

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL



DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
CIVIL

“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM CON ENFOQUE EN INGENIERÍA  
ESTRUCTURAL, HIDROSANITARIA Y DE COSTOS. CASO DE APLICACIÓN:  
NUEVO TERMINAL ADUANERO DE CARGA ECUADOR DEL CENTRO  
BINACIONAL DE ATENCIÓN EN FRONTERA RUMICHACA (CEBAF).”

AUTORES

LIZBETH CAROLINA GODOY EGAS

SEBASTIÁN NICOLÁS NOVOA SALAZAR

DIRECTOR

ING. XAVIER CASTELLANOS ESTRELLA

QUITO, DICIEMBRE 2022

## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirme llegar hasta aquí y siempre estar presente en mi vida.

A mis padres, Carlos Godoy y Angélica Egas, quienes son mi ejemplo y modelo a seguir, este triunfo se los dedico a ellos por el inmenso amor que me dan, por brindarme una educación llena de valores y siempre creer en mí, ellos son quienes siempre han estado prestos a escucharme y han sabido darme los mejores consejos y la motivación que a veces he necesito. Esta etapa profesional de mi vida, se las dedico a ellos, sabiendo que este es un logro compartido. Ellos son la razón más grande de mi vida.

A mi hermano, Fernando Godoy, por brindarme su inmenso cariño y apoyo incondicional cada vez que lo he necesitado, siempre le tendré una profunda admiración por la persona que es y por la persona que me hace ser. Este logro también se lo dedico a él, es el mejor hermano que la vida me pudo dar.

Al resto de mi familia materna y paterna por el apoyo que me han sabido dar siempre.

***LIZBETH CAROLINA GODOY EGAS***

A mis padres, Santiago y Grace, quienes han sido mi apoyo incondicional en cada decisión que he tomado en mi vida y quienes nunca han dejado que falte la mínima muestra de amor y afecto en nuestro hogar. Han sido mi fortaleza, mi ejemplo a seguir, mi mayor guía para cumplir mis objetivos y quienes me han inculcado desde pequeño una serie de valores imprescindibles en la vida de todo ser humano que me han permitido convertirme en el hombre que actualmente soy. A ellos les dedico este gran triunfo por el que luché desde que empecé este maravilloso camino 5 años atrás.

A mis hermanas, Camila y Andrea, quienes con su cariño inmensurable me han sabido acompañar de la mejor manera en todas las etapas que he vivido. Llegaron a mi vida a darme una infinidad de momentos alegres e inolvidables que se van guardando en mi memoria y mi corazón día tras día. Siempre serán mi impulso para salir adelante y por eso este logro también se lo dedico a ellas.

A mis abuelitos, Alfonso, Adrila y Mercedes, quienes me siguen acompañando en cada paso y logro alcanzado en mi vida. A mi abuelito Cristóbal, que desde el cielo sé que me

acompaña y está orgulloso de todo lo que he logrado. Ellos me supieron acompañar desde muy pequeño y estar al pendiente de mí, brindándome todo su amor, mientras mis padres continuaban con sus estudios.

Al resto de mi familia, amigos y seres queridos, con quienes he compartido sonrisas infinitas y momentos inolvidables, y quienes me han aconsejado y brindado todo su apoyo para lograr todo lo que me he propuesto.

***SEBASTIÁN NICOLÁS NOVOA SALAZAR***

## AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento a Dios por darme la mejor familia.

A mis padres, gracias a ellos he podido culminar esta hermosa etapa de mi vida de una manera satisfactoria. Gracias por el infinito amor que me dan, gracias a ellos soy la mujer que soy hoy en día.

Gracias totales a mi hermano por siempre estar presente en mi vida compartiéndome conocimientos a fines a esta carrera y a la vida, gracias por siempre ser quien me incentiva a ser mejor.

Quiero agradecer a mi perrita, Pelusa, por acompañarme durante mi niñez, adolescencia y juventud, siempre me llenó de amor. A mi perrita Luna, verla y jugar con ella me alegra mucho la vida.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por haberme acogido estos 5 años de mi vida y en ella haber conocido a todas las personas que hicieron de esta etapa una experiencia inolvidable.

A todos mis profesores, quienes con sus conocimientos aportaron en mi crecimiento profesional y supieron llegar más allá.

A mi tutor Xavier Castellanos, por guiarme con sus conocimientos tanto académicos como personales y permitirme tener la experiencia de conocer el ambiente laboral dentro de la empresa HIDROPLAN.

Un agradecimiento especial a todos quienes conforman la empresa HIDROPLAN, por facilitarnos toda la documentación que necesitábamos para lograr la realización de este trabajo de titulación, y por la cantidad de conocimientos que se nos impartió dentro de esta empresa, todos son personas maravillosas.

