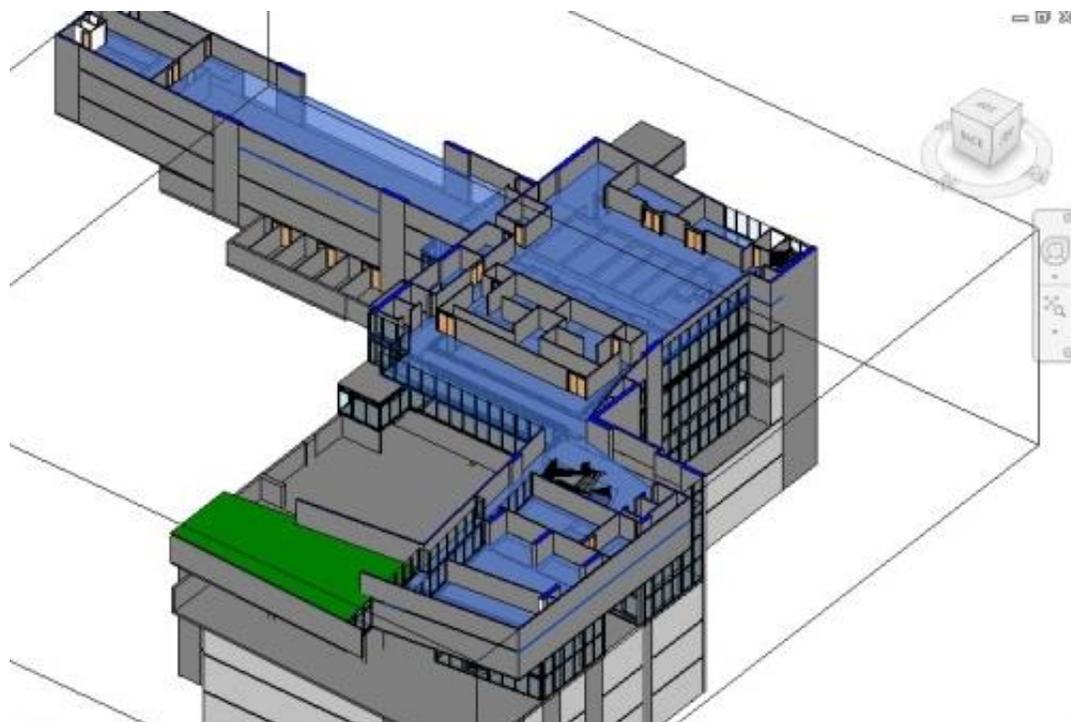


Figura 47. Proceso de modelado puertas y cristales cuarto piso

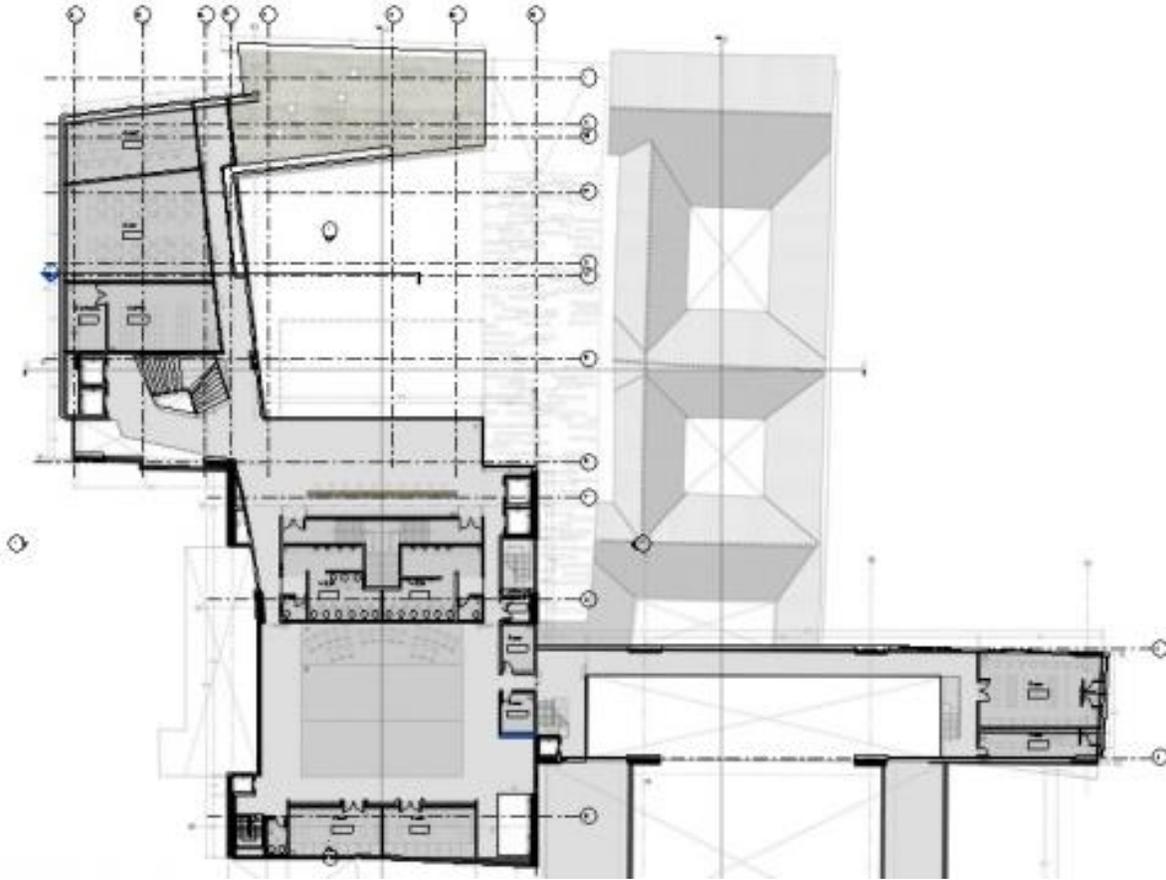


Figura 48. Proceso de modelado planta general cuarto piso

- Quinto piso

En el quinto piso, se resalta el auditorio, en el modelado se puede notar en el los muros divisorios de auditorio, cuya forma se induce de la acustica del lugar, y en caso de requerir algún material en especial, que se desee agregar con estudios posteriores o requerimientos particulares, es posible editar esos elementos y hacerlos cuantificables, visibles y analizables en el modelo tridimensional.

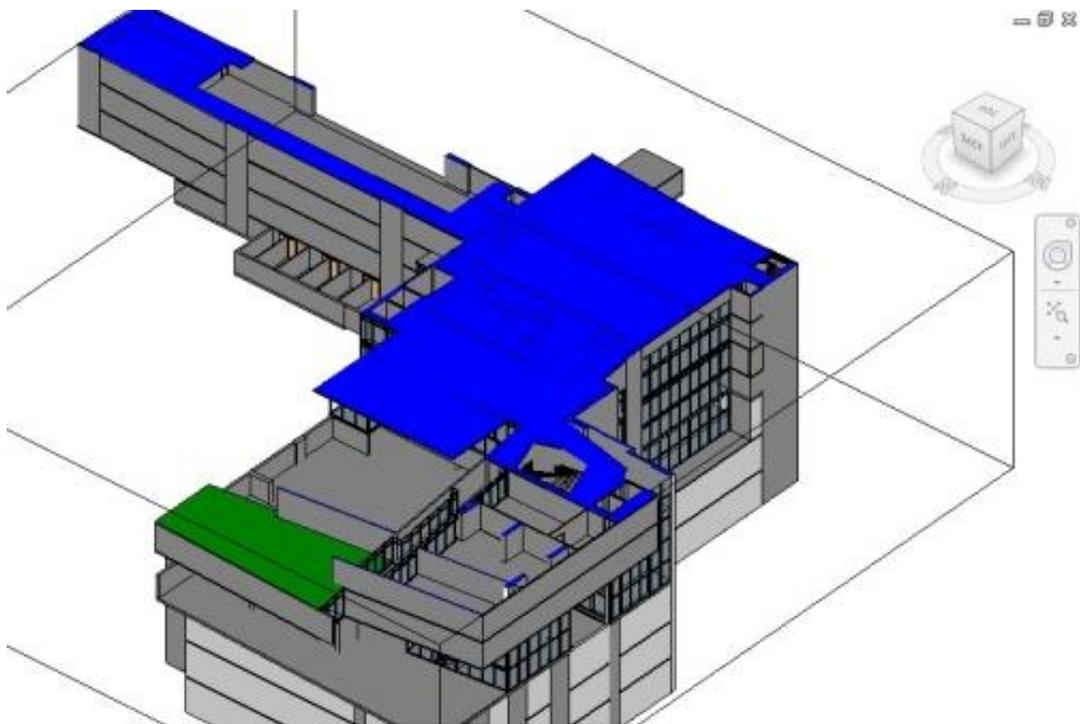


Figura 49. Proceso de modelado placa quinto piso

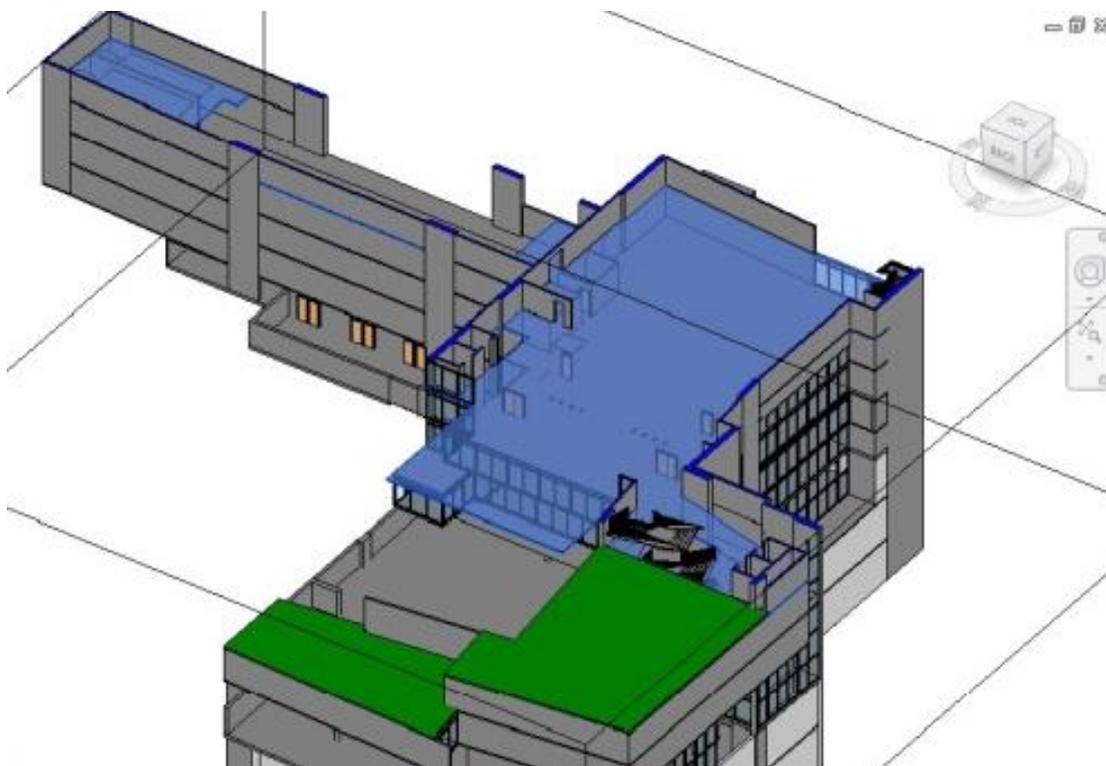


Figura 50. Proceso de modelado estructura quinto piso

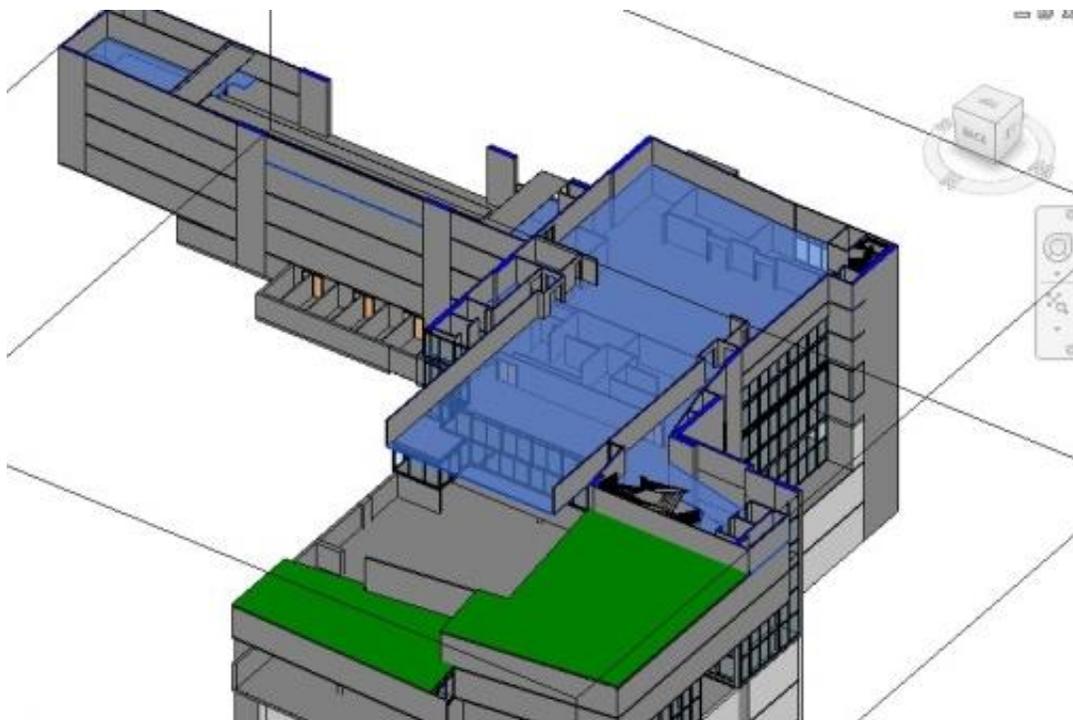


Figura 51. Proceso de modelado muros quinto piso

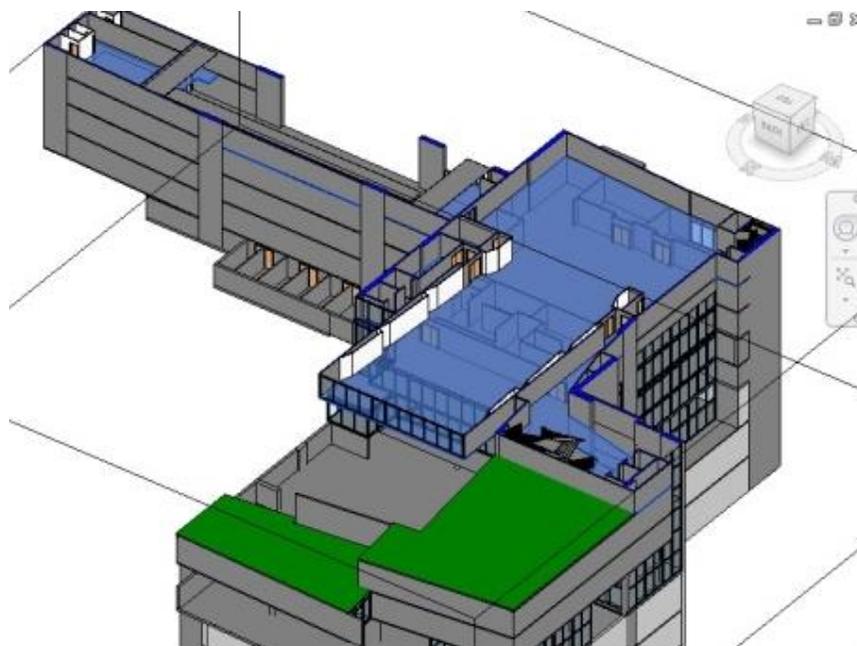


Figura 52. Proceso de modelado puertas y cristales quinto piso

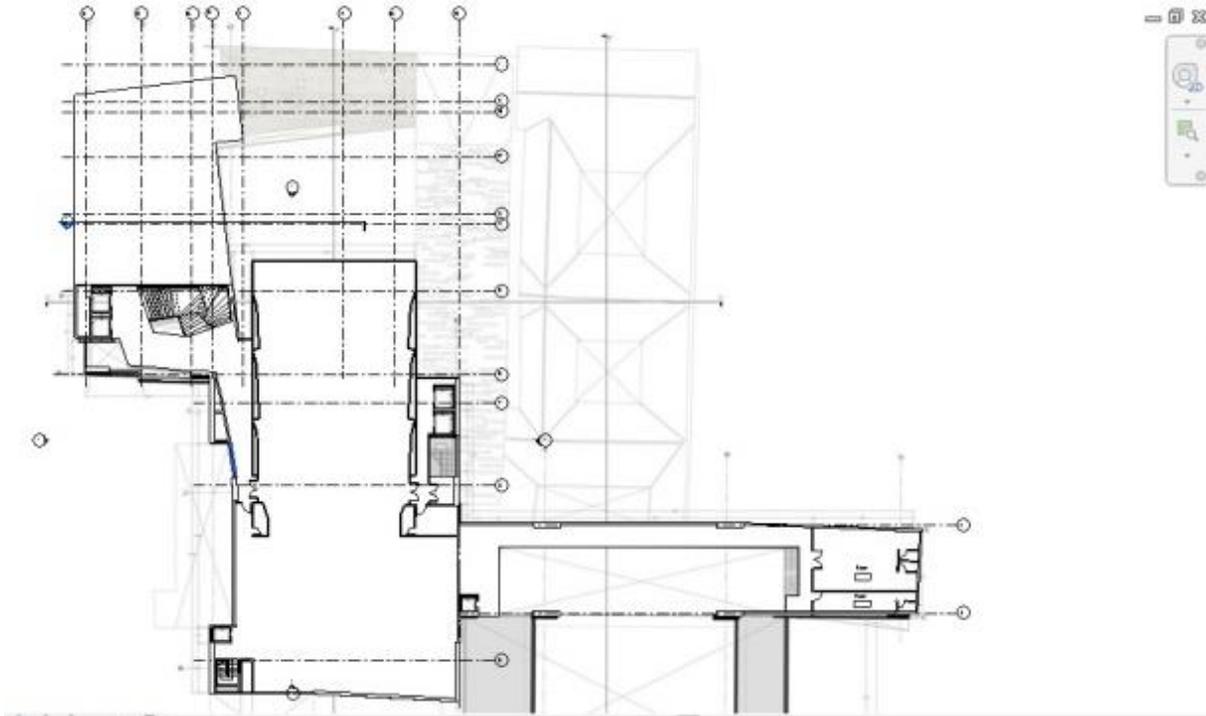


Figura 53. Proceso de modelado planta general quinto piso

- Sexto piso

Continuando con el modelado en el piso sexto se encuentra el auditorio principal y los espacios auxiliares, la parte posterior del auditorio con espacios para la proyección y manejo de audiovisuales, las demás áreas corresponden al trasescena del auditorio anterior.