A todos y cada uno de los amigos que esta etapa me dejó, mi vida universitaria no hubiera sido la misma sin ustedes, gracias por brindarme su apoyo tanto académicamente como personal y cultivar tantos recuerdos que me llevaré por siempre en mi corazón.

Y finalmente, pero no menos importante, quiero agradecer a mi amigo y compañero Sebastián Novoa, con quien compartí gran tiempo de mi vida en esta carrera universitaria y en la realización de este trabajo de titulación, infinitas gracias por todas las horas que se le

dedicó a este trabajo y por apoyarme siempre en cada una de las acciones que quería realizar, los mejores deseos y éxitos en su vida tanto profesional como personal

**LIZBETH CAROLINA GODOY EGAS**

Agradezco a Dios, mis padres y mi familia por estar para mí en todo momento, por nunca dejarme desfallecer ante las adversidades que se me han presentado y por siempre impulsarme a dar lo mejor de mí para triunfar en todo lo que me proponga.

A mi querida universidad, la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, por haberme abierto sus puertas y haberme permitido vivir una de las mejores etapas de mi vida, en donde cada paso ha estado lleno de alegrías y aprendizaje.

A nuestro tutor de tesis, el Ing. Xavier Castellanos, quien a más de ser un excelente profesor, nos demostró su gran calidad humana. Le agradezco por todo lo impartido tanto puertas adentro como puertas afuera de la Universidad, y por el gran apoyo en el desarrollo de este trabajo.

A nuestros correctores, el Ing. Diego Cajas y el Ing. Jorge Bucheli, por su apoyo y confianza brindada en el presente trabajo.

A mi amiga y compañera de tesis, Carolina Godoy, quien me ha acompañado de manera incondicional en toda mi carrera universitaria y en el desarrollo de este trabajo de disertación, y a quien le deseo el mejor de los éxitos en su futura carrera profesional.

A todos los que fueron mis profesores y supieron impartirme con entrega absoluta todos sus conocimientos y valores con el único fin de formar en mí un gran profesional y ser humano.

A todos mis amigos y mi novia, quienes formaron parte de este camino e hicieron de este una maravillosa experiencia que atesoraré en mi corazón por siempre, y de la que me llevo los mejores recuerdos. Les deseo lo mejor a todos y espero poder seguir compartiendo muchas más experiencias con ellos tanto en el ámbito profesional como fuera él.

**SEBASTIÁN NICOLÁS NOVOA SALAZAR**

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como propósito aplicar la metodología BIM a los componentes estructural e hidrosanitario del edificio terminal de carga del Centro Binacional de Atención Fronteriza Ecuador, cuyos estudios y diseño fueron llevado a cabo por el consorcio CVA-HIDROPLAN y culminados en el año 2019.

A partir de la documentación y planos entregados por la empresa HIDROPLAN. CÍA. LTDA. se desarrolla toda la investigación y aplicación del BIM al proyecto mencionado, el cual fue elaborado bajo los conceptos que rigen la metodología tradicional de trabajo en la mayoría de los proyectos de ingeniería hasta la actualidad.

La aplicación de la metodología en el presente trabajo parte de la generación de un prototipo arquitectónico base, a partir del cual se modelan las disciplinas de estructuras e instalaciones hidrosanitarias haciendo uso del trabajo colaborativo en el software Revit.

Haciendo uso del software Navisworks y de los modelos generados se detectan las colisiones e incongruencias presentadas por las disciplinas en cuestión como efecto de un diseño generado únicamente a base de softwares CAD que no permite la interacción en tiempo real de los especialistas involucrados en el proyecto.

Por otro lado, las cantidades de obra obtenidas tras la modelación de la estructura y las instalaciones hidrosanitarias en Revit, se comparan con aquellas que fueron obtenidas en los diseños, para presentar el margen de error encontrado.

Para finalizar, se genera un presupuesto y un cronograma de las actividades involucradas necesarias para la ejecución de las disciplinas estructural e hidrosanitaria, haciendo uso de las cantidades BIM obtenidas, para posteriormente, realizar una comparación de costo y tiempo basada en dichos componentes respecto a lo elaborado por CVA-HIDROPLAN.

**Palabras clave:** Metodología BIM, metodología tradicional, estructuras, instalaciones hidrosanitarias, Revit, Navisworks, incongruencias, presupuesto, cronograma.

## ABSTRACT

The purpose of this research work is to apply the BIM methodology to the structural and plumbing components of the cargo terminal building of the Ecuador Binational Border Service Center, whose studies and design were carried out by the CVA-HIDROPLAN consortium and completed in the year 2019.