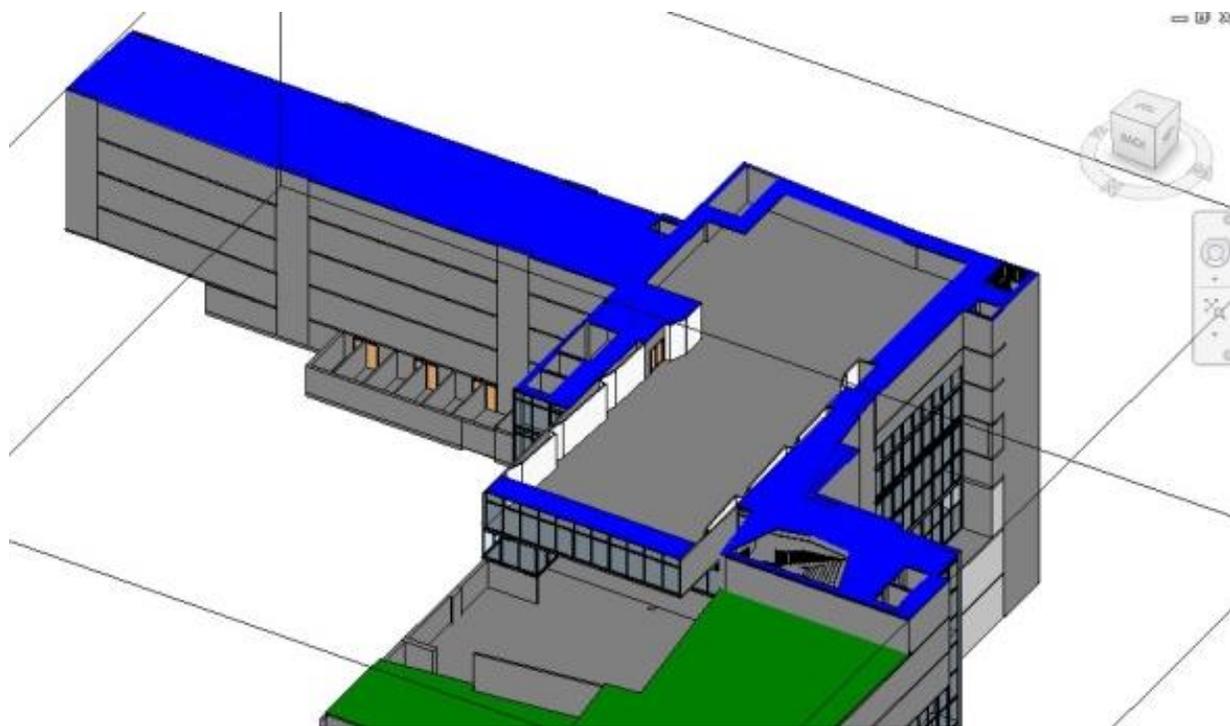


Figura 54. Proceso de modelado placa sexto piso

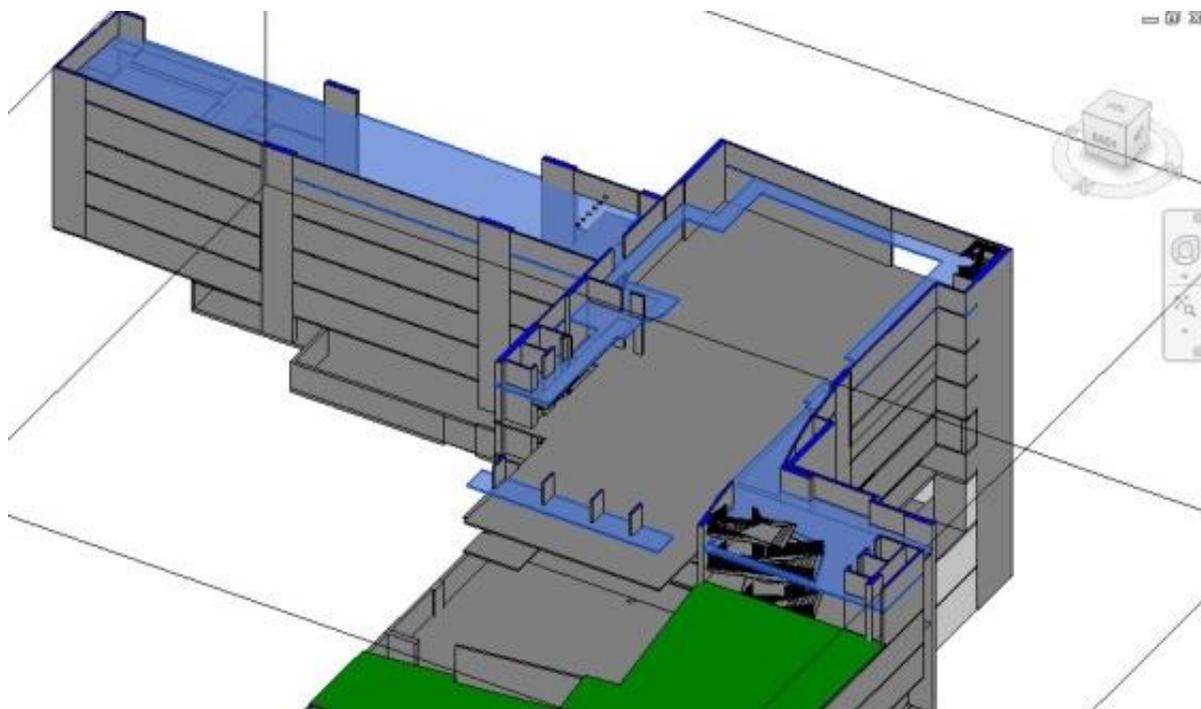


Figura 55. Proceso de modelado estructura sexto piso

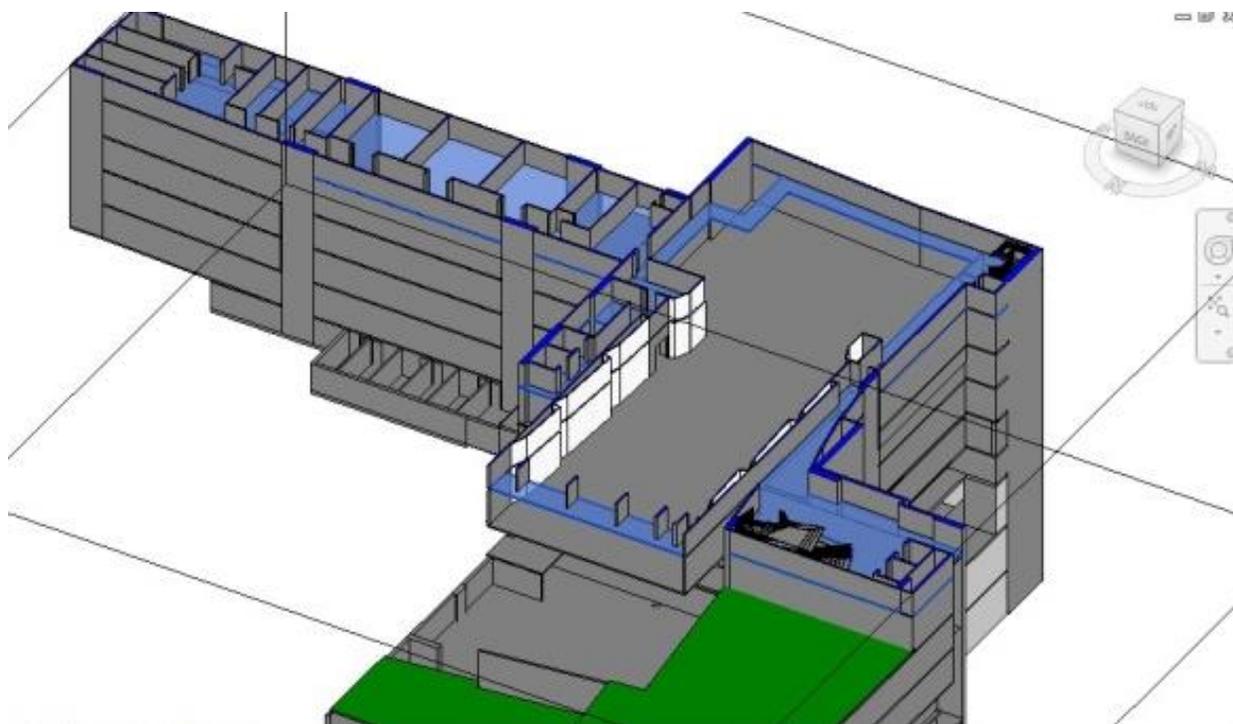


Figura 56. Proceso de modelado muros sexto piso

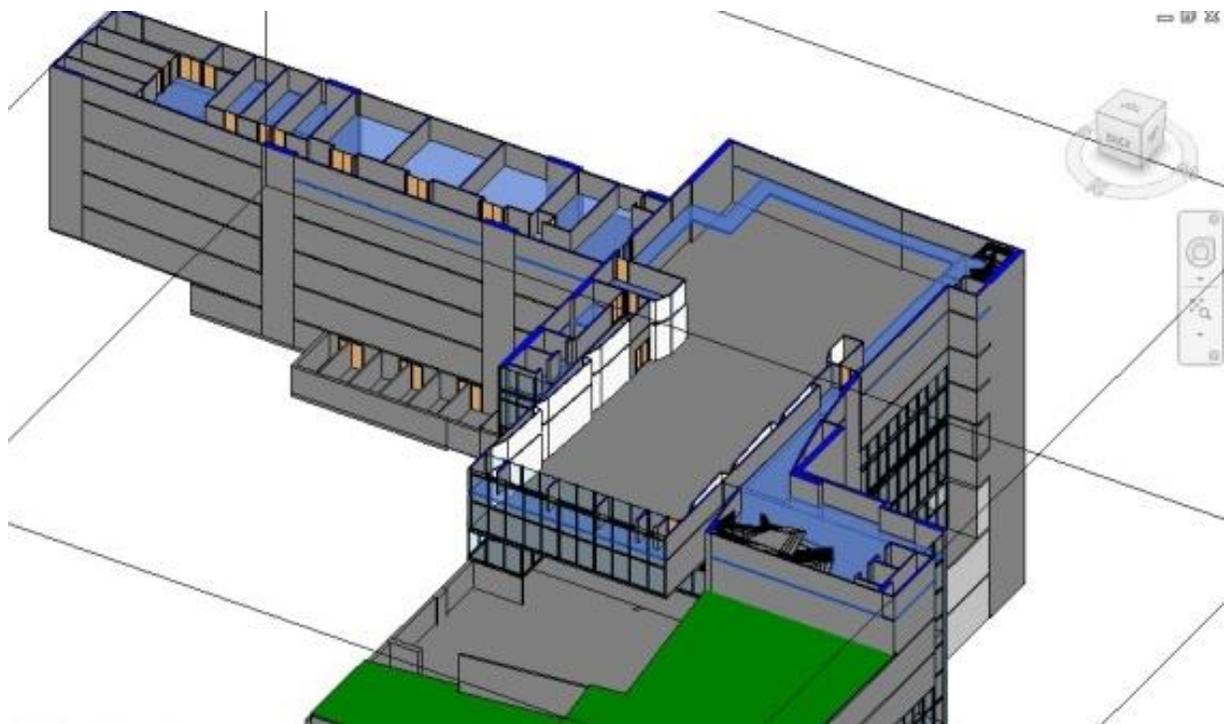


Figura 57. Proceso de modelado puertas y cristales sexto piso

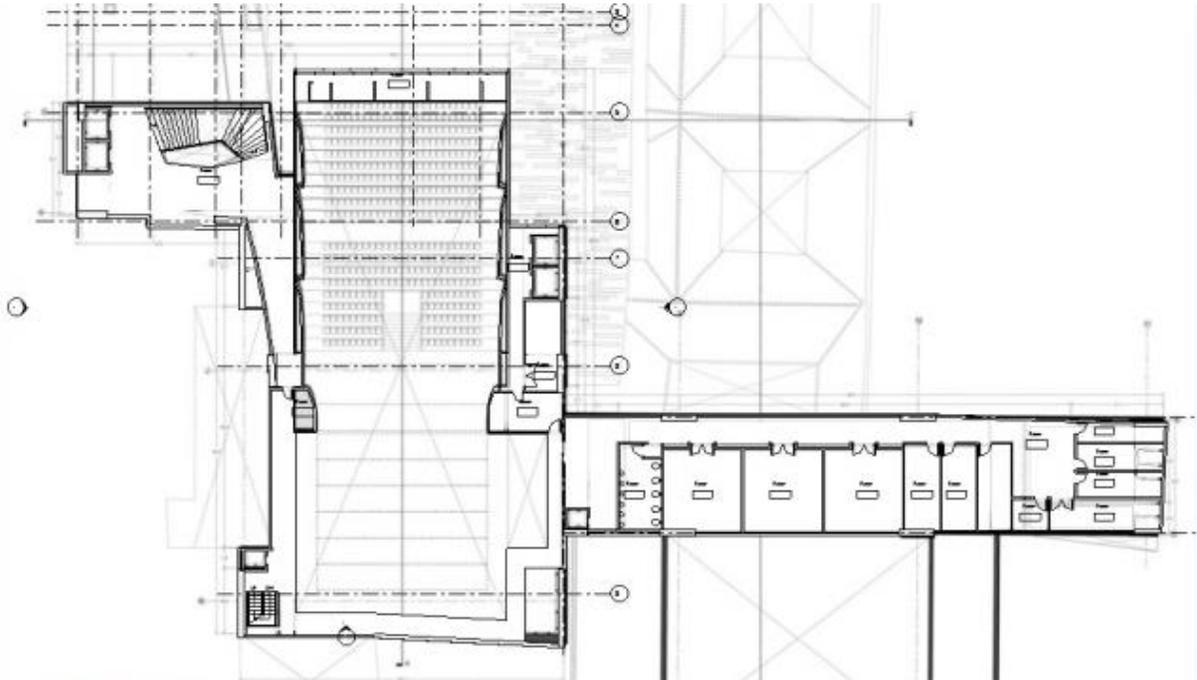


Figura 58. Proceso de modelado planta general sexto piso

- Séptimo piso

En el séptimo piso se continúa el modelado del espacio del auditorio principal, los muros internos, para los que se crea el tipo de muro que acorde a las necesidades del auditorio, espacios administrativos y una terraza mirador.

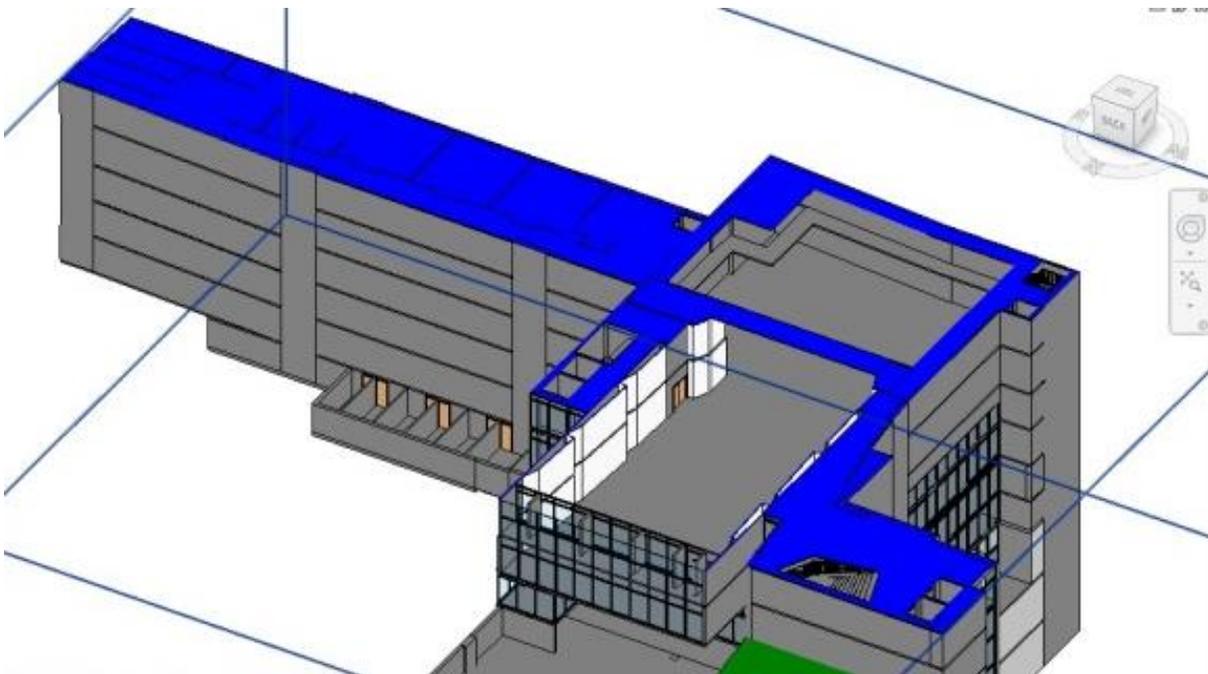


Figura 59. Proceso de modelado placa séptimo piso

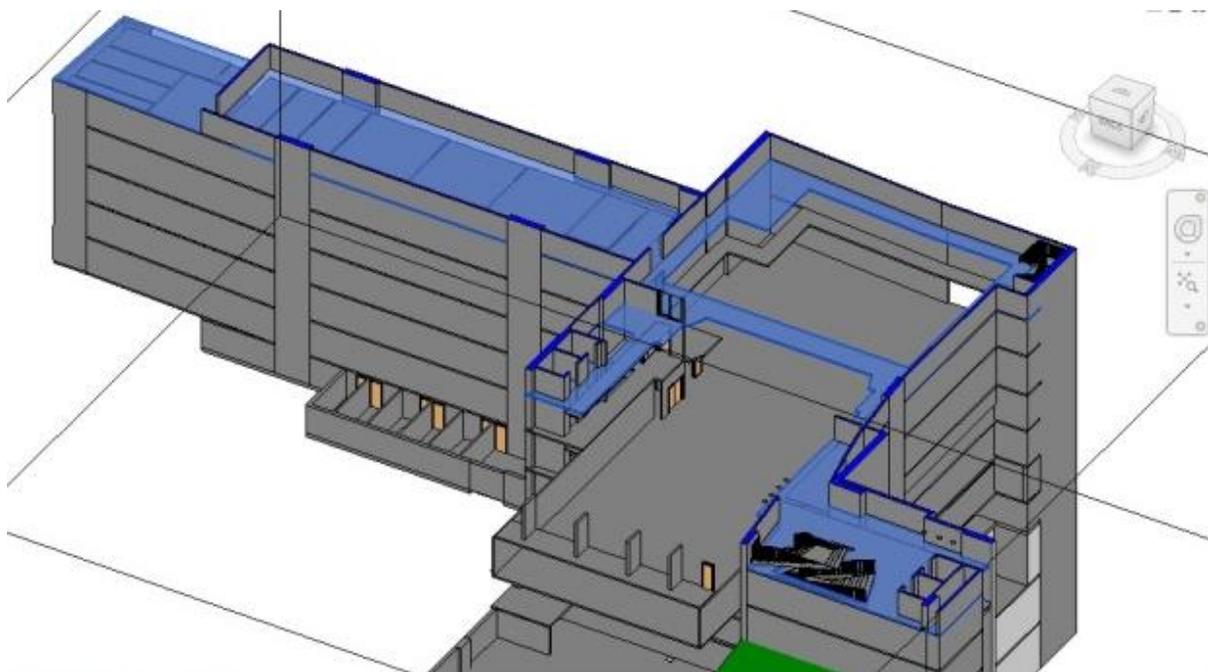


Figura 60. Proceso de modelado estructura séptimo piso

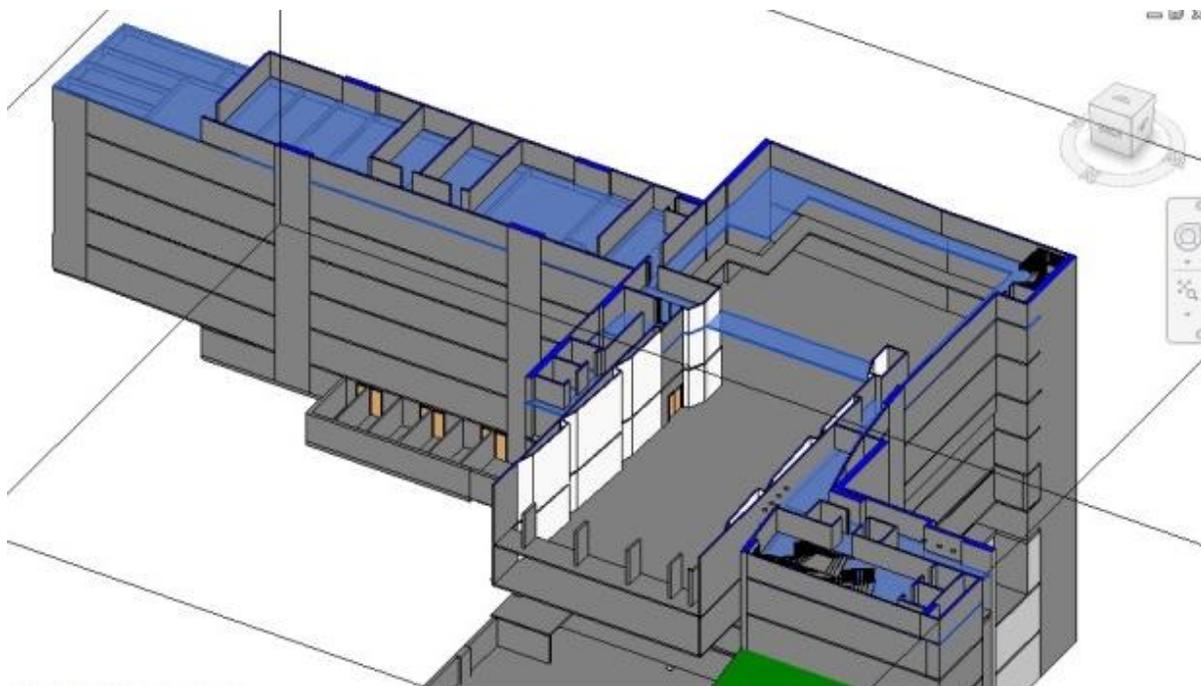


Figura 61. Proceso de modelado muros séptimo piso

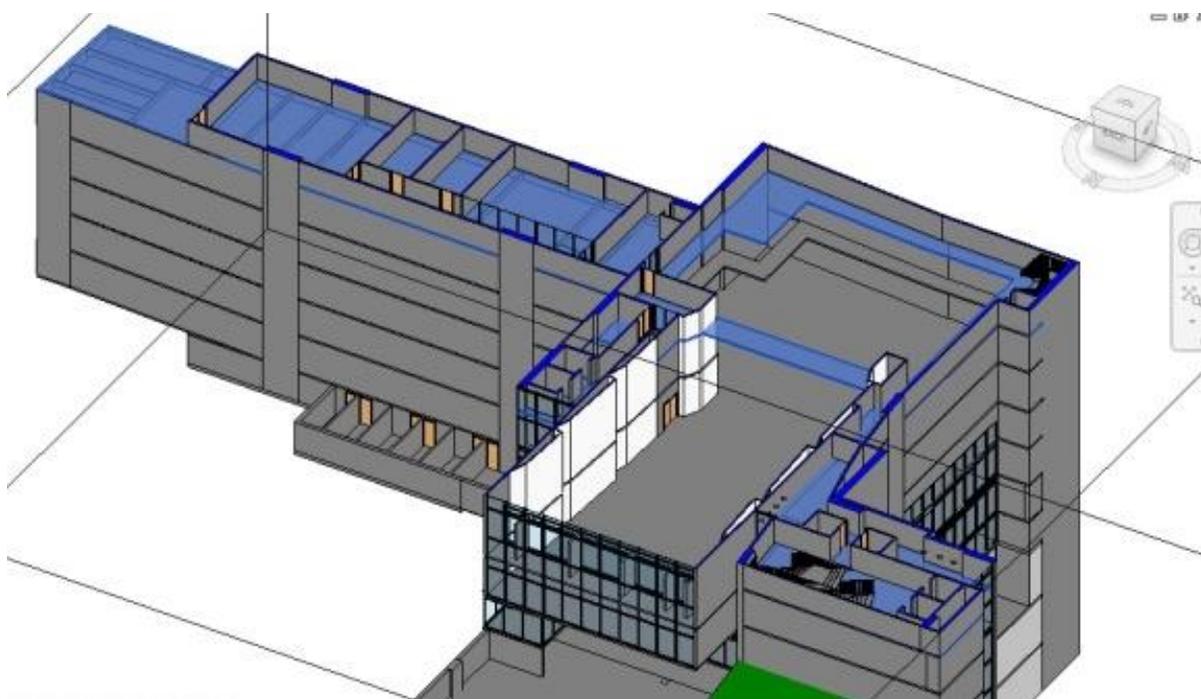


Figura 62. Proceso de modelado puertas y cristales séptimo piso

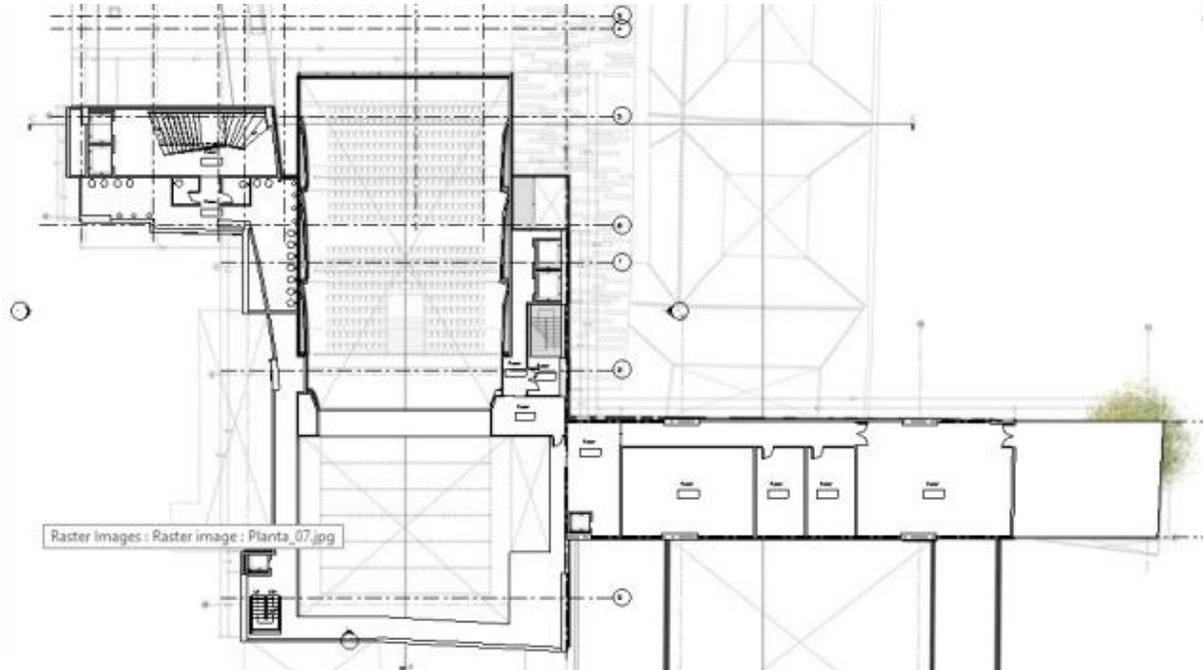


Figura 63. Proceso de modelado planta general séptimo piso

- Octavo piso

En el último piso, el octavo se desarrolla el modelado de todos los espacios que corresponden a la sede central de la sinfónica nacional, que incluye el auditorio secundario, salas de ensayo individuales y grupales, casilleros y zonas de servicio. Este nivel en particular incluye una familia especial de muros para los aislamientos necesarios para esta clase de espacios.



Figura 64. Proceso de modelado placa octavo piso

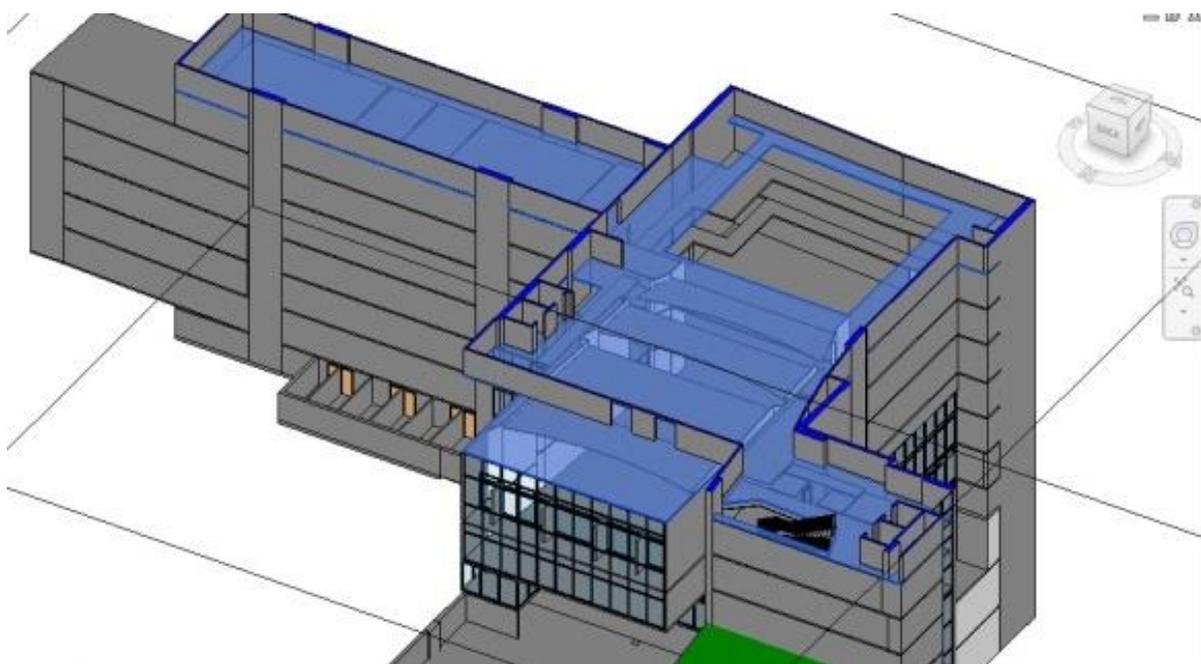


Figura 65. Proceso de modelado estructura octavo piso

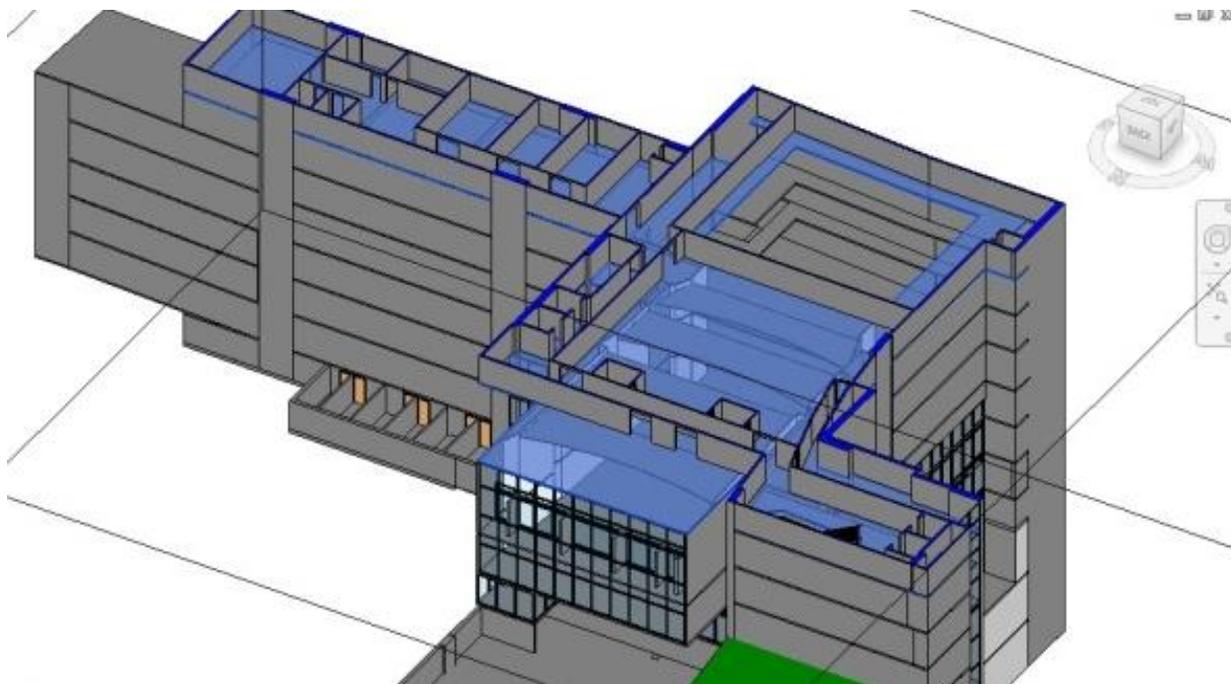


Figura 66. Proceso de modelado muros octavo piso



Figura 67. Proceso de modelado puertas y cristales octavo piso

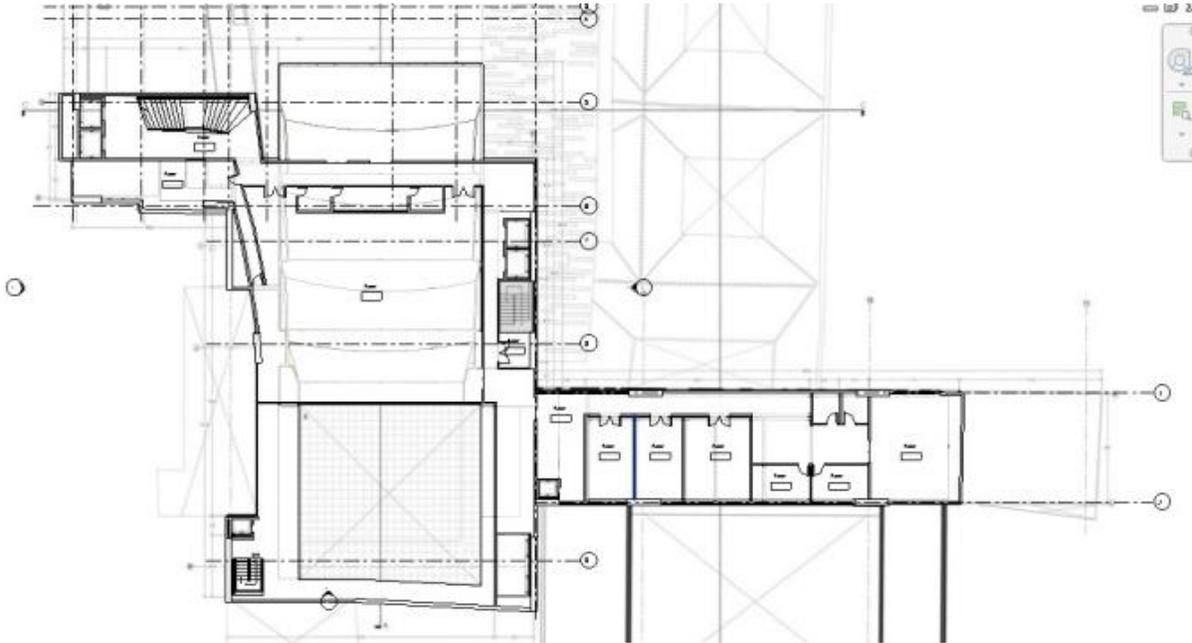


Figura 68. Proceso de modelado planta general octavo piso

Luego de realizar el modelado en general, podemos observar las cubiertas modeladas, la coordinación de los muros de cerramiento y el volumen del edificio, lo que permite un análisis en tiempo real, siendo una herramienta de interacción y comunicación con los diferentes profesionales que intervienen en una obra de ingeniería.