All the research and application of BIM in this paper is generated from the documentation and plans of aforementioned project delivered by the company HIDROPLAN. CÍA. LTDA., which was developed under the concepts that govern the traditional work methodology in most engineering projects to date.

The application of the methodology in the present work starts from the generation of a base architectural prototype, from which the disciplines of structures and plumbing installations are modeled using collaborative work in the Revit software.

Using the Navisworks software and the generated models, collisions and inconsistencies presented by the disciplines in question are detected as an effect of a design generated solely from CAD software that does not allow real-time interaction of the specialists involved in the project.

On the other hand, the amounts of work obtained after the modeling of the structure and the plumbing installations in Revit are compared with those that were obtained in the designs, to present the margin of error found.

Finally, a budget and a schedule of the activities involved necessary for the execution of the structural and plumbing disciplines are generated, making use of the BIM quantities obtained, to later make a comparison of cost and time based on said components with in regard to what was done by CVA-HIDROPLAN.

**Key words:** Metodología BIM, metodología tradicional, estructuras, instalaciones hidrosanitarias, Revit, Navisworks, incongruencias, presupuesto, cronograma.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1.</b>	<b>CAPÍTULO I: GENERALIDADES .....</b>	<b>1</b>
1.1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.2.	JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.4.	OBJETIVOS.....	5
1.4.1	<i>OBJETIVO GENERAL</i> .....	5
1.4.2	<i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i> .....	5
1.4.3	<i>ALCANCE</i> .....	5
1.4.4	<i>HIPÓTESIS</i> .....	6
<b>2.</b>	<b>CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>7</b>
2.1.	MARCO REFERENCIAL Y ANTECEDENTES .....	7
2.1.1	<i>Antecedentes BIM</i> .....	7
2.2.	MARCO TEÓRICO .....	9
2.2.1	<i>Importancia de la construcción en el Ecuador</i> .....	9
2.2.2	<i>Importancia del comercio bilateral entre Ecuador y Colombia</i> .....	10
2.2.3	<i>¿Qué es el Building Information Modeling (BIM)?</i> .....	13
2.2.4	<i>Impacto de la implementación del BIM en el sector de la construcción</i> .....	14
2.2.5	<i>Beneficios del BIM</i> .....	16
2.2.6	<i>Futuro del BIM</i> .....	18
2.2.7	<i>Dimensiones BIM</i> .....	19
2.2.8	<i>Diferenciación entre modelos BIM y modelos 3D</i> .....	21
2.2.9	<i>Comparación entre metodología tradicional y metodología BIM</i> .....	22
2.2.10	<i>Trabajo Colaborativo</i> .....	24
2.2.11	<i>Etapas de un proyecto BIM</i> .....	26
2.2.12	<i>Usos BIM</i> .....	27
2.2.13	<i>Niveles de información (DNI)</i> .....	29
2.2.14	<i>Aplicación de la metodología BIM en el mundo</i> .....	31
2.2.15	<i>Aplicación de la metodología BIM en proyectos dentro del Ecuador</i> .....	37

2.2.16	<i>Softwares BIM</i> .....	38
2.2.17	<i>Normativa legal vigente</i> .....	45
2.2.17.1	Normativa BIM.....	45
2.2.17.2	Normativa aduanera del Ecuador .....	47
<b>3.</b>	<b>CAPÍTULO III: CASO DE APLICACIÓN METODOLOGIA BIM APLICADA AL PROYECTO TERMINAL ADUANERO DE CARGA DEL CEBAF</b> .....	<b>49</b>
3.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO A ANALIZAR .....	49
3.1.1	<i>Localización del proyecto</i> .....	49
1.1.1.	<i>Localización de la edificación</i> .....	52
3.2.	DISEÑOS DEL PROYECTO-PLANOS DE ESPECIALIDADES.....	53
3.2.1	<i>Disciplina Arquitectónica</i> .....	53
3.2.2	<i>Disciplina Estructural</i> .....	55
3.2.3	<i>Disciplina Hidrosanitaria</i> .....	59
3.3.	INTEGRACIÓN BIM DEL PROYECTO .....	62
3.3.1	<i>Creación del entorno común de datos</i> .....	62
3.3.2	<i>Geolocalización de la estructura en REVIT</i> .....	64
3.3.2.1	Emplazamiento compartido .....	66
3.3.2.2	Vinculación del modelo CAD y generación de superficie .....	66
3.3.2.3	Creación de ejes y niveles .....	68
3.3.2.4	Trabajo Colaborativo .....	69
3.3.3	<i>Modelación arquitectónica</i> .....	69
3.3.3.1	Vinculación del modelo Revit y creación de ejes y niveles .....	70
3.3.3.2	Modelación de columnas, pisos y muros .....	71
3.3.3.3	Modelación de muros cortina, ventanas y puertas.....	72
3.3.3.4	Modelación del mobiliario interior .....	73
3.3.4	<i>Modelación estructural en Revit (Integración BIM)</i> .....	75
3.3.4.1	Vinculación del modelo Revit y creación de ejes y niveles .....	78
3.3.4.2	Modelación y armado de la cimentación.....	79
3.3.4.3	Modelación y armado de columnas.....	80
3.3.4.4	Modelación y armado de muros.....	81
3.3.4.5	Modelación y armado de vigas .....	82