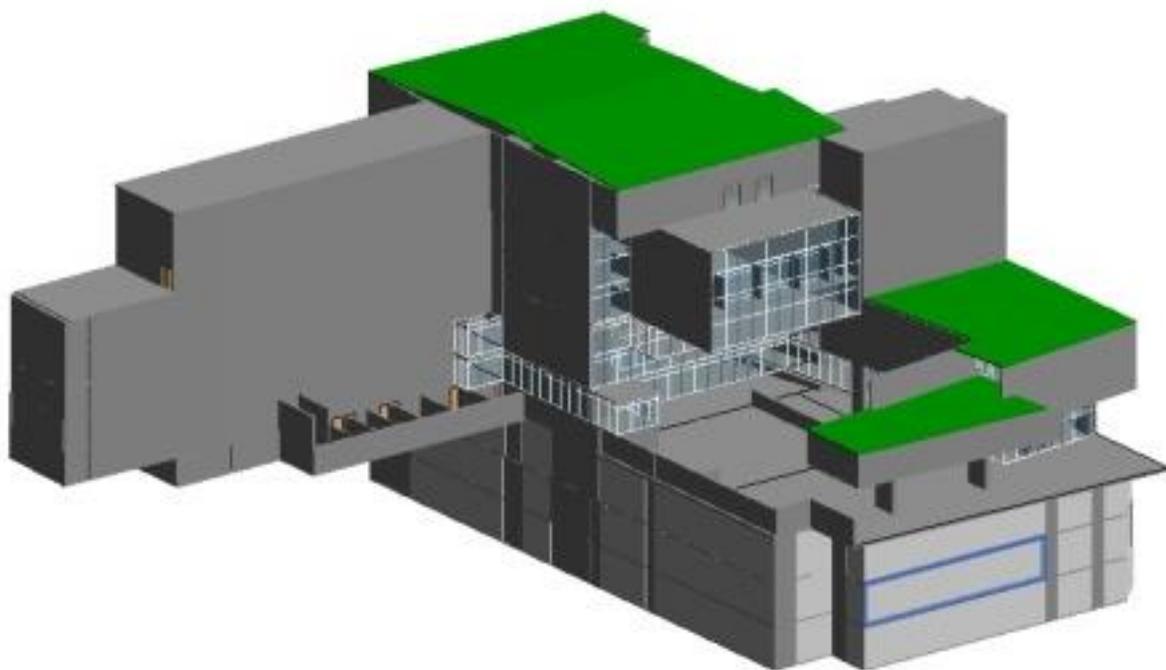


Figura 69. Modelado general del edificio alzado nororiental

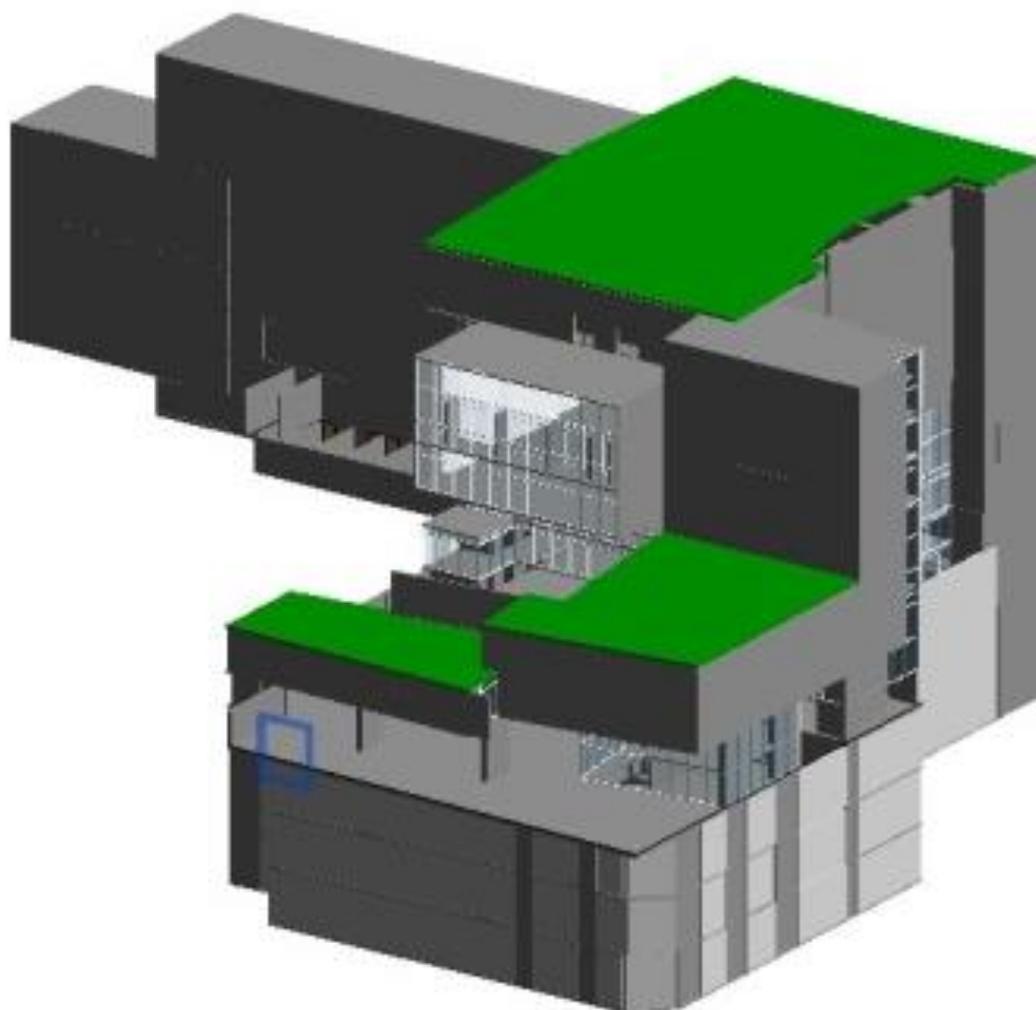


Figura 70. Modelado general del edificio alzado noroccidental



Figura 71. Modelado general del edificio alzado occidental

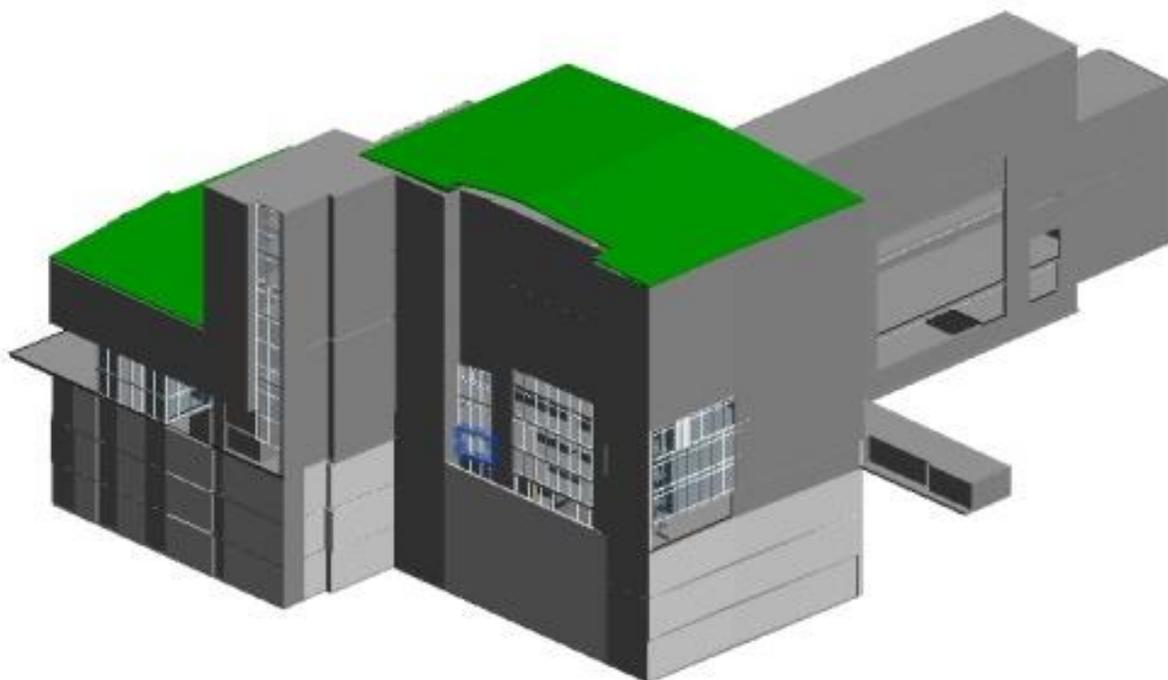


Figura 72. Modelado general del edificio alzado sur

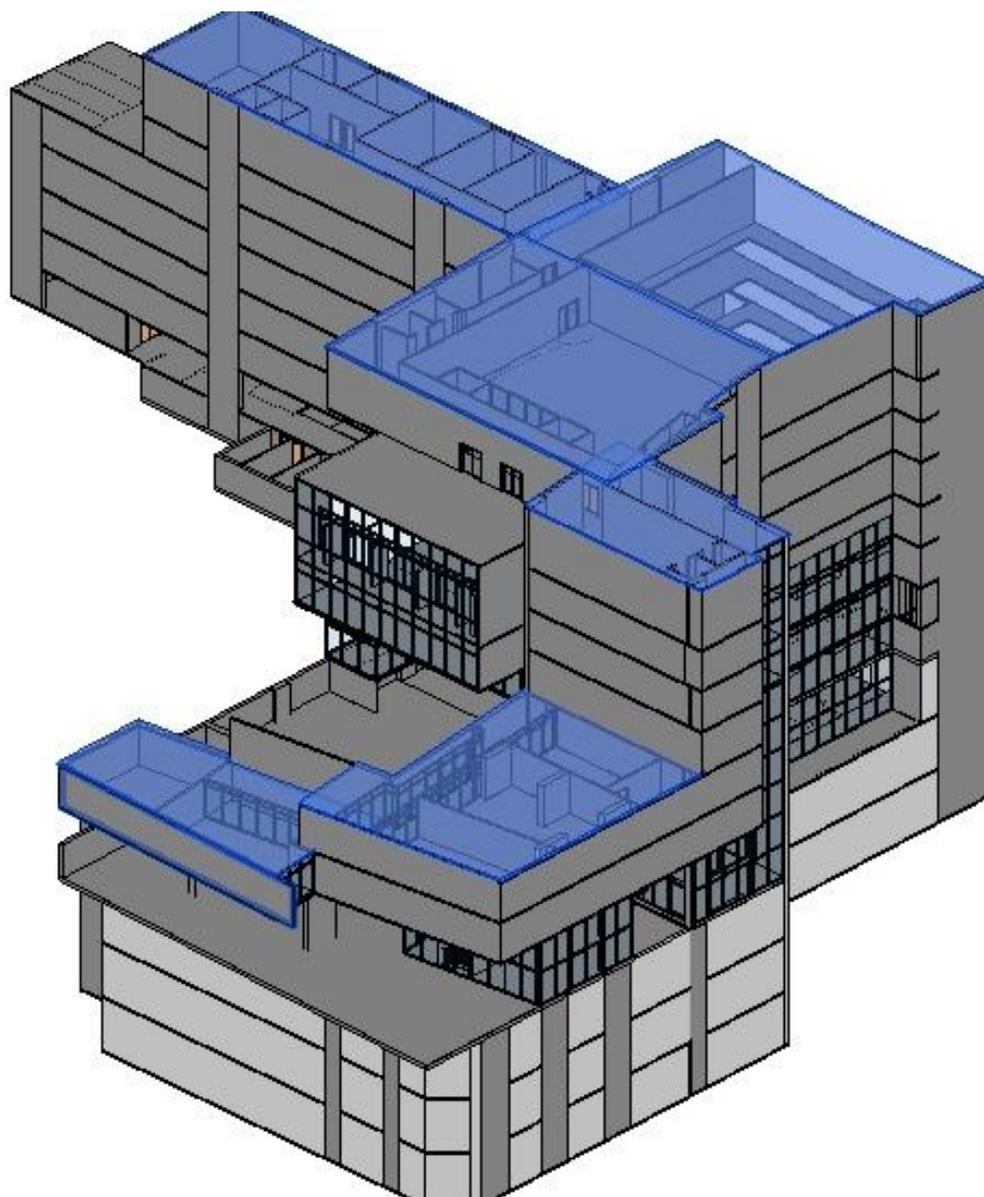
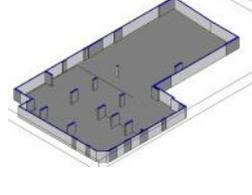
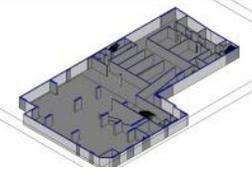
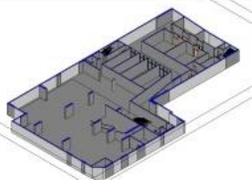
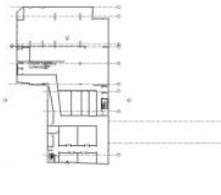
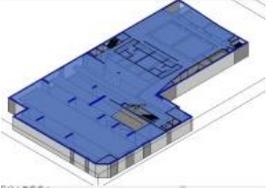
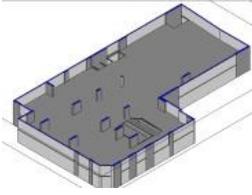
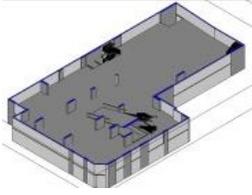
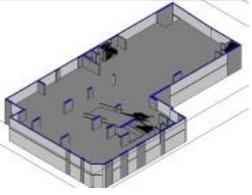
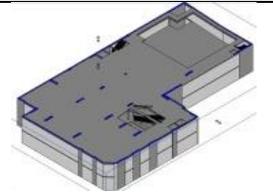
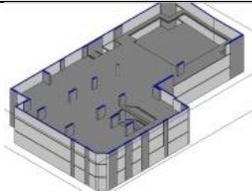
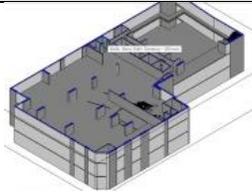
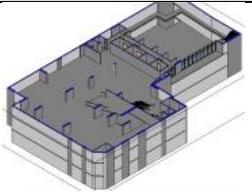
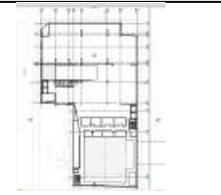
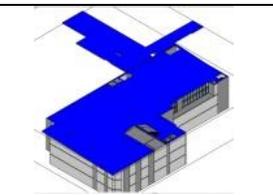
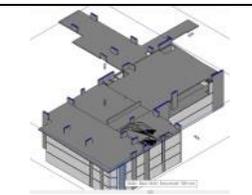
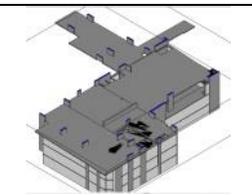
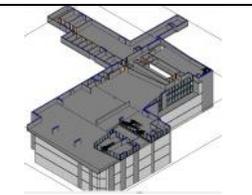
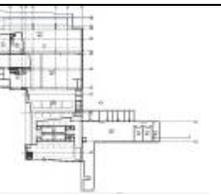
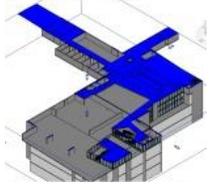
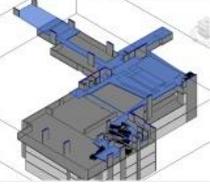
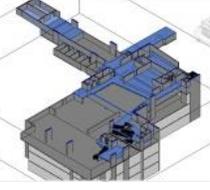
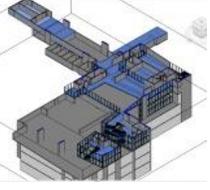
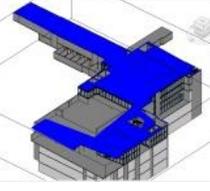
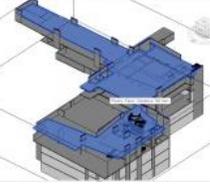
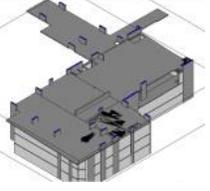
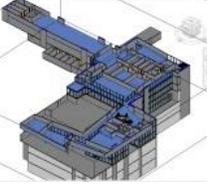
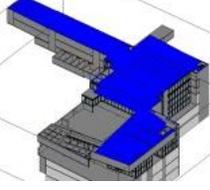
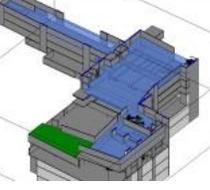
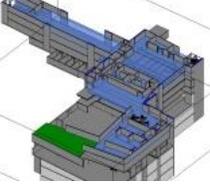
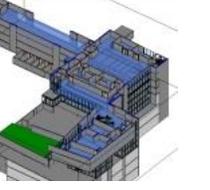
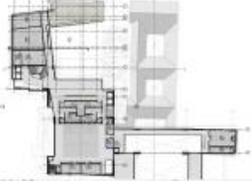
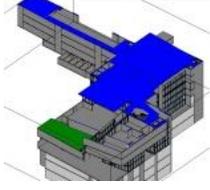
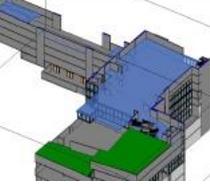
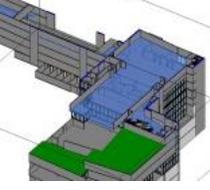
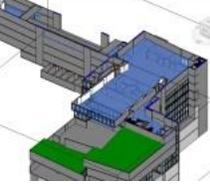
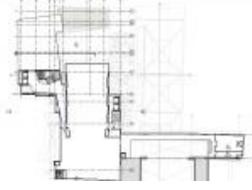
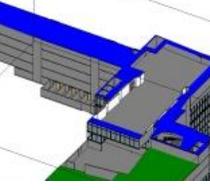
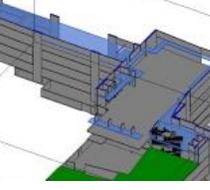
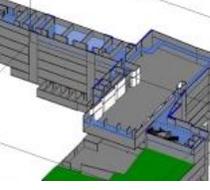
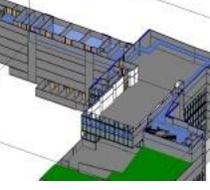


Figura 73. Modelado general del edificio

A continuación se muestra en la siguiente tabla la línea de tiempo.

LINEA DE TIEMPO					
Proceso	Placa	Estructura	Muros	Puertas y Cristalería	Planta general
Nivel					
Sótano 3					
Sótano 2					
Sótano 1					
Primer piso					

Segundo piso					
Tercer piso					
Cuarto piso					
Quinto piso					
Sexto piso					

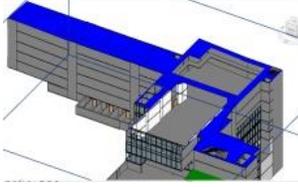
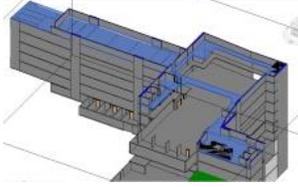
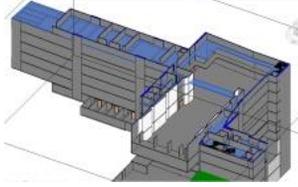
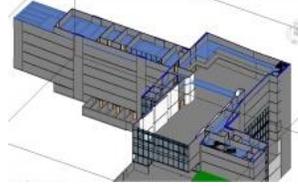
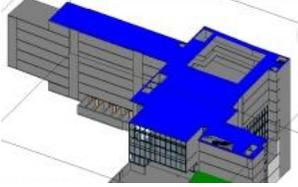
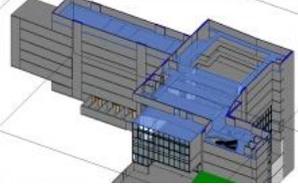
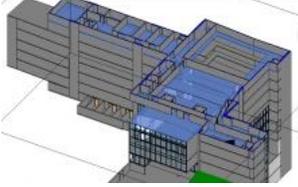
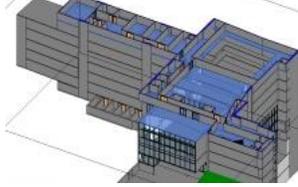
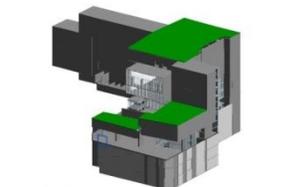
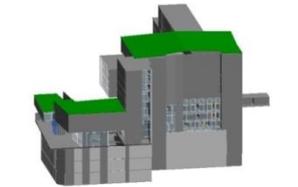
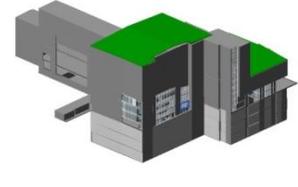
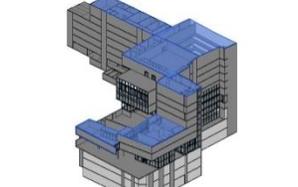
Séptimo piso					
Octavo piso					
Modelo completo					

Tabla 1: Línea de tiempo proceso de modelado

Luego de haber desarrollado el modelado arquitectónico y estructural, iniciamos el proceso de modelado de redes se debe seguir un proceso similar al que se describió anteriormente, donde se cargan las familias y se organizan las plantillas que faciliten el desarrollo del trabajo.

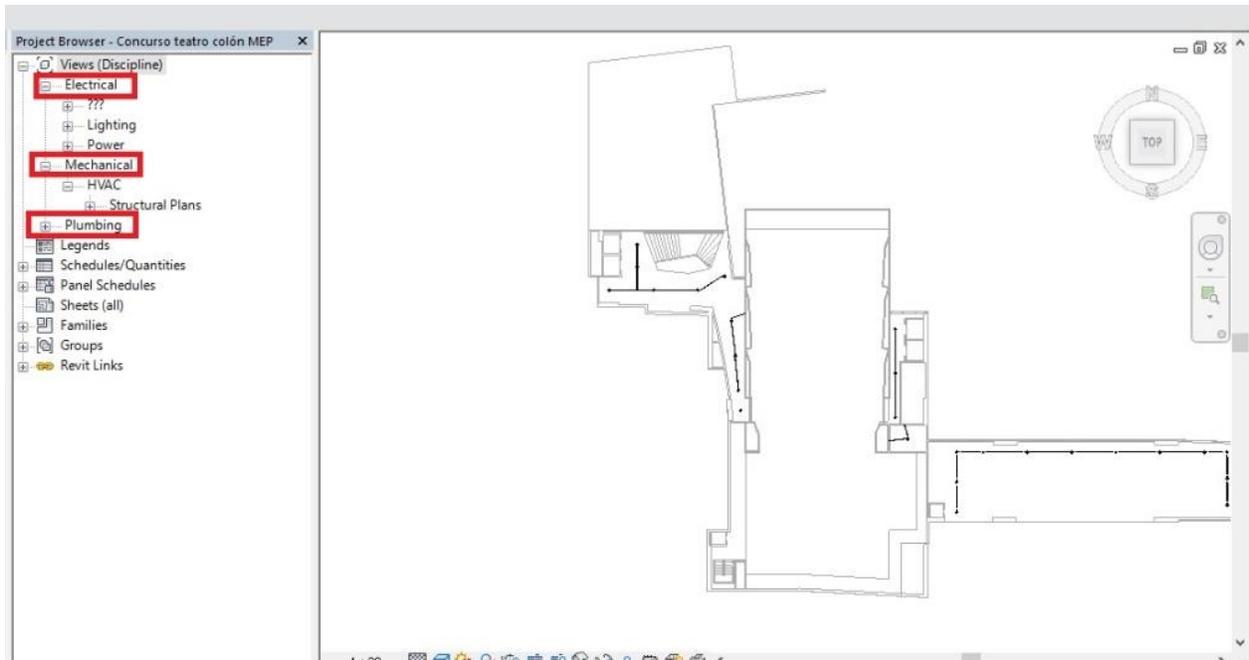


Figura 74. Visualización de plantillas por disciplina

La plantilla nos permite crear vistas para cada disciplina, es decir plantas, secciones y alzados donde se resaltan los objetos correspondientes a cada área que interviene en un proyecto de ingeniería.

Iniciamos el proceso con las redes hidrosanitarias, incluyendo todas las familias con los diferentes aparatos, tuberías y accesorios que se usarán en el proyecto, los aparatos consta de inodoros, sifones, lavamanos, duchas, etc. En cuanto a tuberías se definen las dimensiones, el material, y algunas características del fluido que permitirán posteriores cálculos de flujo y volumen.

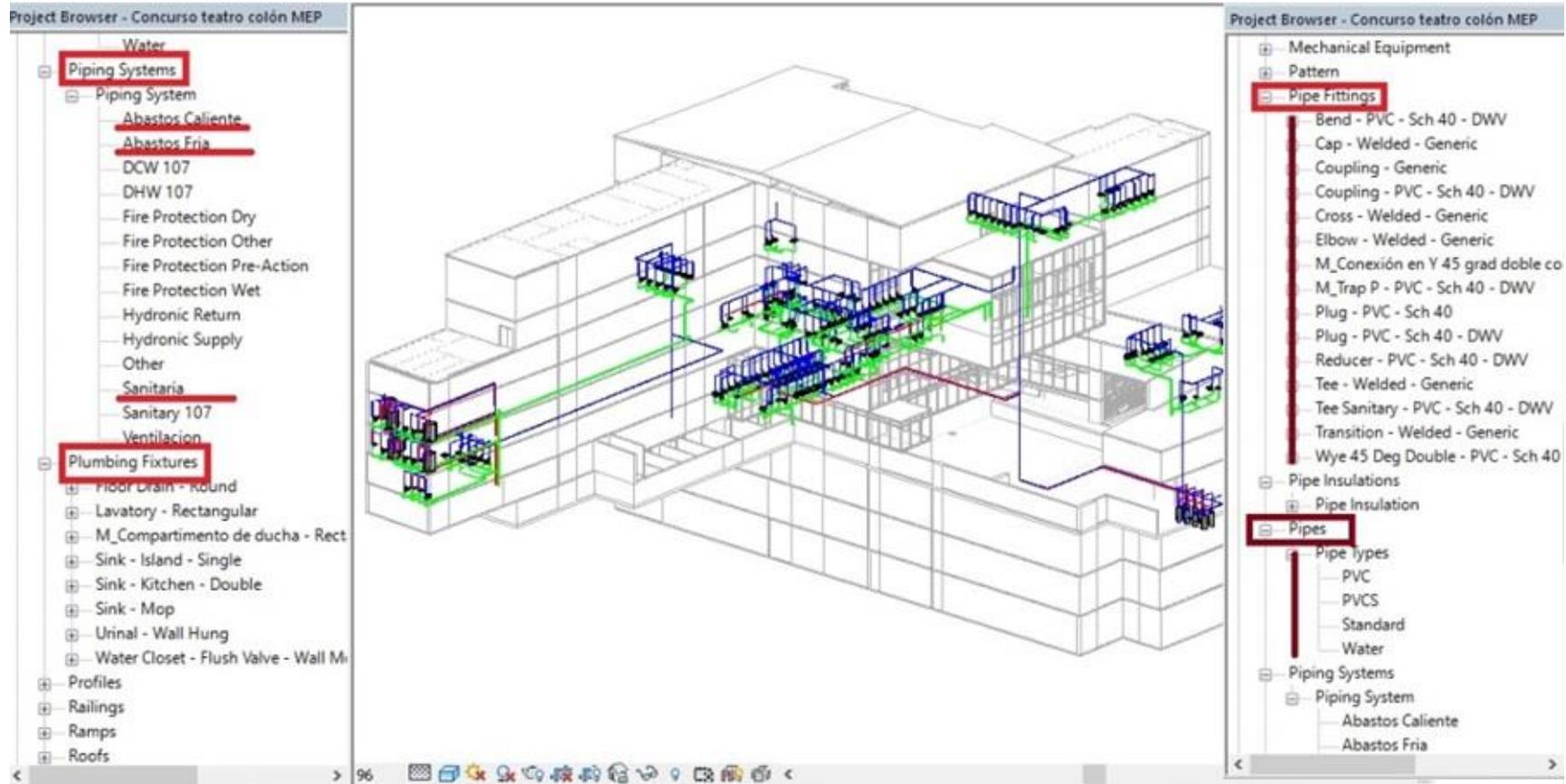


Figura 75: Sistemas, tuberías y aparatos hidráulicos correspondientes



Figura 76: Visualización de los sistemas, tuberías y aparatos hidráulicos correspondientes

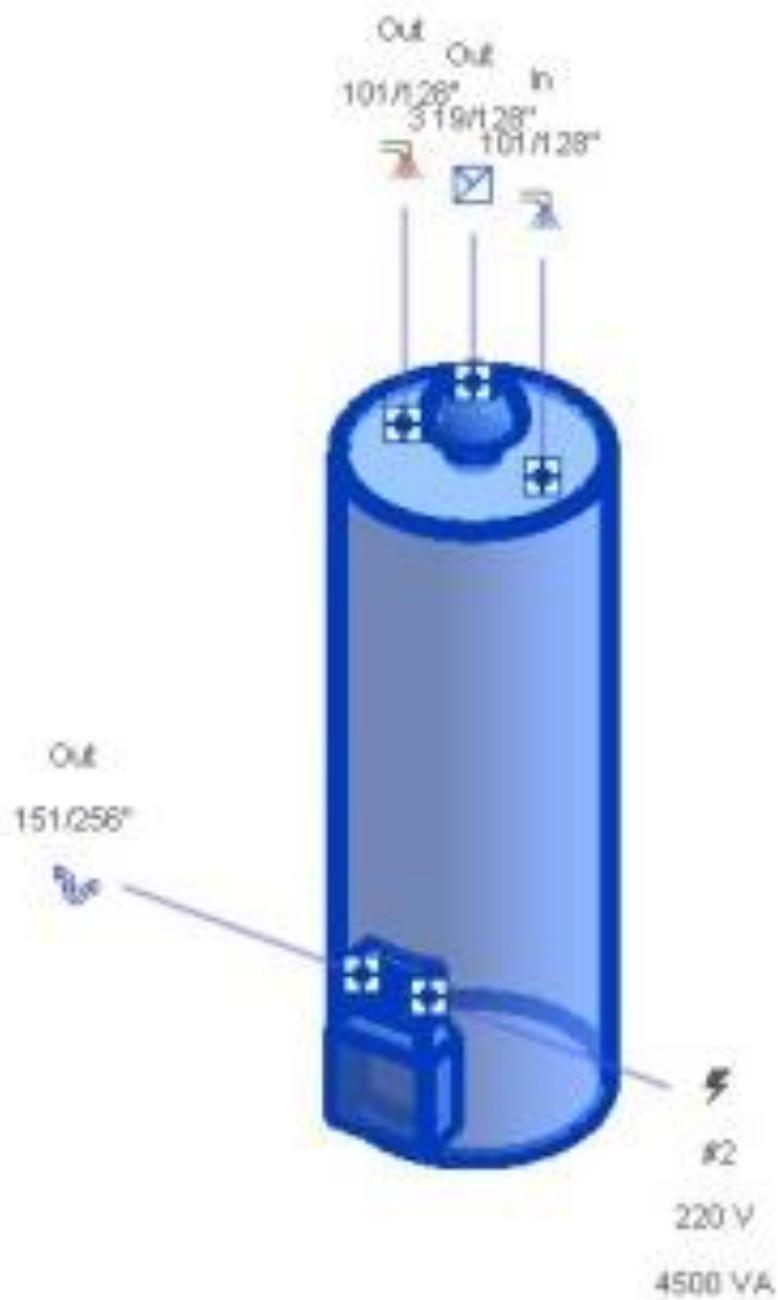


Figura 78: Familia de aparatos hidrosanitarios calentador de paso

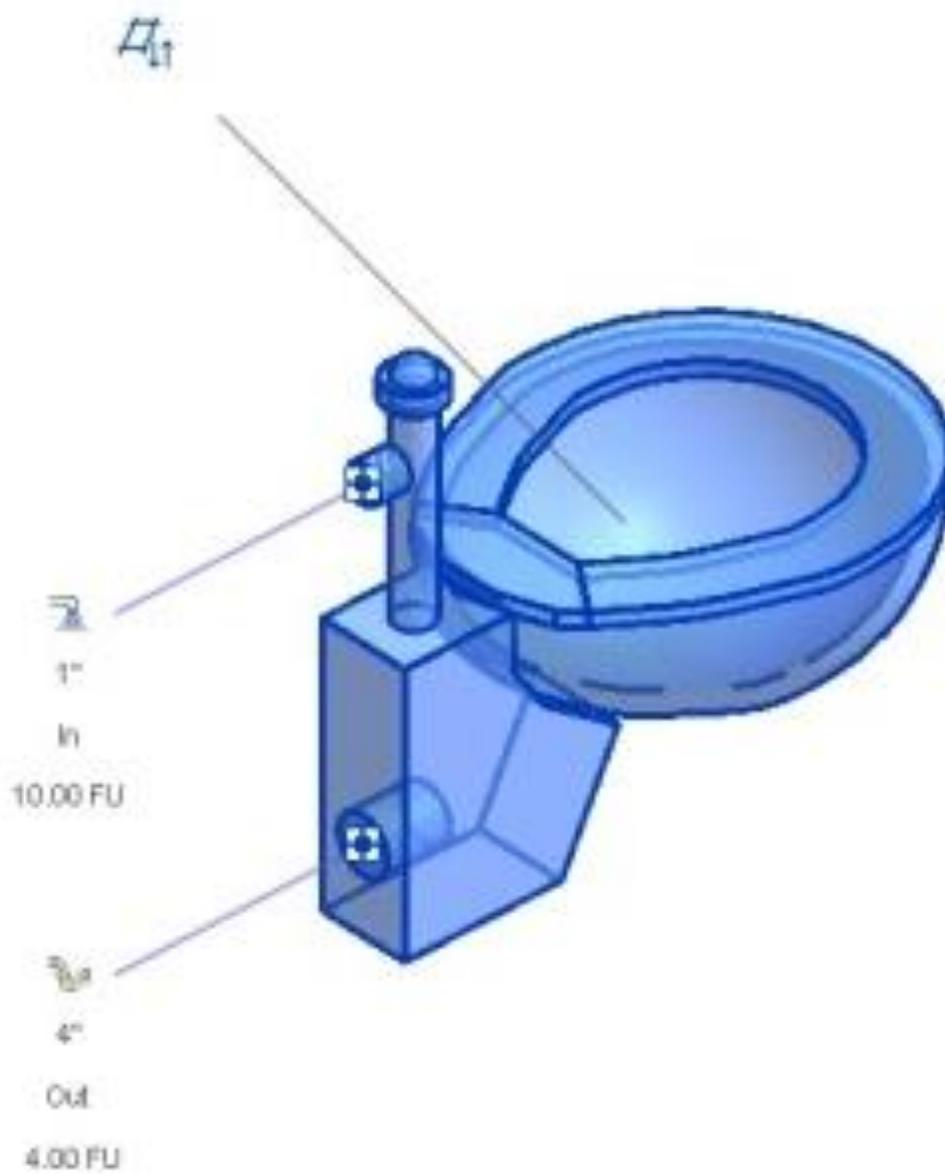


Figura 79: Familia de aparatos hidrosanitarios sanitario

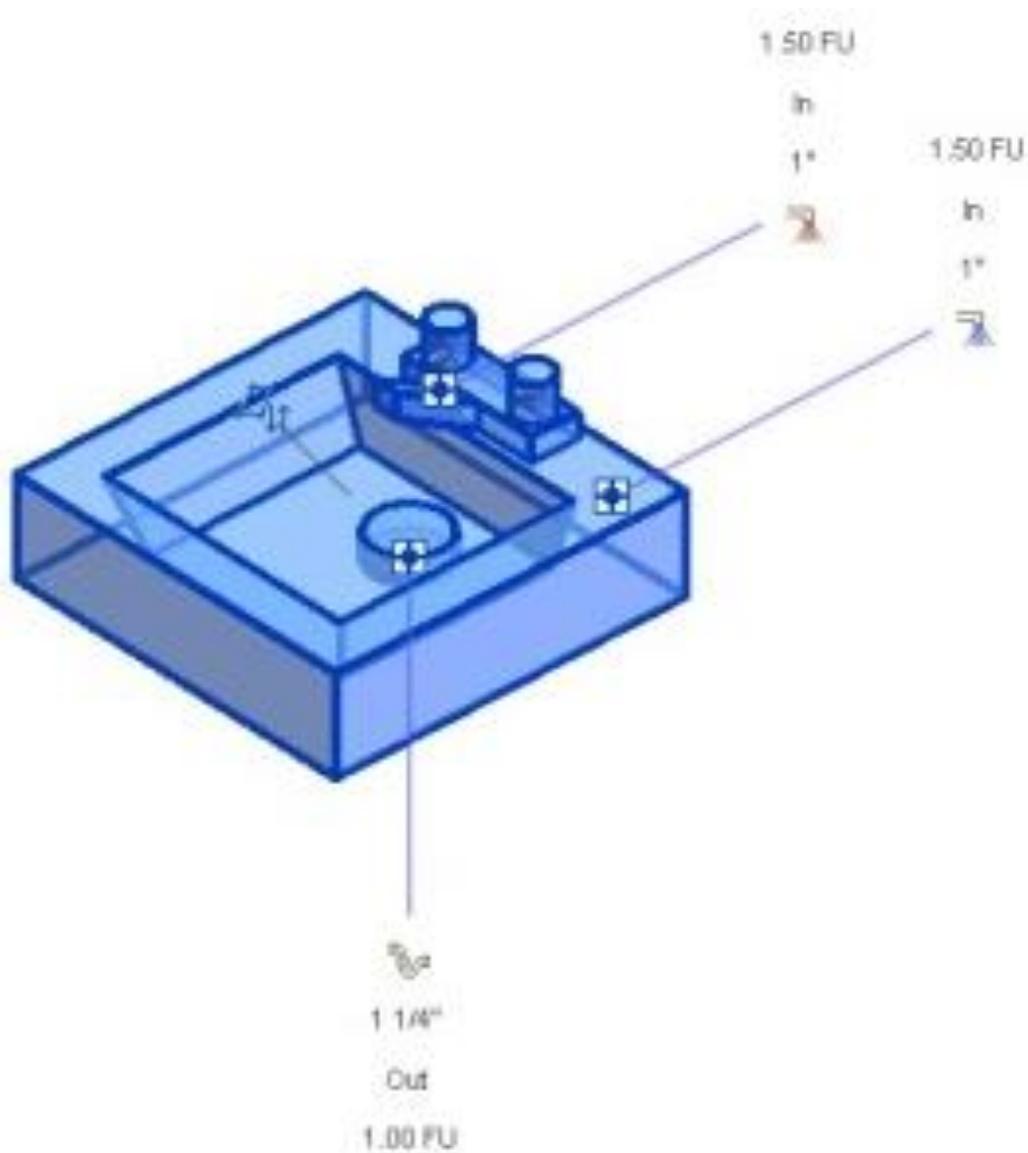


Figura 80: Familia de aparatos hidrosanitarios lavamanos

El siguiente paso es configurar la red hidráulica que se va a modelar, es decir que accesorios usar, el programa tiene predeterminado diferentes circunstancias como, giros a noventa grados, intersecciones, transiciones y juntas, por lo cual no es necesario estar insertando accesorios todo el tiempo.

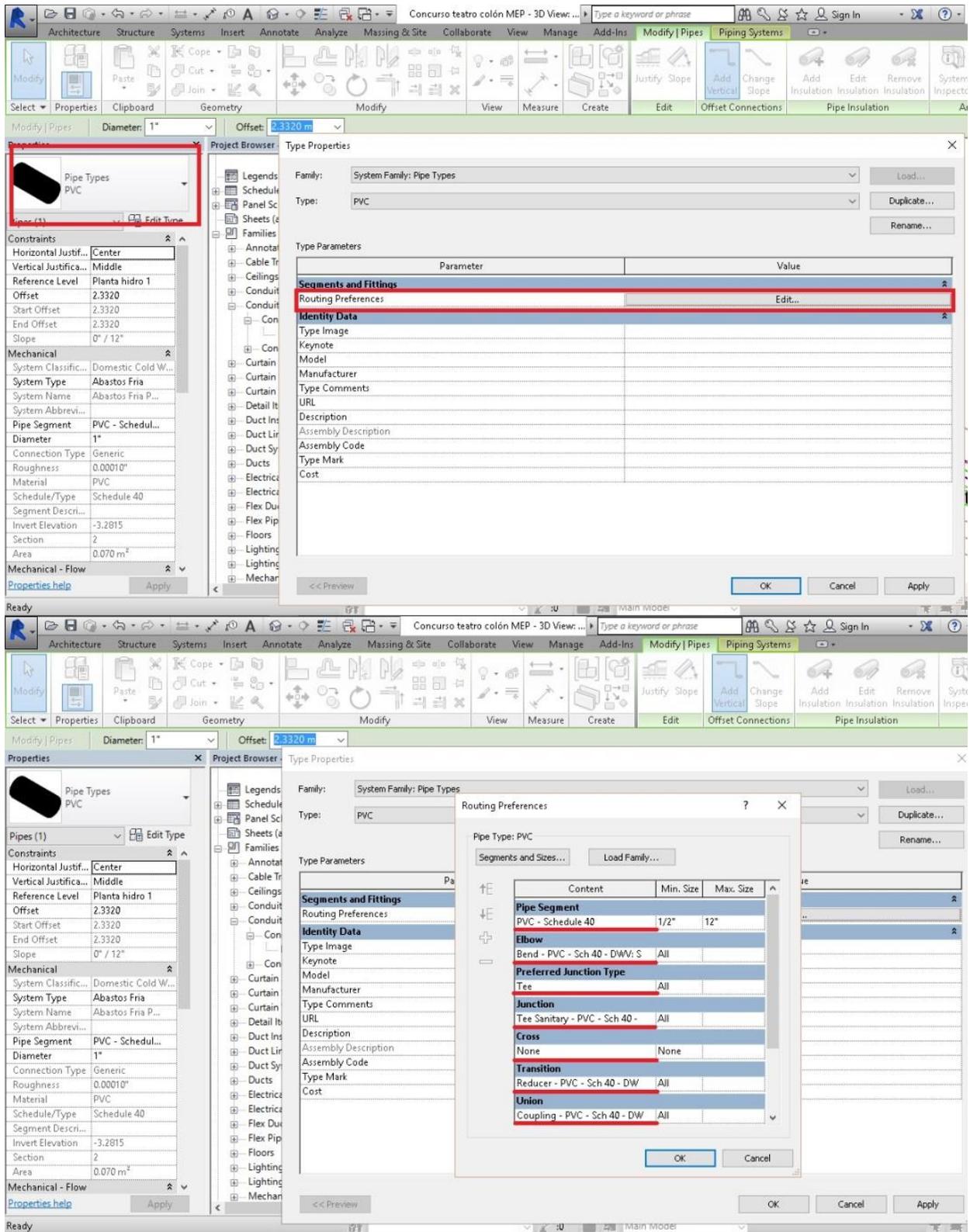


Figura 81. Configuración del modelado de redes de PVC

Continuamos con los aparatos sanitarios según los diseños, los aparatos están agrupados y vinculados a los muros y a una altura específica, lo cual es necesario para facilitar la cuantificación de elementos, el sistema queda conectado con los aparatos y todos los accesorios necesarios.

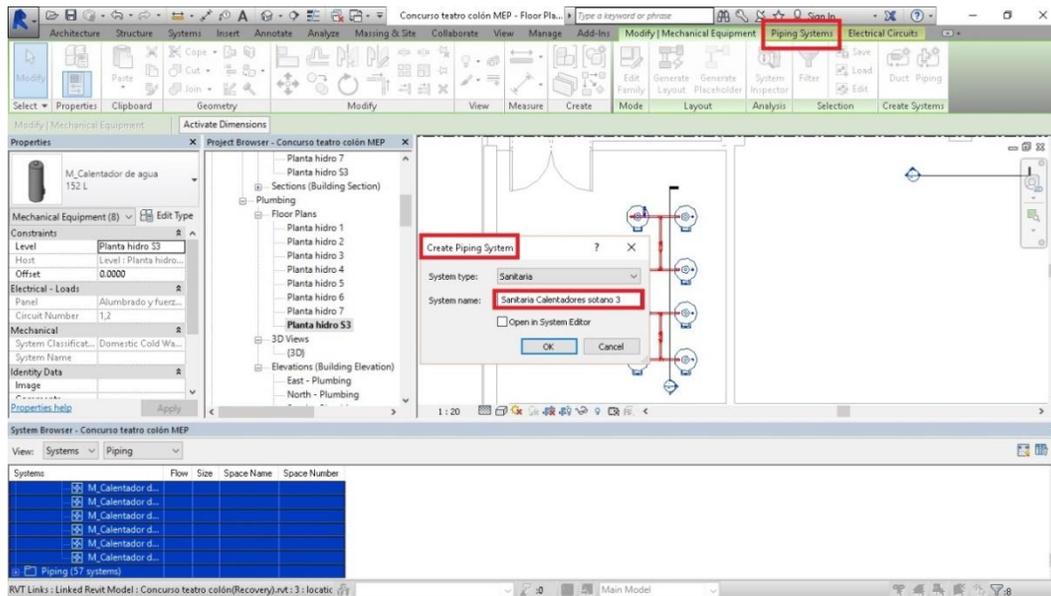


Figura 82. Proceso de creación de redes automáticas 1

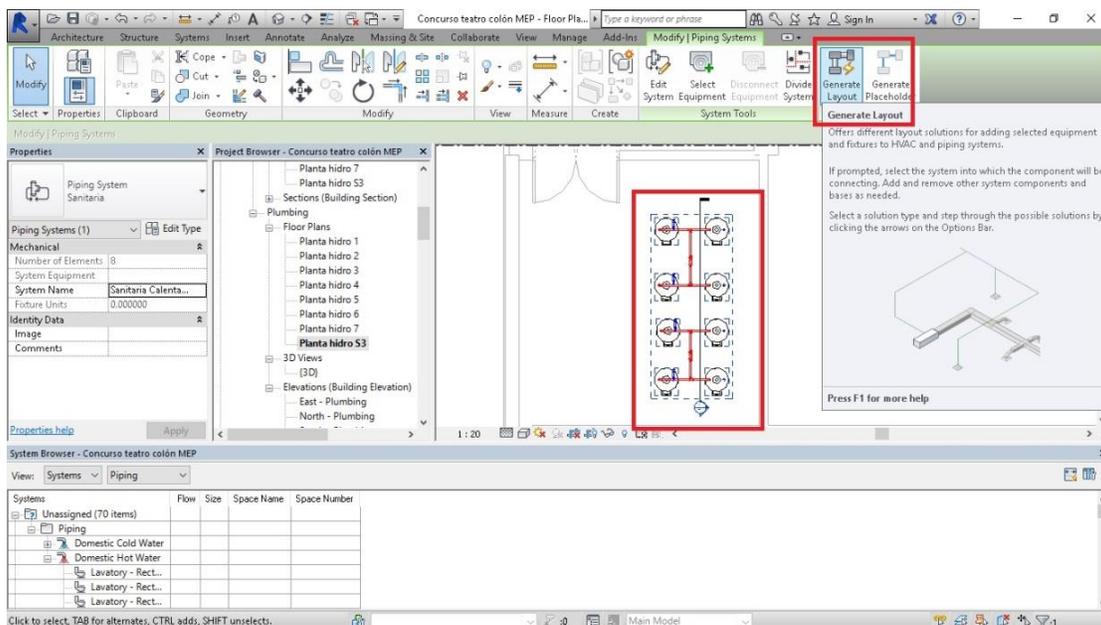


Figura 83. Proceso de creación de redes automáticas 2

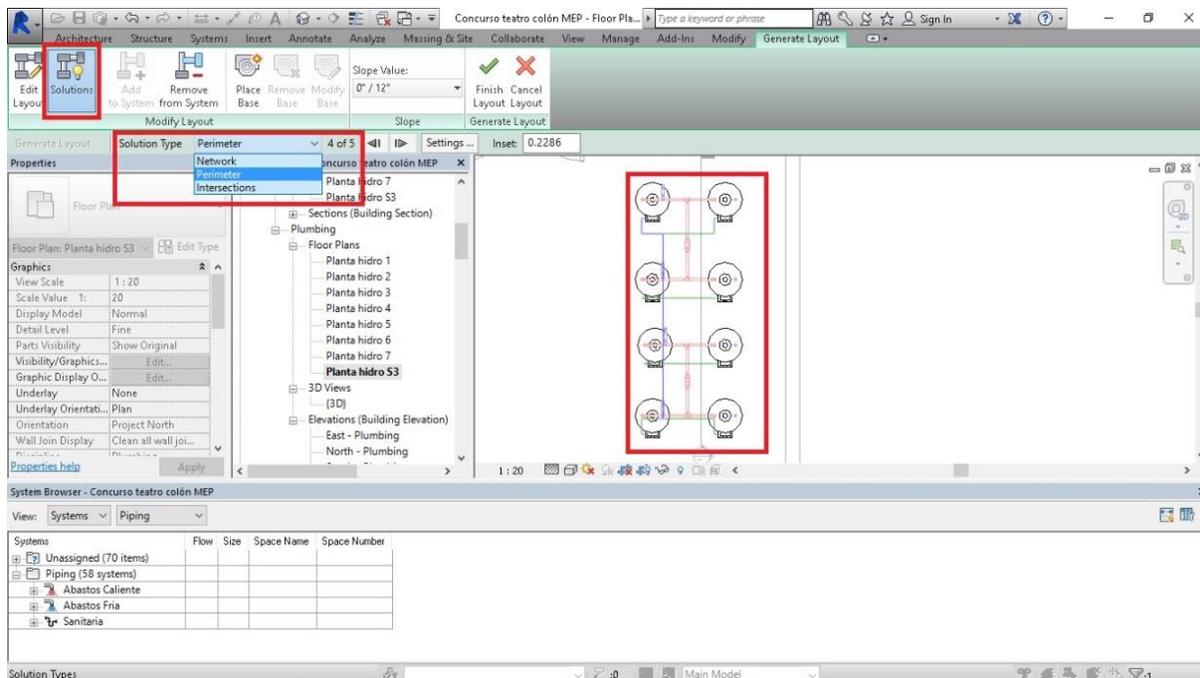


Figura 84. Proceso de creación de redes automáticas 3

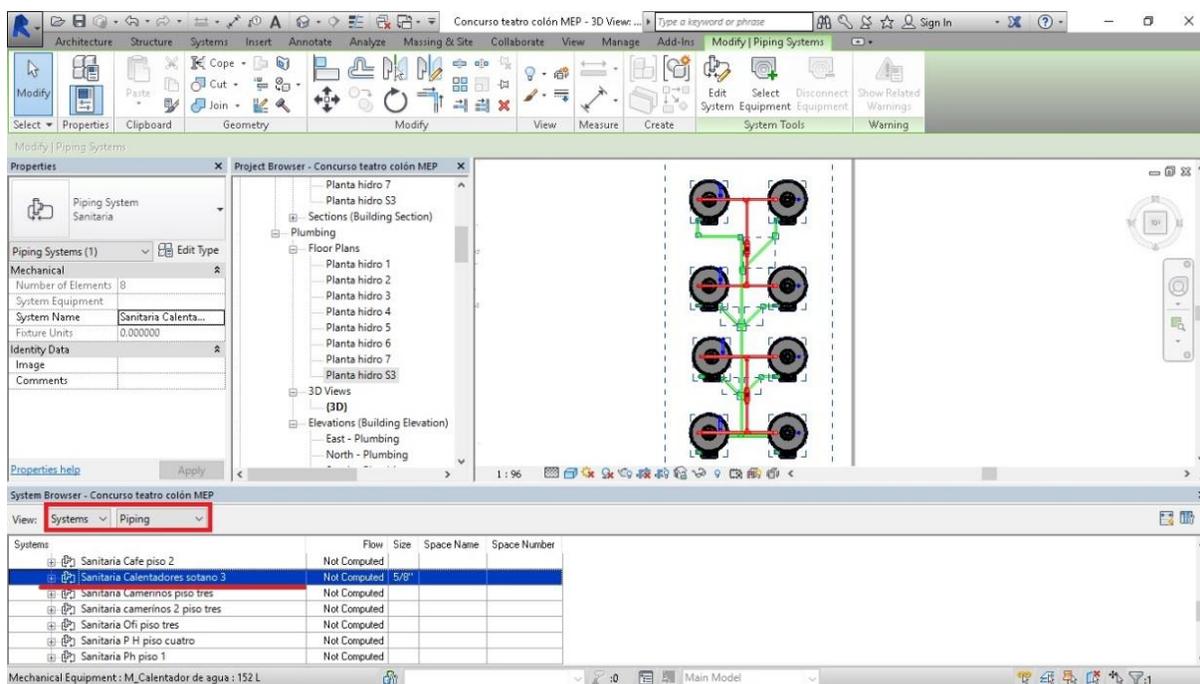


Figura 85. Proceso de creación de redes automáticas 4

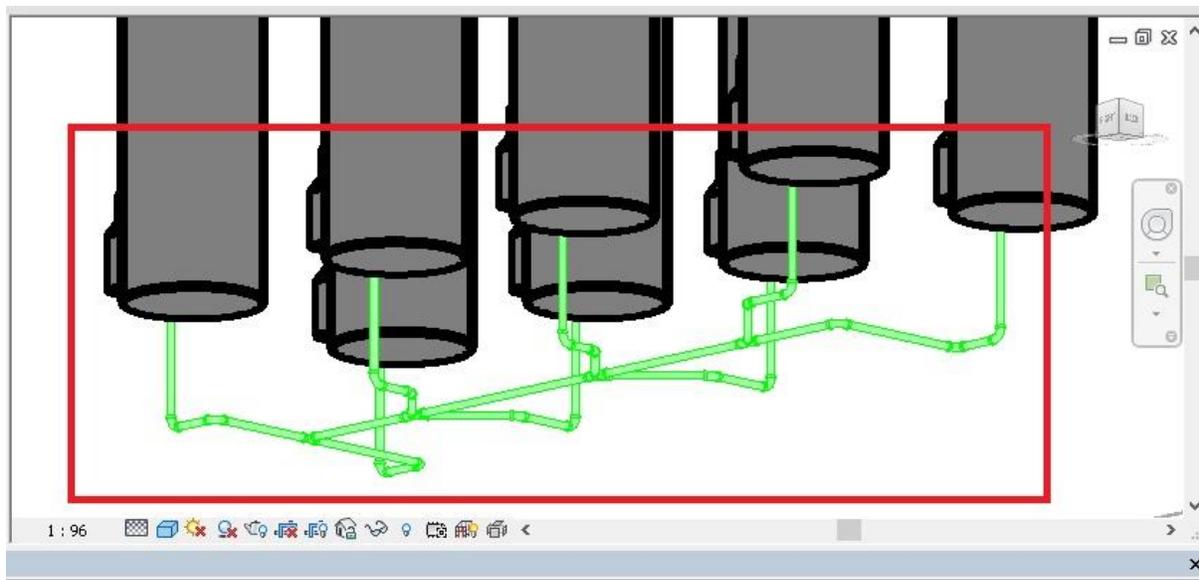


Figura 86. Proceso de creación de redes automáticas 5

Se realiza el modelado de las redes piso a piso, teniendo como base el modelo estructural, las plantas, alzados y secciones necesarias para la comprensión del sistema hidrosanitario, se modelan tres clases de redes, las sanitarias, representadas en color verde, las de suministro de agua fría, representadas con el color azul, y las de suministro de agua caliente, representadas con el color rojo.