3.3.4.6	Modelación y armado de contrapiso .....	83
3.3.4.7	Modelación y armado de losas superiores.....	84
3.3.5	<i>Modelación proyecto hidrosanitario en Revit (Integración BIM)</i> .....	85
3.3.5.1	Creación del modelo Central.....	86
3.3.5.2	Vinculación del modelo arquitectónico (Revit Link).....	87
3.3.5.3	Gestionar modelo.....	88
3.3.6	<i>Modelación de red de agua potable</i> .....	88
3.3.6.1	Configurar parámetros de tubería y accesorios .....	89
3.3.6.2	Modelación de tuberías y uniones.....	90
3.3.7	<i>Modelación de la red de aguas residuales</i> .....	92
3.3.7.1	Configurar parámetros de tubería y accesorios .....	93
3.3.7.2	Modelación de tuberías y uniones.....	93
3.3.7.3	Creación y ubicación de la caja de revisión .....	94
3.3.8	<i>Coordinación de modelos REVIT en Navisworks</i> .....	95
3.3.8.1	Cargar los modelos Revit.....	97
3.3.8.2	Clash Detection.....	97
3.4.	INGENIERÍA DE COSTOS DEL PROYECTO.....	98
3.4.1	<i>Evaluación de rubros correspondientes a las áreas en estudio</i> .....	98
3.4.1.1	Cantidades de obra (Componente Estructural).....	99
3.4.1.2	Cantidades de obra (Componente Hidrosanitario) .....	101
3.4.2	<i>Cálculo de cantidades de obra con la metodología BIM</i> .....	103
3.4.2.1	Tablas de planificación BIM (Componente Estructural).....	104
3.4.2.2	Tablas de planificación BIM (Componente Hidrosanitario) .....	105
3.4.3	<i>Elaboración de rubros, análisis de precios unitarios y presupuesto BIM</i> .....	108
3.4.4	<i>Cronograma con cantidades BIM</i> .....	110
3.4.4.1	Cronograma valorado de inversiones parciales y acumuladas .....	111
<b>4.</b>	<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>112</b>
4.1.	MODELOS FINALES .....	112
4.1.1	<i>Arquitectónico</i> .....	112
4.1.2	<i>Estructural</i> .....	112
4.1.3	<i>Hidrosanitario</i> .....	113

4.2.	DETECCIÓN DE INCOMPATIBILIDADES E INTERFERENCIAS .....	113
4.2.1	<i>Incompatibilidades y soluciones</i> .....	113
4.2.2	<i>Interferencia entre especialidades</i> .....	126
4.2.2.1	Posibles soluciones para las interferencias entre especialidades detectadas.....	132
4.3.	COMPARACIÓN DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN TEÓRICO VS TIEMPO DE EJECUCIÓN CON METODOLOGÍA BIM 4D.....	132
4.4.	COMPARACIÓN ENTRE EL PRESUPUESTO BIM Y EL PRESUPUESTO TEÓRICO .....	133
4.5.	VENTAJAS GENERALES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS BIM .....	139
4.6.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	141
<b>5.</b>	<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>143</b>
5.1.	CONCLUSIONES .....	143
5.2.	RECOMENDACIONES .....	145
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>147</b>
<b>7.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>152</b>
7.1.	ANEXO: PRESUPUESTO- COMPONENTE ESTRUCTURAL E HIDROSANITARIO CORRESPONDIENTE A CVA-HIDROPLAN .....	152
7.2.	ANEXO: TABLA DE PLANIFICACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO (REVIT) .....	154
7.3.	ANEXO: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	168
7.4.	ANEXO: PRESUPUESTO-COMPONENTE ESTRUCTURAL E HIDROSANITARIO CORRESPONDIENTE A CANTIDADES BIM .....	175
7.5.	ANEXO: DIAGRAMA DE GANTT .....	177
7.6.	ANEXO: CRONOGRAMA VALORADO DE INVERSIONES PARCIALES Y ACUMULADAS BIM.....	180
7.7.	ANEXO: PLANO ARQUITECTÓNICO .....	182
7.8.	ANEXO: PLANO ESTRUCTURAL .....	183
7.9.	ANEXO: PLANO HIDROSANITARIO.....	184
7.10.	ANEXO: INFORME DE COLISIONES NAVISWORKS .....	186