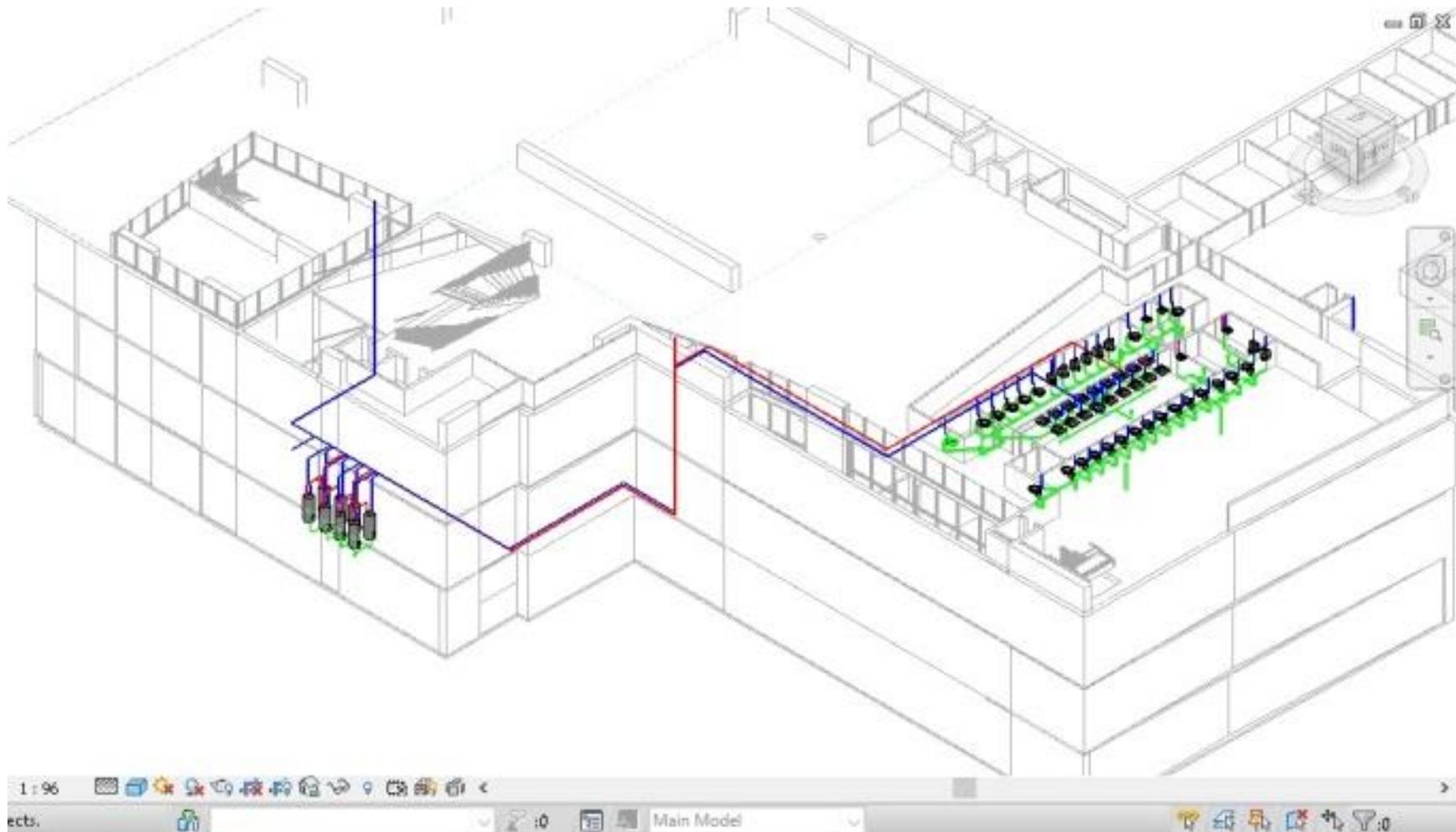


Figura 87. Proceso de modelado piso a piso de redes 1



Figura 88. Proceso de modelado piso a piso de redes 2

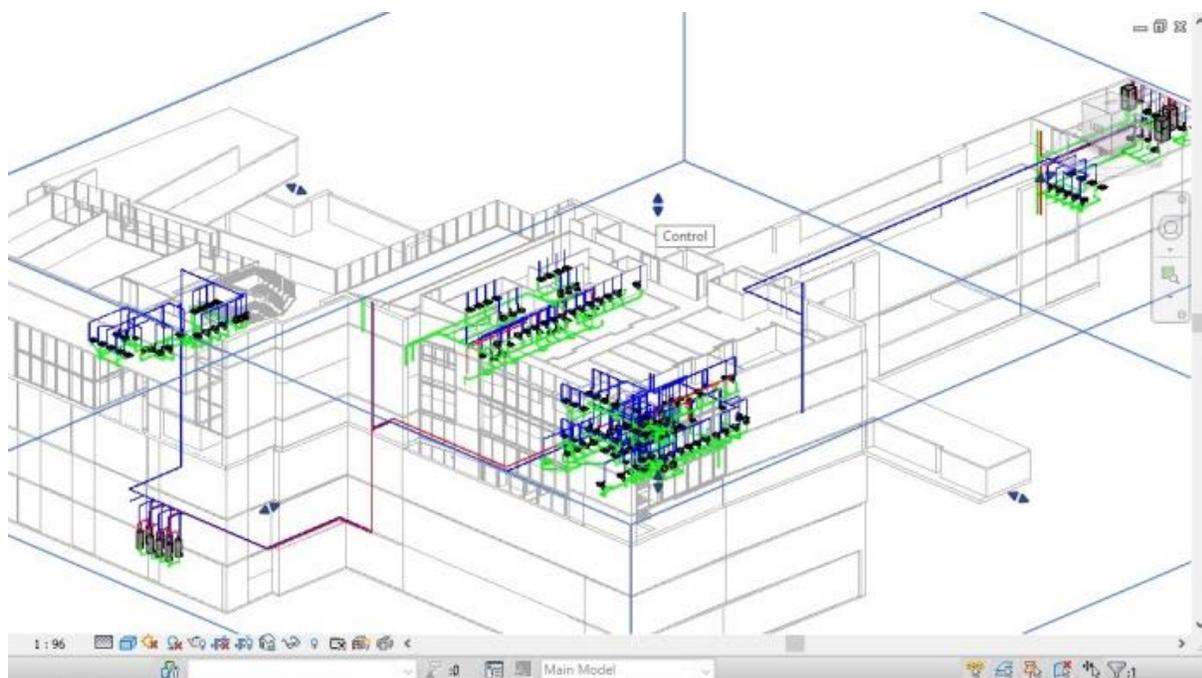


Figura 89. Proceso de modelado piso a piso de redes 3

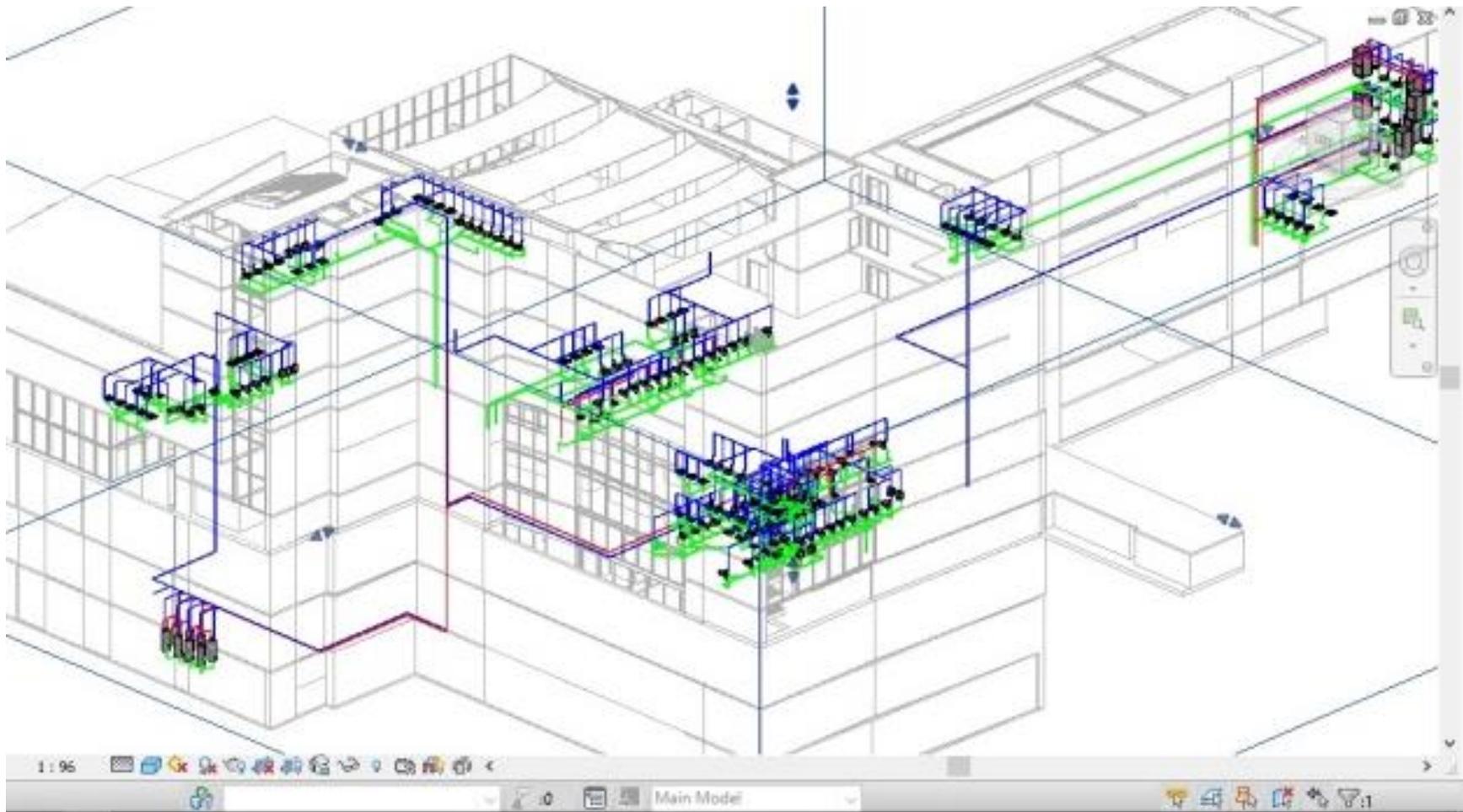


Figura 90. Proceso de modelado piso a piso de redes 4

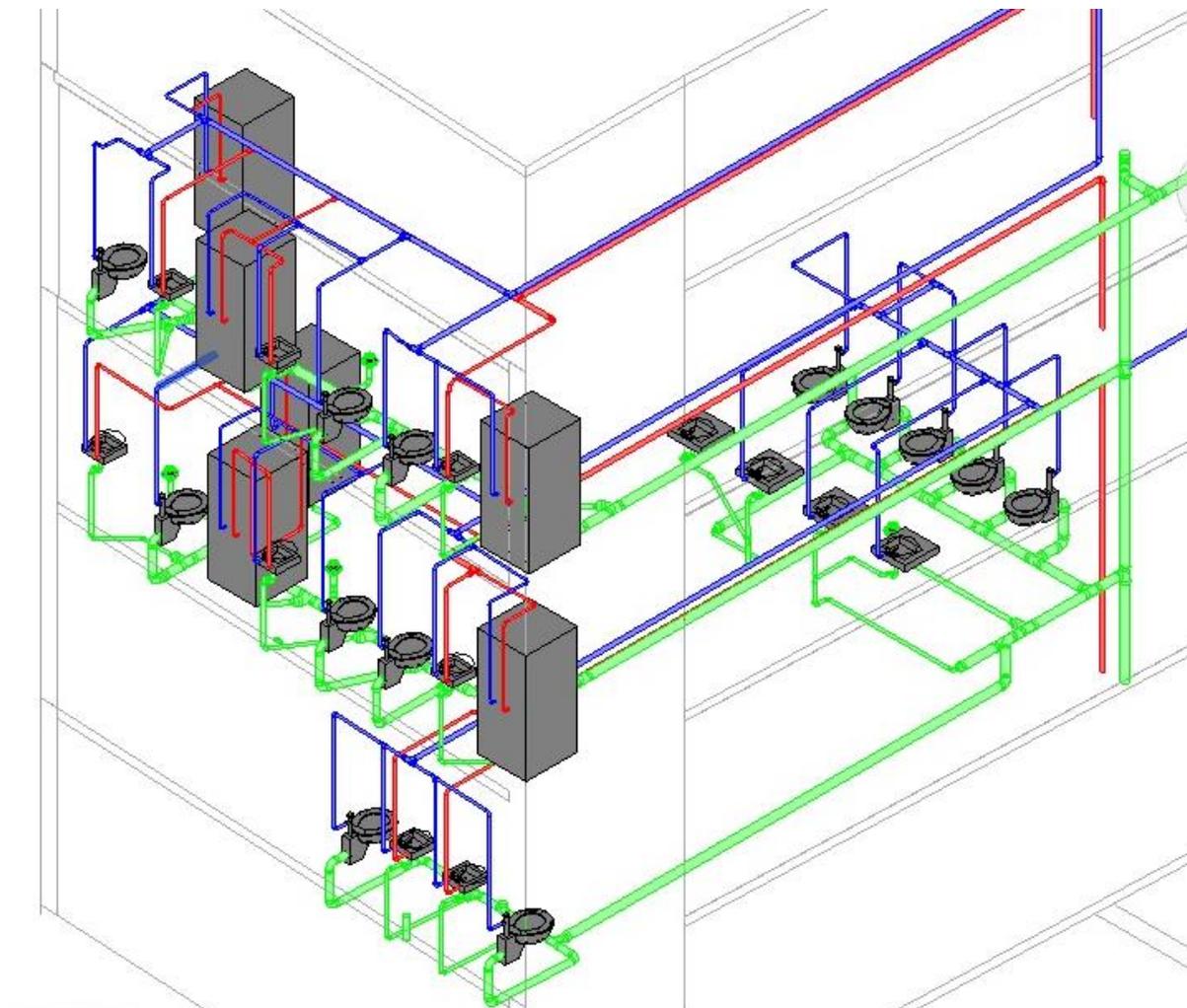


Figura 91. Proceso de modelado piso a piso de redes 5

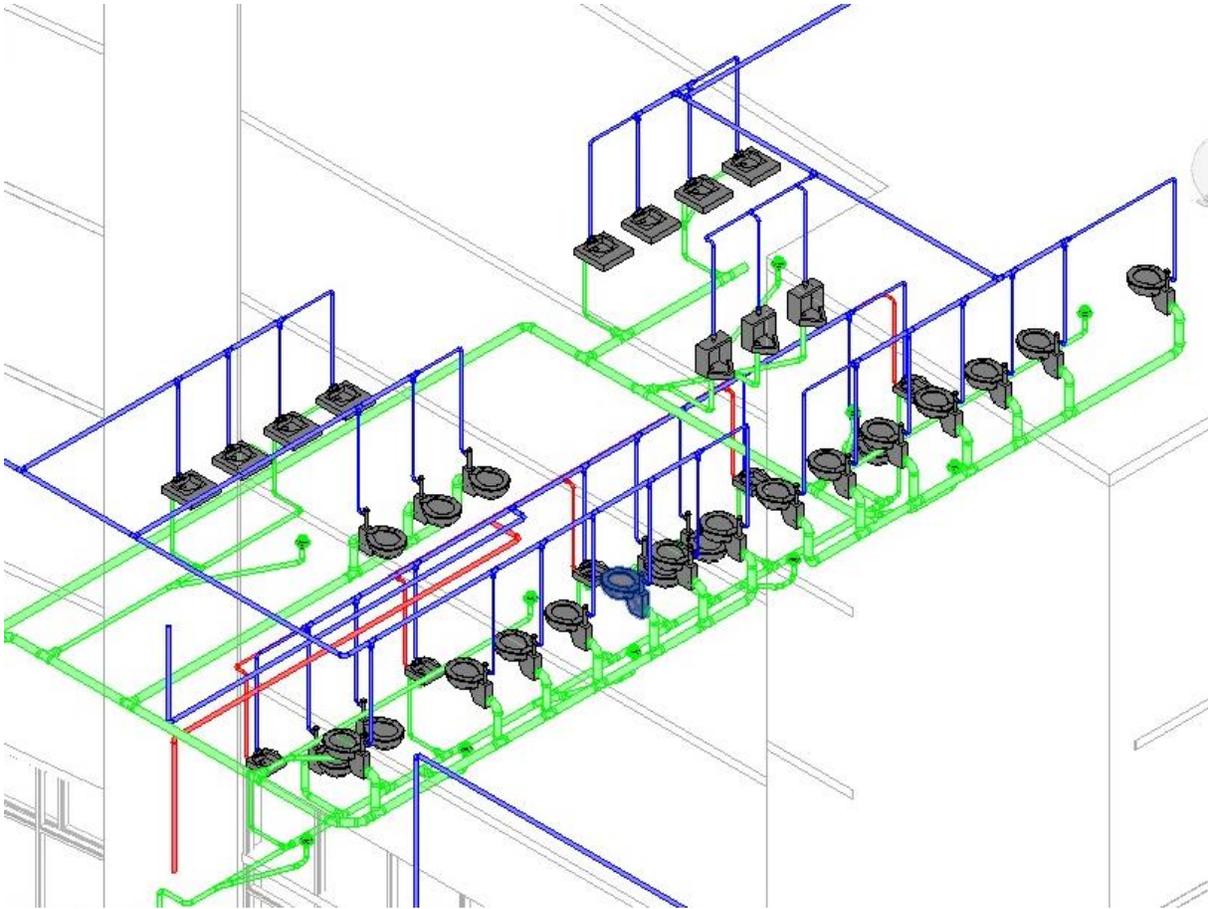


Figura 92. Proceso de modelado de las redes piso a piso

Al dibujar los planos se hace necesario ubicar un ducto para dar cabida a las redes sanitarias y de suministro en los baños del primer piso, entonces al momento de generar esta necesidad se realiza la modificación que ya queda asignada no solo en los planos hidrosanitarios sino también en los arquitectónicos, permitiendo realizar correcciones en tiempo real, y tomar desiciones sobre conflictos que se dan entre redes o entre la red y la estructura.