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Terminal aduanero de carga en el CEBAF de Ecuador.....	3
Figura 2. Zonificación por uso del terminal aduanero de carga en el CEBAF de Ecuador .....	4
Figura 3. Aporte de la construcción a la economía del Ecuador (PIB).....	9
Figura 4. VAB de la construcción por trimestre (2020-2022).....	10
Figura 5. Exportaciones e Importaciones en América (Enero-Febrero 2022) .....	11
Figura 6. Frontera entre Ecuador-Colombia.....	11
Figura 7. Exportaciones / Importaciones no petroleras (Ecuador-Colombia).....	12
Figura 8. Principales productos de exportación no petrolera (Ecuador-Colombia).....	12
Figura 9. Principales productos de importación no petrolera (Ecuador-Colombia) .....	13
Figura 10. Ciclo de vida de un proyecto BIM. ....	14
Figura 11. Curva de esfuerzo del proceso constructivo.....	15
Figura 12. Beneficios del BIM .....	16
Figura 13. Interferencias entre disciplinas.....	17
Figura 14. Influencia del BIM en el mundo .....	18
Figura 15. Dimensiones BIM .....	19
Figura 16. Intenciones modelo BIM.....	21
Figura 17. Características modelo BIM.....	22
Figura 18. Comparativa metodología BIM vs metodología tradicional. ....	23
Figura 19. Trabajo colaborativo .....	24
Figura 20. Herramientas para el trabajo colaborativo.....	25
Figura 21. Etapas BIM de un proyecto.....	26
Figura 22. Información de un modelo BIM.....	29
Figura 23. Aplicación metodología BIM en el mundo. ....	32
Figura 24. Resultados Implementación BIM en proyectos de Estados Unidos .....	34
Figura 25. Evolución Implementación BIM en el Reino Unido .....	35
Figura 26. Grado de implantación BIM en España .....	36
Figura 27. Implementación BIM en empresas de Chile .....	36
Figura 28. Proyectos BIM en Ecuador .....	38
Figura 29. Softwares BIM .....	39
Figura 30. Características principales de Revit-Autodesk.....	40
Figura 31. Revit Architecture .....	41
Figura 32. Revit Structure .....	42
Figura 33. Ventajas de Revit MEP .....	43
Figura 34. Revit MEP.....	43
Figura 35. Funciones de Navisworks .....	44
Figura 36. Revit MEP.....	46
Figura 37. Revit MEP.....	46
Figura 38. Revit MEP.....	47

Figura 39. Actual edificación de migración en el paso fronterizo Rumichaca .....	48
Figura 40. Localización del Proyecto .....	50
Figura 41. Implantación del proyecto en el terreno .....	51
Figura 42. Edificaciones-CEBAF Carga .....	51
Figura 43. Puntos de ubicación de coordenadas .....	52
Figura 44. Planta-Área de Atención al Usuario.....	53
Figura 45. Secciones en perspectiva-Terminal de Carga.....	54
Figura 46. Detalle de muro 6ª.....	55
Figura 47. Detalle armado cimentación.....	56
Figura 48. Detallamiento tipos de columnas .....	57
Figura 49. Detallamiento muros .....	57
Figura 50. Detalle armado contrapiso.....	58
Figura 51. Detalle armado vigas principales .....	58
Figura 52. Detallamiento losa nervada en una dirección .....	59
Figura 53. Detallamiento armado nervios .....	59
Figura 54. Isometría Sistema de agua potable .....	60
Figura 55. Vista en planta- Instalaciones sanitarias baño masculino.....	61
Figura 56. Detalle constructivo inodoro vista lateral.....	61
Figura 57. Carpeta compartida – INFORMACIÓN .....	63
Figura 58. Carpeta compartida - ELABORACIÓN.....	63
Figura 59. Denominación archivo modelado de estructura .....	64
Figura 60. Cuadro de diálogo-Ubicación en Revit .....	65
Figura 61. Cuadro de diálogo-Vincular formato CAD .....	67
Figura 62. Topografía terrena de implantación CEBAF-Carga.....	67
Figura 63. Planos de emplazamiento .....	68
Figura 64. Creación de ejes .....	68
Figura 65. Vínculo CAD-Arquitectura.....	71
Figura 66. Detalle muro MB-9cms-Ext. 1.5 cm- Int. 1.5 cm.....	72
Figura 67. Sección supervisión de migración.....	72
Figura 68. Cristalería diferente entre puertas .....	73
Figura 69. Fachada frontal de la edificación .....	73
Figura 70. Mobiliario área de atención al usuario .....	74
Figura 71. Imagen renderizada-zona duchas .....	74
Figura 72. Recubrimientos elementos estructurales .....	75
Figura 73. Vínculo de Revit en archivo de estructuras.....	78
Figura 74. Cimentación armada.....	79
Figura 75. Creación sección de columna 1 .....	80
Figura 76. Columnas armadas .....	81
Figura 77. Muro armado.....	82