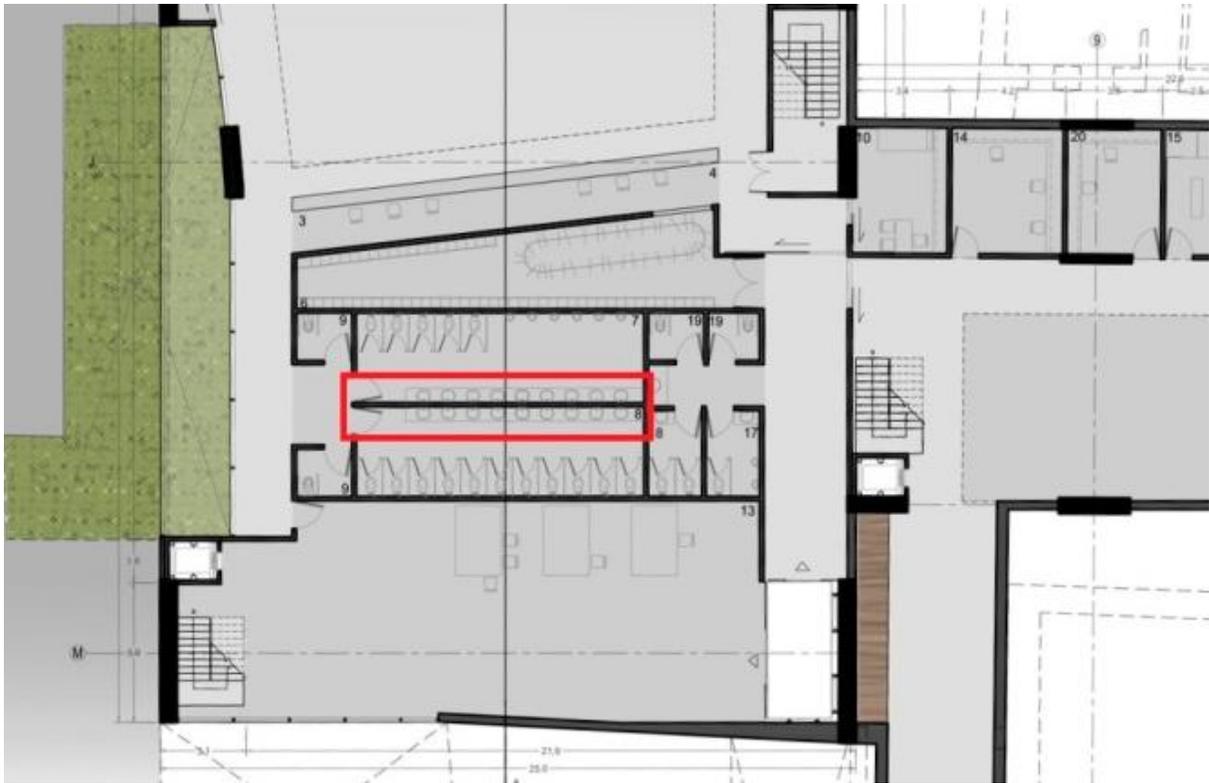


Figura 93. Modificación en tiempo real planta existente

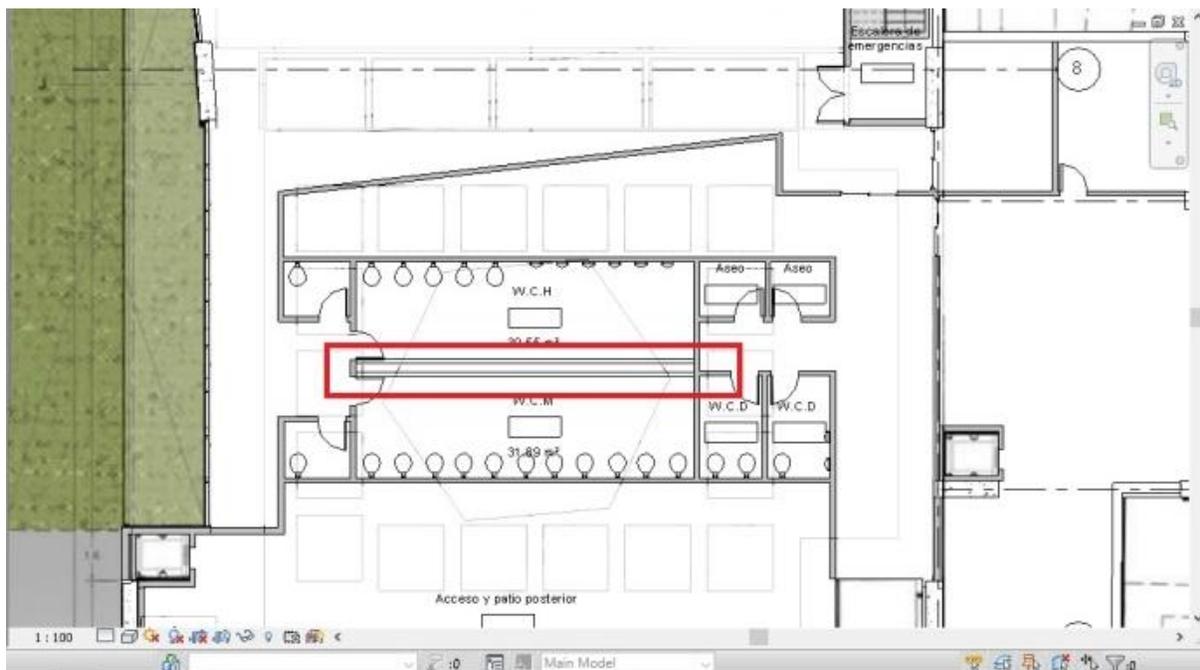


Figura 94. Modificación en tiempo real planta corregida

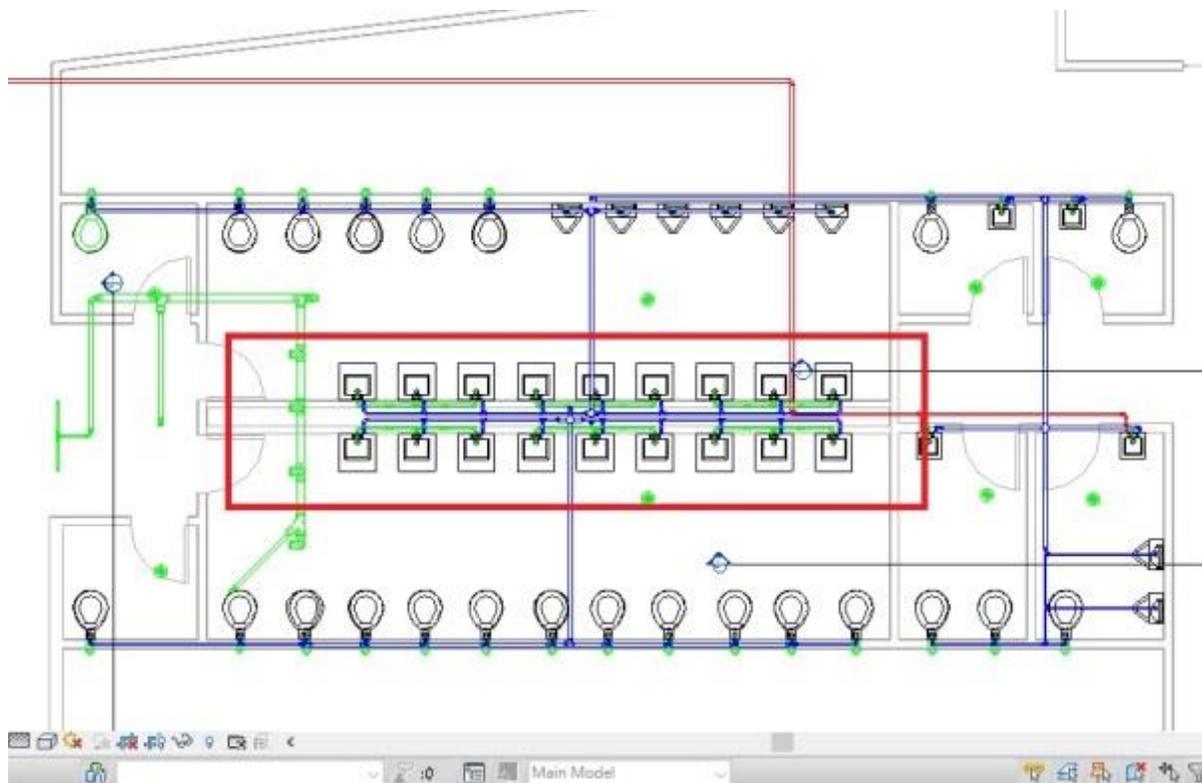


Figura 95: Modificación en tiempo real planta corregida con redes

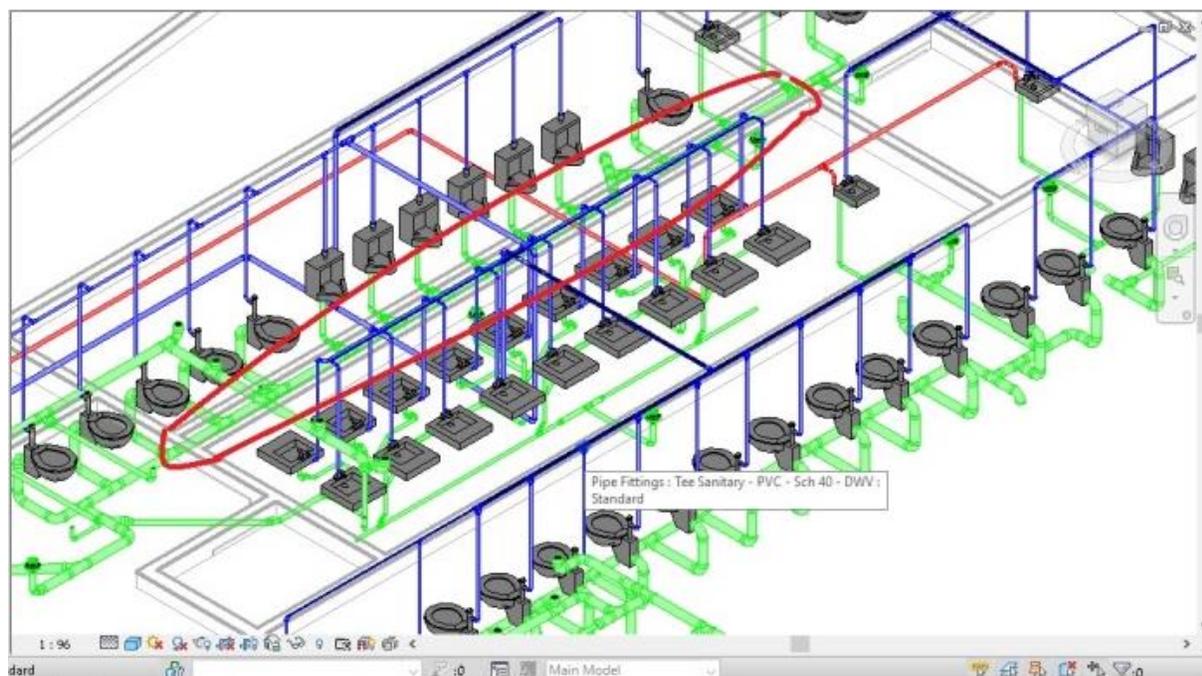


Figura 96: Modificación en tiempo real axonometría corregida

Se puede filtrar la información para mostrar las longitudes de tubería menores a 15 centímetros, resaltarlas para la facilidad del proveedor, clasificar por sistema, tamaño, ubicación, etc. todos los accesorios que se encuentran en el modelado, para facilitar la cuantía de material en cada etapa de la construcción.

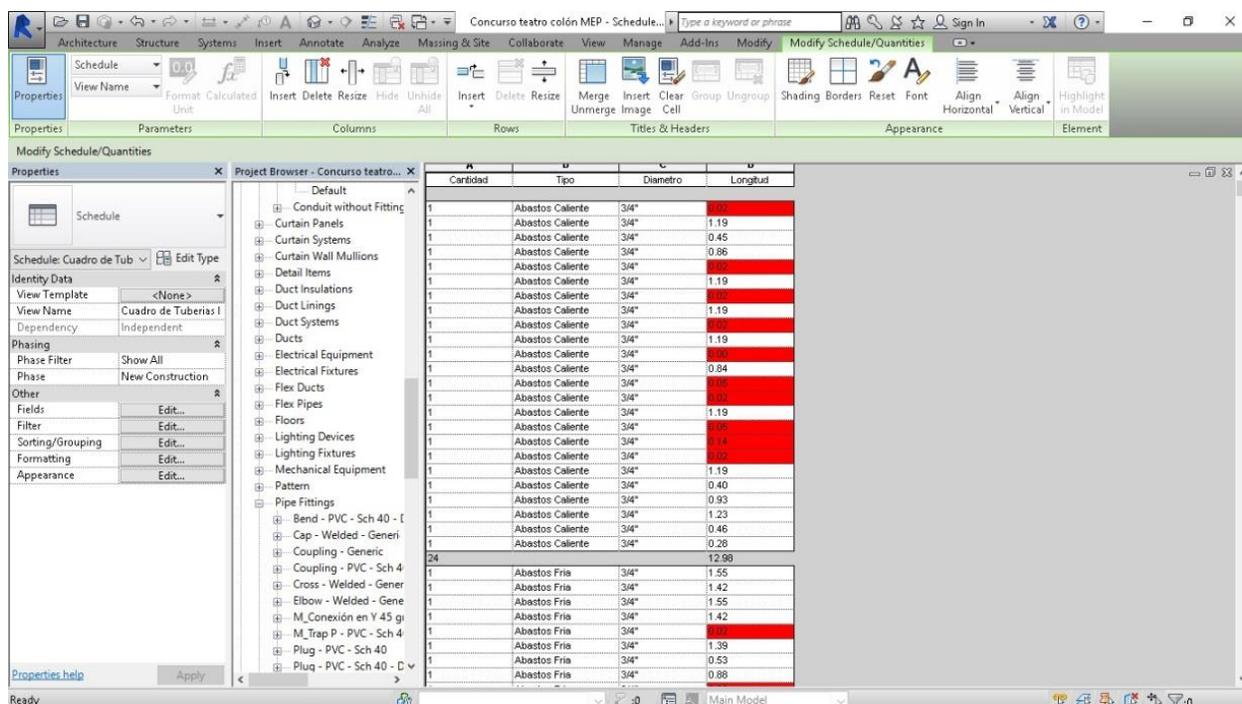


Figura 97. creación en tiempo real de cuadros de información y conteo de elementos.

Procedemos a modelar las redes electricas, que si igual que con las redes hidrosanitarias, el primer paso es la configuración del area de trabajo y la importación de las familias necesarias para el modelo de redes electricas, se ajusta la plantilla de trabajo. se crearon elementos de conexion especiales para facilitar el manejo de tubería.

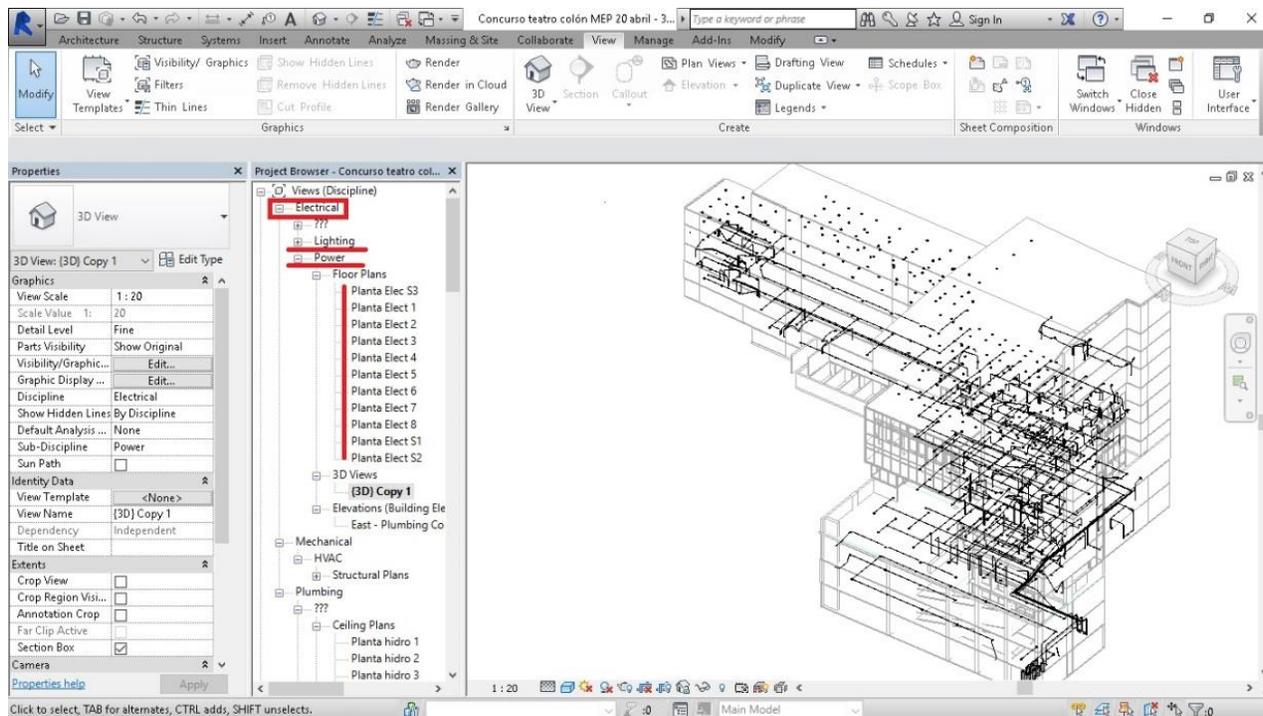


Figura 98. Creación de las vistas 2D correspondientes a las redes electricas

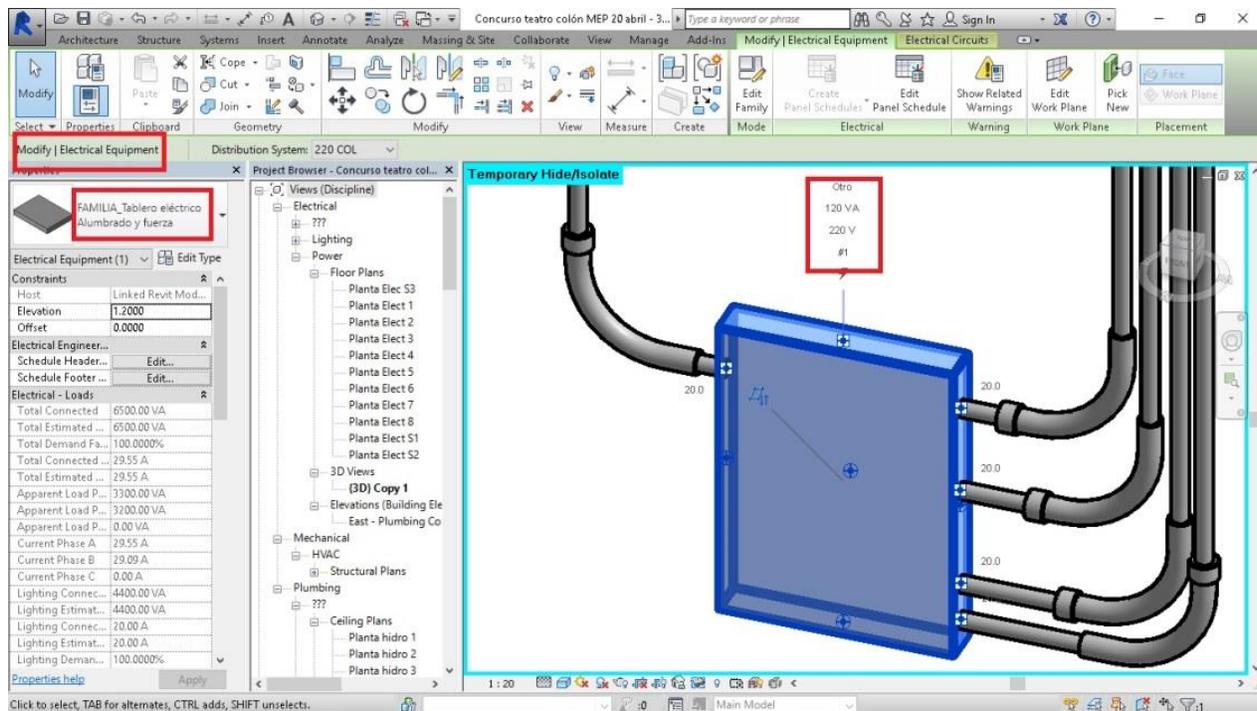


Figura 99. Familia de aparatos eléctricos caja de paso de redes

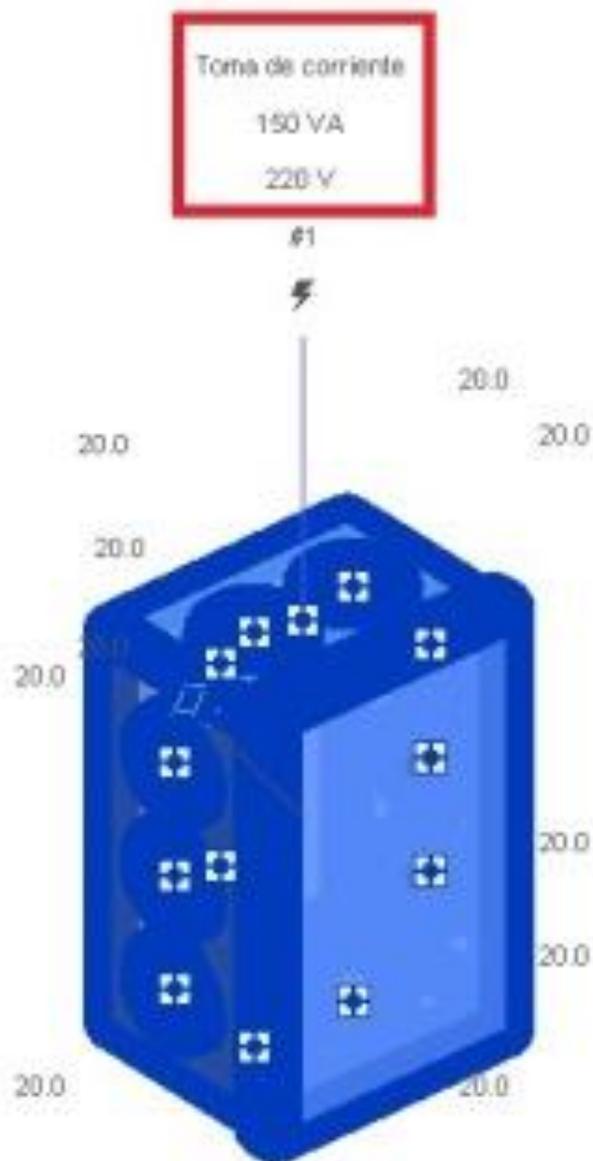


Figura 100. Familia de aparatos eléctricos toma corriente

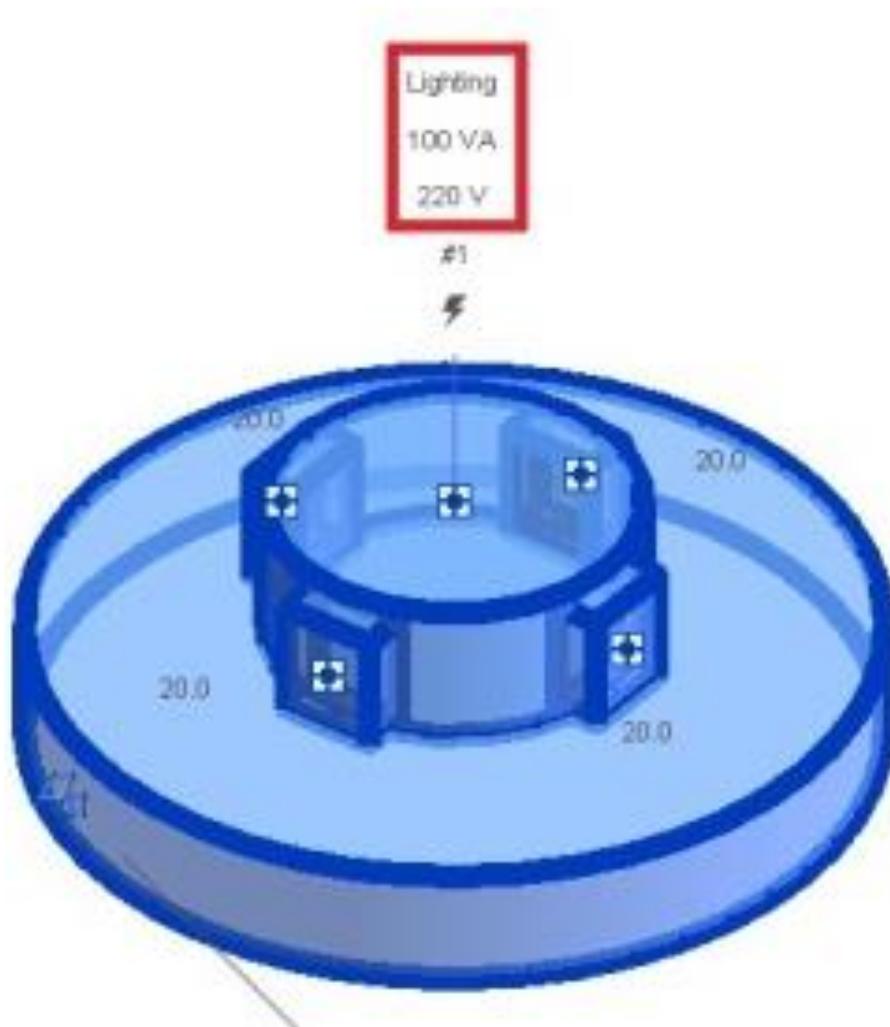


Figura 101. Familia de aparatos eléctricos luminaria con adaptadores conduit

Para el diseño y cálculo de los aparatos eléctricos, luego de insertarlos, se agrupan por circuitos y se les asigna una fuente, en este caso un tablero de distribución, las luces se agrupan en un sistema de “switch” para asignarle a un grupo de luminarias un interruptor, siendo estos, proceso analogo de como se hace normalmente en el trabajo de campo.