Figura 78. Creación sección de viga 25x40.....	82
Figura 79. Vigas armadas.....	83
Figura 80. Contrapiso armado.....	84
Figura 81. Contrapiso armado.....	84
Figura 82. Proceso para crear el modelo centralizado MEP.....	86
Figura 83. Cuadro de diálogo de la opción colaborar en Revit.....	87
Figura 84. Visualización-fontanería.....	87
Figura 85. Edición de familias en REVIT MEP.....	88
Figura 86. Cuadro de diálogo del aspecto del material.....	90
Figura 87. Red de distribución de agua potable-baños.....	91
Figura 88. Vista de sección-Lavamanos-Agua Potable.....	91
Figura 89. Red de desagüe.....	93
Figura 90. Vista-corte de inodoro.....	94
Figura 91. Cajas de revisión en el modelo.....	95
Figura 92. Diagrama de flujo-Modelo de coordinación.....	96
Figura 93. Visualización renderizada del modelo-Navisworks.....	97
Figura 94. Conflicto detectado en Navisworks.....	98
Figura 95. Presupuesto-Componente Hidrosanitario-CVA-HIDROPLAN.....	99
Figura 96. Tablas planilla de hierros planos estructurales.....	100
Figura 97. Modelo arquitectónico terminado-Vista 3D.....	112
Figura 98. Modelo Hidrosanitario terminado-Vista 3D.....	113
Figura 99. Formato-Informe de Colisiones Navisworks.....	126
Figura 100. Cronograma valorado / CVA-HIDROPLAN.....	133
Figura 101. Cuantificación del acero-BIM/ CVA. HIDROPLAN.....	134
Figura 102. Cuantificación del hormigón- BIM/ CVA HIDROPLAN.....	134
Figura 103. Cuantificación de materiales hidrosanitario.....	135
Figura 104. Presupuesto Total-Cantidades BIM y Cantidades CVA-HIDROPLAN.....	135
Figura 105. Diferencia de presupuestos- Componente estructural.....	136
Figura 106. Inferencia de la losa superior dentro del presupuesto correspondiente al componente estructural (CVA-HIDROPLAN).....	137
Figura 107. Interferencia de la losa superior dentro del presupuesto correspondiente al componente estructural (BIM).....	137
Figura 108. Diferencia de presupuestos-Componente Hidrosanitario.....	138
Figura 109. Relevancia de cada componente en el presupuesto.....	138

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Usos BIM .....	28
Tabla 2. Niveles de información.....	30
Tabla 3. Áreas CEBAF.....	49
Tabla 4. Puntos de referencia-localización.....	52
Tabla 5. MEI Modelo de sitio.....	65
Tabla 6. MEI: Modelo arquitectónico .....	69
Tabla 7. MEI: Modelo de estructura.....	76
Tabla 8. MEI: Modelo red de agua potable .....	89
Tabla 9. MEI: Modelo de agua residual .....	92
Tabla 10. Cuantificación del acero de refuerzo de cada elemento estructural – CVA-HIDROPLAN .....	100
Tabla 11. Cuantificación del volumen de hormigón de cada elemento estructural – CVA-HIDROPLAN...	101
Tabla 12. Cuantificación del metrado de tuberías agua potable – CVA-HIDROPLAN.....	101
Tabla 13. Cuantificación de los accesorios de agua potable – CVA-HIDROPLAN .....	102
Tabla 14. Cuantificación de las válvulas de compuerta – CVA-HIDROPLAN .....	102
Tabla 15. Cuantificación del metrado de tubería de desagüe – CVA-HIDROPLAN.....	103
Tabla 16. Cuantificación de los accesorios de desagüe – CVA-HIDROPLAN .....	103
Tabla 17. Cuantificación en peso del acero de refuerzo de cada elemento estructural – Revit .....	104
Tabla 18. Cuantificación del volumen de hormigón de cada elemento estructural-Revit .....	105
Tabla 19. Cuantificación de metrado de tubería de agua potable-Revit .....	106
Tabla 20. Cuantificación de metrado de tubería sanitaria-Revit.....	106
Tabla 21. Cuantificación de accesorios tipo uniones de tubería de agua potable-Revit .....	106
Tabla 22. Cuantificación de accesorios tipo uniones de tubería sanitaria-Revit.....	107
Tabla 23. Cuantificación de válvula de compuerta por su diámetro-Revit.....	108
Tabla 24. Desglose de los componentes de los costos directos .....	109
Tabla 25. Resumen presupuesto componentes estructural e hidrosanitario.....	109
Tabla 26. Resumen cronograma valorado de inversiones parciales y acumuladas.....	111
Tabla 27. Incompatibilidad detectada N°1 .....	114
Tabla 28. Incompatibilidad detectada N°2 .....	115
Tabla 29. Incompatibilidad detectada N°3 .....	116
Tabla 30. Incompatibilidad detectada N°4 .....	117
Tabla 31. Incompatibilidad detectada N°5 .....	118
Tabla 32. Incompatibilidad detectada N°6 .....	119
Tabla 33. Incompatibilidad detectada N°7 .....	120
Tabla 34. Incompatibilidad detectada N°8 .....	121
Tabla 35. Incompatibilidad detectada N°9 .....	122
Tabla 36. Incompatibilidad detectada N°10 .....	123
Tabla 37. Incompatibilidad detectada N°11 .....	124
Tabla 38. Incompatibilidad detectada N°12 .....	125

Tabla 39. Conflicto 16 detectado en Navisworks .....	127
Tabla 40. Conflicto 20 detectado en Navisworks .....	128
Tabla 41. Conflicto 68 detectado en Navisworks .....	129
Tabla 42. Conflicto 106 detectado en Navisworks .....	130
Tabla 43. Conflicto 128 detectado en Navisworks .....	131
Tabla 44. Ventajas generales de la implementación del modelo BIM.....	139

# **1. CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

## **1.1. INTRODUCCIÓN**

El sector de la construcción, con el paso del tiempo, se ha posesionado como una actividad elemental en el marco del desarrollo de las economías de los distintos países del mundo. La contribución que dicho sector genera se ve reflejado en el aumento de la producción, las inversiones y la tasa de empleo.

Hoy en día, la construcción se encuentra comenzando un proceso de recuperación, producto de la era post pandemia. Según el Banco Central del Ecuador (2022), los últimos años el país atravesó una contracción en la construcción, en gran parte como efecto de la pandemia. No obstante, se estima que el PIB del sector en cuestión crecerá en un 3.5% para el año 2023.

Ante la intención de que la industria de la construcción retome su rol como aporte fundamental al crecimiento de la economía del país, surge la necesidad de avizorar nuevos métodos que garanticen una mejora en la gestión de los proyectos de construcción.

El garantizar una mejor gestión de los proyectos supone implementar estrategias que agilicen y optimicen el trabajo, logrando generar resultados de mayor calidad y que respondan a las necesidades de los clientes.

Los procesos de construcción que se manejan en el país y en varios lugares del mundo, lamentablemente, no cumplen con dichos estándares de calidad. Como consecuencia de ello, varias imprecisiones e incompatibilidades son las que se generan desde la fase de diseño hasta la fase de ejecución de los proyectos, provocando un desperdicio de recursos y dinero, además del incumplimiento de términos establecidos.

La metodología BIM es una alternativa, que aún no ha incursionado en todo el mundo, la cual busca mitigar dichos inconvenientes y generar procedimientos innovadores que aseguren una mayor eficiencia en la gestión de los proyectos de ingeniería.

El BIM expone como pilar fundamental el trabajo colaborativo de los diferentes agentes involucrados además de estándares que garanticen la misma calidad en todo proceso de elaboración y presentación de la documentación correspondiente a los diferentes proyectos que se lleven a cabo con esta metodología.

De esta manera, los actores de las distintas especialidades pueden coordinar y elaborar sus diseños con mayor precisión y certeza, evitando errores generalmente producidos por interferencias entre especialidades, que, en la fase de ejecución, terminan reflejándose en recursos humanos, materiales y económicos adicionales, además de posibles rediseños, que, por consiguiente, terminan afectando al cumplimiento del cronograma.

En la presente investigación, se busca comprobar los beneficios que trae el ocupar la metodología BIM al aplicar la misma en la modelación de una edificación previamente diseñada a través de la metodología tradicional. Las áreas de enfoque de esta aplicación serán el componente estructural y el hidrosanitario, a través de las cuales se detectarán potenciales incompatibilidades e incongruencias que se pueden generar en la fase de diseño de un proyecto. Por otro lado, se obtendrán las cantidades de obra que el software BIM arroje luego de finalizados todos los modelos en las disciplinas de enfoque de esta investigación, para finalmente realizar un estudio de ingeniería de costos que logre corroborar si existen ventajas o no al implementar esta metodología.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad el desarrollo tecnológico se ha vuelto imprescindible en el crecimiento del sector industrial, tal es el caso de la industria de la construcción, la cual con el paso de los años ha venido apoyándose en distintas herramientas y softwares computacionales para el análisis y diseño de todos los componentes que integran un proyecto. Sin embargo, todos estos se desarrollan por separado y son integrados en el momento de la construcción.