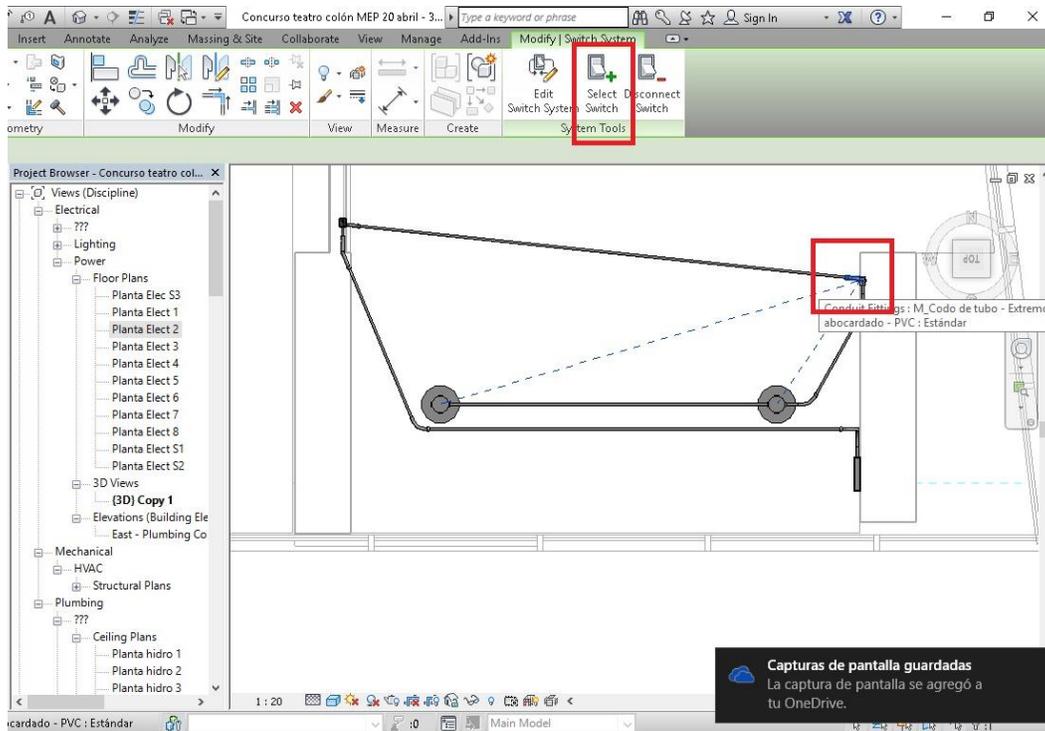


Figura 102: Proceso de creación de circuito de interruptores

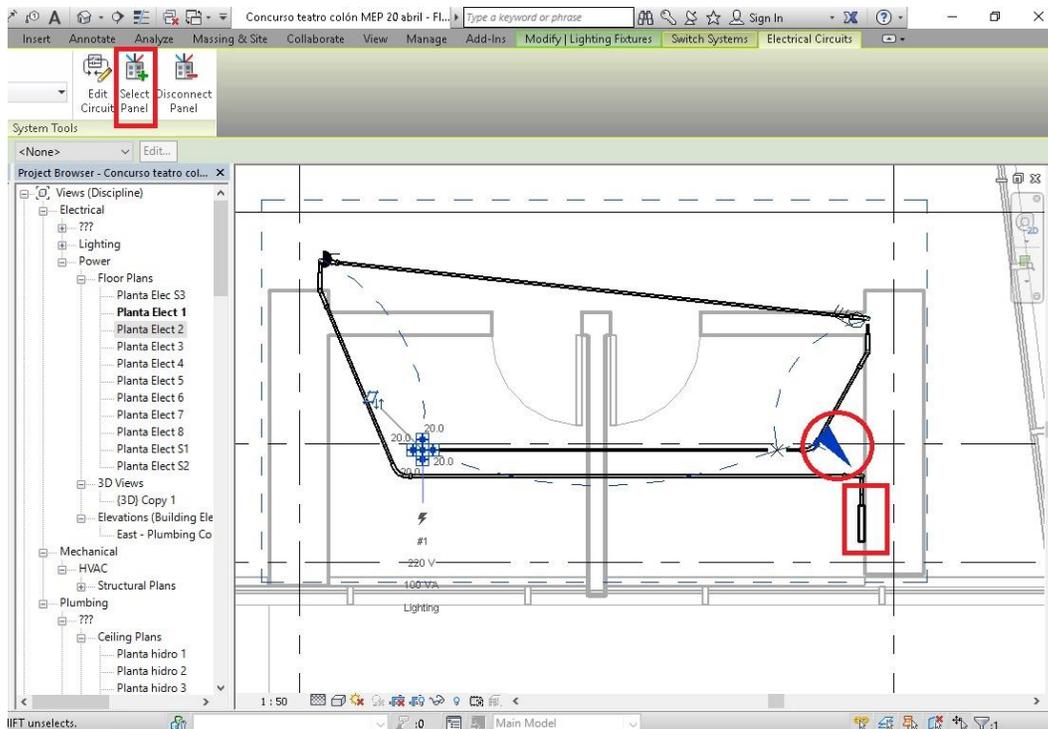


Figura 103: Proceso de creación de un circuito de corriente y fuerza

Luego de la creación de circuitos, se procede a modelar las redes electricas en todos los pisos del proyecto, para generar la red completa del edificio, el resultado, los circuitos estan ubicados y organizados de modo que se les pueda hacer seguimiento durante todo el proceso de, diseño, ejecución, puesta en marcha y mantenimiento del proyecto.

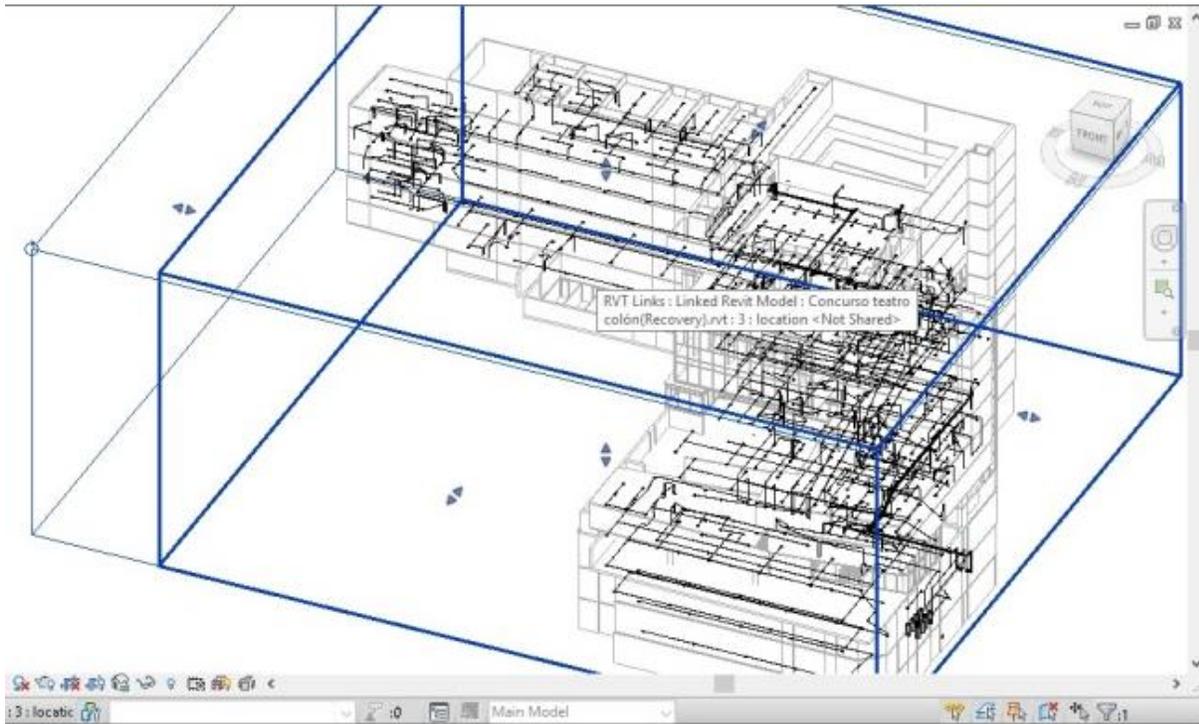


Figura 104. Proceso de modelado piso a piso de las redes electricas

Para culminar este proceso aprovechando la herramienta de la tecnologica BIM, que como premisa establece el poder reducir al maximo el margen de error en el proceso constructivo, se realiza un proceso de identificación y verificación de interferencia entre redes, para poder solucionar conflictos que se generen directamente en el proceso de diseño, cabe resaltar que en la metodología tradicional se lleva un periodo de tiempo extenso revisando los conflictos que puedan surgir uno por uno, de modo que se hace engorroso y costoso.

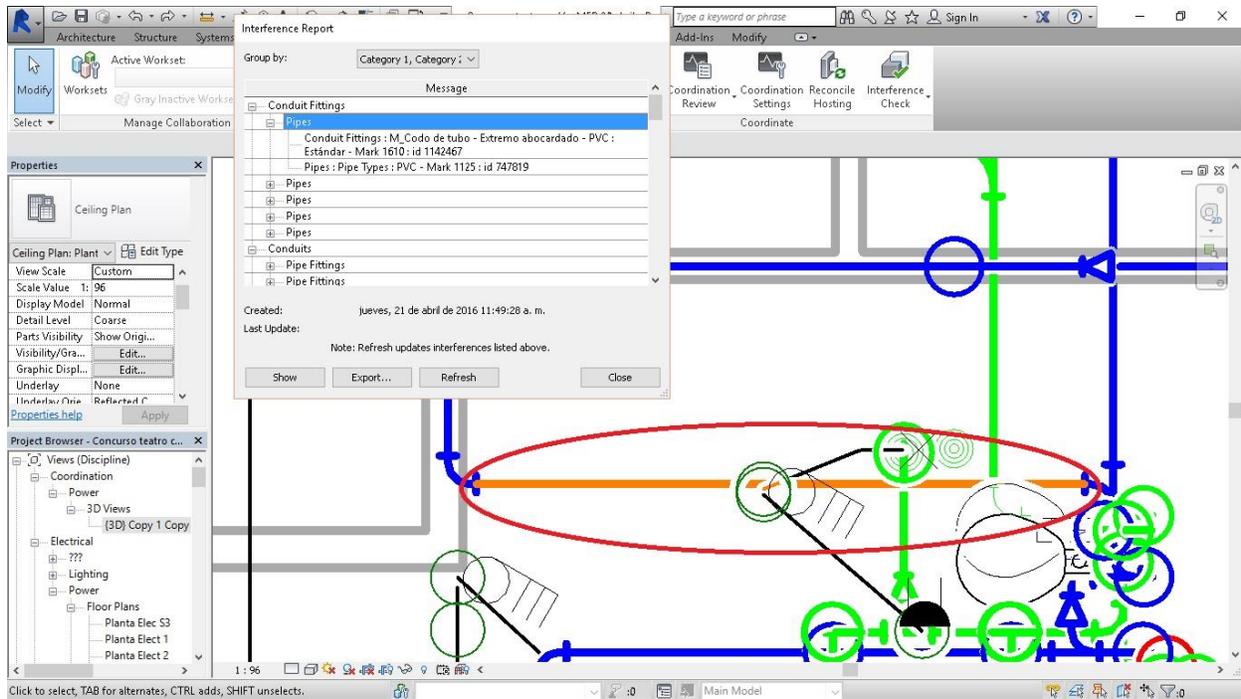


Figura 105. Proceso de identificación y verificación de interferencia entre redes.

Elaboracion del OVA

Los Objetos virtuales de aprendizaje (OVA) permiten el acceso a contenidos educativos, integrando elementos multimedia. Permitiendo la activación de contenidos de manera agradable al usuario desarrollando actividades para practicar lo aprendido, de manera divertida.

Con toda la información obtenida del proyecto ampliación del Teatro Colón de Bogotá, (Planos, modelo 3D, presupuesto, cronograma, análisis, etcétera) relacionados al proceso constructivo BIM, se inicia con un análisis de dicha información, para poder determinar que contenido y como se utilizará para la creación del OVA, el programa que se utiliza para la creación del OVA es el flash profesional en versión académica.

- Se realiza la introducción al BIM, indicando de que se trata y los beneficios que tiene su implementación, este contenido es interactivo logrando que el espectador participe al mismo tiempo que aprende.

- El siguiente paso es la presentación de los objetivos, es importante señalarlos ya que son ellos los que conducen los lineamientos del BIM en el OVA.
- Una vez se ha concretado el contenido se procede a el diseño como tal del OVA, se realiza un gui3n el cual funciona como guia para colocar cada una de las partes del contenido, y al igual para crear cada una de las escenas, de nuevo la informacion debe ser interactiva, con sonido en las acciones y con la posibilidad que el observador pueda desplazarse por todo el OVA.
- Como los componentes se van colocando en su lugar de acuerdo al dise1o, (todo esto bajo los comandos del programa flash profesional) insertando im3genes, textos y videos, se debe realizar una revisi3n de contenidos, ya que es conveniente confirmar la coherencia entre s3, sin confundir al espectador ni saturarlo con informaci3n innecesaria.
- Con todo lo anterior se procede a construir el OVA, al cual se le realiza unas pruebas internas, y con la ayuda del programa flash profesional se detectan posibles errores a cada uno de los m3dulos en los que se ha dividido el OVA, se anexa evaluaciones o pruebas interactivas, para que el usuario pueda fortalecer lo aprendido did3cticamente.
- Finalmente es publicado, en este caso en un DVD para revisar de nuevo el contenido y el funcionamiento correcto en otros equipos de c3mputo, una vez realizada la tarea, se ejecuta una retroalimentaci3n para encontrar los posibles ajustes que debe realizarse para despu3s de realizar todas las correcciones anteriores y aprobaci3n del trabajo final, se da por finalizado el OVA.

Al abrir el OVA, el espectador obtiene una animaci3n referente al BIM, en la cual encuentra el t3tulo y da paso a la etapa de interacci3n, donde podr3 ver los objetivos, navegar en los contenidos y realizar las actividades interactivas, de igual forma el usuario puede acceder al men3, a un plano de sitio, glosario y bibliograf3a, de igual forma se presentan recursos como documentos Word o PDF, im3genes, videos y enlaces Web.

Conclusiones y resultados

Una de las ventajas del uso de tecnologías BIM es ser una herramienta de interacción e intercambio de información que permite de manera sencilla y eficiente identificar los conflictos entre las diferentes disciplinas y solucionarlos en la etapa de diseño, reduciendo en un alto porcentaje los errores que se presenten durante la ejecución del proyecto, en este caso vemos como dos redes de diferente tipo se cruzan identificándolo en el modelo, permitiendo corregir en el diseño para que en el momento de la construcción no se tenga que corregir en campo.

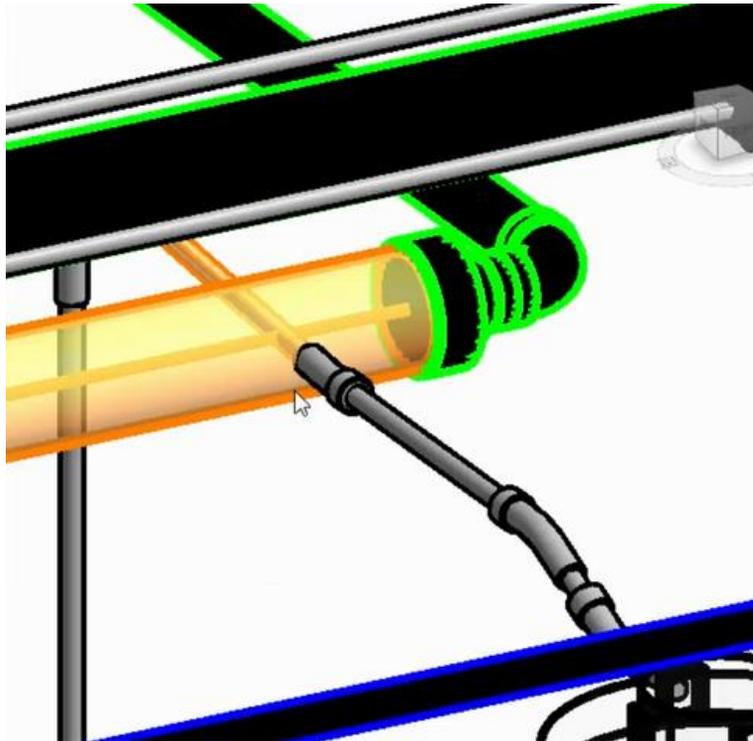


Figura 106. Cruce de dos redes (eléctrica y sanitaria) detectado en proceso de diseño

Partiendo del diseño, es más grato y de fácil entendimiento observar una figura en 3D como por ejemplo un tubo de red hidrosanitaria, que la misma figura representada por dos líneas, de igual forma contar con un modelo centralizado facilita su actualización y la comunicación con los demás miembros del grupo de trabajo, contar con la automatización de los documentos, de los procesos y las relaciones, lo que conlleva un aumento de la productividad, mayor fiabilidad, calidad y disminución de las tareas mecánicas.

El proceso de diseño de redes hidrosanitarias se ve complementado por otro elemento del sistema BIM que es la actualización en tiempo real de la cuantificación de los sistemas y los elementos que contiene el modelado realizado, generando un sistema integral de información, eliminando las inconsistencias o el margen de error por el traslado de la información. Inmediatamente se identificó el error, se corrigió actualizando en tiempo real todos los planos que intervienen en el proyecto.

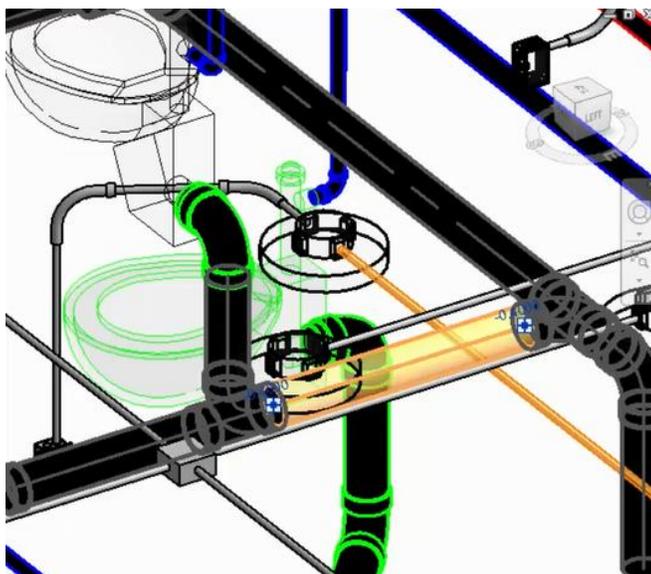


Figura 107. Corrección del cruce de redes (eléctrica y sanitaria) detectado en proceso de diseño.

Las tecnologías BIM permite abarcar todo el proceso de un proyecto ingenieril, desde su etapa de diseño, planeación, ejecución, administración y vida útil, permitiendo que sea una herramienta en la que pueden intervenir todos los profesionales que se encuentran en la elaboración del mismo, siendo un instrumento de interacción con el proyecto en sí, demás áreas, de modo que se

desarrolle con un margen de error casi nulo, en un lapso de tiempo más corto, con un aprovechamiento más eficiente de los materiales y recursos humanos y un menor impacto ambiental.

La administración del proyecto controla en mayor medida el desarrollo de la obra, se disminuye los errores y la interacción multidisciplinaria es eficaz.

Por otra parte los contras al proceso constructivo BIM, corresponden al compromiso de formación en procesos BIM y programas relacionados, para determinar los parámetros que lo rigen y ser manejado correctamente. No obstante este impase se está superando ya que las universidades, centros de capacitación, compañías constructoras y el mismo gremio de la construcción se están encargando de capacitar a los actores de la industria.

Sin embargo el cambio es lento, aun se encuentra una filosofía a la antigua ya que para realizar esta actualización se cree que se generarían costos de implementación y de especialización, además se debe trabajar en coordinación entre los diferentes grupos participantes en la obra, necesitando mayor control de la información.

En los proyectos desarrollados bajo el ambiente BIM se debe tener en cuenta que se ordena personas, procesos y herramientas, resaltando que BIM no es solo software y herramienta, se debe evitar dejar a las personas a un lado, quienes laboran colaborativamente desde el inicio.

Este OVA hace parte del conocimiento universal sobre BIM y despierta los intereses en nuevas tecnologías en el campo de la construcción.

Se genera el OVA sobre el proceso y beneficios, la cual hará parte de la electiva conceptualización en Modelación de la Información en Construcción BIM.

Al realizar un OVA sobre el proceso constructivo BIM, se concede una retroalimentación al observador, permitiendo consultar rápidamente y en cualquier momento el tema en el que se desea profundizar.

Glosario

OVA: Objeto Virtual de Aprendizaje

Objeto virtual de aprendizaje: “Un conjunto de recursos digitales, que pueden ser utilizados en diversos contextos, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. Además, el Objeto de Aprendizaje, debe tener una estructura de información externa (metadato), para facilitar su almacenamiento, identificación y recuperación” (Colombia aprende)

BIM: (Building Information Modeling), En español, modelación de la información en construcción, “un modelo inteligente basado en procesos que proporciona una visión de los proyectos de construcción e infraestructura desde su creación hasta su gestión, más rápida, económica y con un menor impacto ambiental” (Autodesk, 2015).

Diagrama de Gantt: Herramienta gráfica en la cual se muestra el tiempo que se tiene previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado. Henry L. Gantt

Bibliografía

Agencia de noticias UN. (05 de Noviembre de 2013). *Agencia de noticias*. Recuperado el 11 de Marzo de 2016, de <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/arquitectos-de-la-un-ganan-concurso-de-diseno-de-ampliacion-del-teatro-colon.html>

animum3d. (19 de NOVIEMBRE de 2015). *www.animum3d.com*. Recuperado el NOVIEMBRE de 2015, de <http://www.animum3d.com>

Asociación Colombiana BIM. (11 de 11 de 2015). *asociacioncolombianabim.co*. Recuperado el 11 de 11 de 2015, de <http://asociacioncolombianabim.co/>

Autodesk. (11 de 11 de 2015). *autodesk.com*. Recuperado el 11 de 11 de 2015, de <http://www.autodesk.com/>

Becerik-Gerber, B. (2015). *Construction SmartMarket, Report*, «*Building Information Modeling: Transforming design and construction to achieve greater industry productivity*. New York, NY, USA: McGraw Hill.

Chanes, M. (2013). *Revit Architecture 2013*. Madrid: Anaya.

clarin. (20 de 11 de 2015). *www.arq.clarin.com*. Recuperado el 20 de 11 de 2015, de http://arq.clarin.com/arquitectura/Normativa-BIM-obras-publicas_0_1315668780.html.

Colombia aprende. (s.f.). *www.colombiaaprende.com*. Recuperado el 2016 de marzo de 13, de http://virtual.uptc.edu.co/drupal/files/unidad5_tic/contenido/unidad5_tics.pdf

CONCRETO. (11 de 11 de 2015). *conconcreto.com*. Recuperado el 11 de 11 de 2015, de www.conconcreto.com: www.conconcreto.com

Galdames, D. (05 de Febrero de 2014). *Archdaily.co*. Recuperado el 11 de Marzo de 2016, de <http://www.archdaily.co/co/02-333281/primer-lugar-concurso-internacional-ampliacion-del-teatro-colon-de-bogota-colombia>

Ing. Luis Guillermo Ocampo IAC Ingeniería Asistida por Computador. (05 de 05 de 2014). *iac.com*. Recuperado el 19 de 11 de 2015, de www.iac.com.co,