Debido a la necesidad de acoplar todas las disciplinas que forman parte de un proyecto y así poder lograr una eficiente gestión de este, ha surgido la metodología BIM (Building Information Modeling) como herramienta para cumplir este objetivo antes de llegar a la fase de construcción y así poder prever y evitar posibles inconvenientes constructivos que puedan modificar la planificación inicial.

La aplicación de la metodología BIM se considera el futuro de la gestión de proyectos, sin embargo, en el Ecuador son pocos los proyectos que la han implementado, principalmente aquellos que han sido desarrollados a través del sector público.

En efecto, el caso de estudio (CEBAF) corresponde a un proyecto de interés nacional, el cual es abordado por medio del sector público. La importancia de implementar la metodología BIM en dicho caso, tiene mayor relevancia con respecto a otros proyectos, ya

que este, al ser una aduana, se encarga del manejo y control del tránsito de personas y mercancías que entran y salen del país, por lo tanto, se requiere de una ingeniería de mayor complejidad y una buena gestión del proyecto que aporte beneficios en todas las etapas que esta requiera.

La construcción del CEBAF en el paso fronterizo entre Ecuador y Colombia tiene como objetivo optimizar las operaciones aduaneras y migratorias, logrando reducir las demoras que se producen en el tránsito de pasajeros y cargas actualmente.

Los procesos de control de cruce de carga realizados en el Centro Nacional de Atención en Frontera (CENAF) – tipo de control integrado que se maneja en el paso fronterizo entre Ecuador y Colombia a la fecha – demoran alrededor de 2 a 3 días para ser realizados (Banco Internacional de Desarrollo, 2021), por lo que, una correcta modelación y gestión de la construcción del terminal aduanero de carga contribuye en la reducción de tiempos de las fases del proyecto y que la construcción de este no afecten la circulación del comercio y a su vez la economía del país.

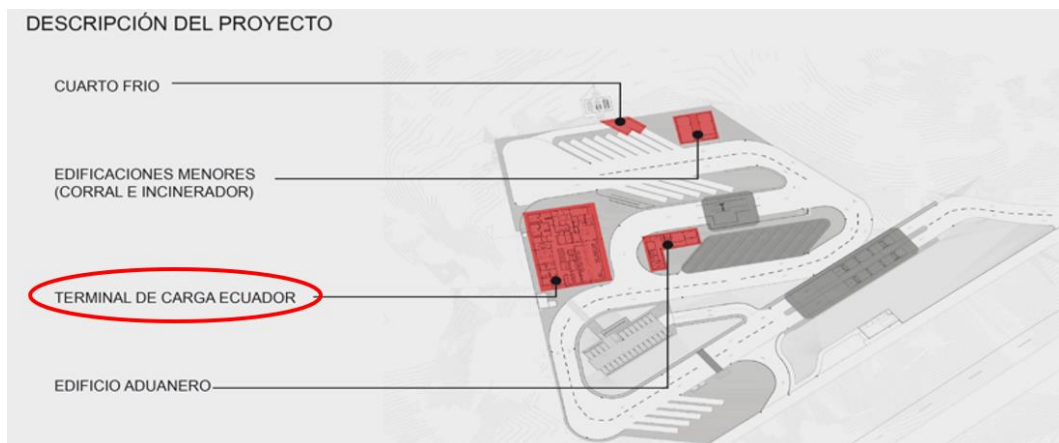


Figura 1. Terminal aduanero de carga en el CEBAF de Ecuador

Fuente: Adaptado de (CVA-HIDROPLAN, 2019)

El terminal en estudio posee una estructura de hormigón armado y además cuenta con una sola planta de un área de 1029.99 m<sup>2</sup> cuya zonificación por uso se detalla en la Figura 2. La importancia de realizar el análisis de interacción estructura – instalaciones hidrosanitarias para el terminal de carga, al igual que en todo proyecto, recae en que en repetidas ocasiones durante la fase constructiva se pueden generar demoras al incorporar los diseños hidrosanitarios con los estructurales por las incongruencias que estos pueden llegar a presentar, lo que conlleva a tomar decisiones no planificadas en obra. Además, el terminal

aduanero de carga al contar con una variedad de entidades ubicadas dentro de este necesita de una mayor cantidad de áreas de servicios hidrosanitarios, lo que exige de un mayor control de la posible presencia de este tipo de incongruencias y del detalle necesario para determinar adecuadamente los costos del proyecto.



Figura 2. Zonificación por uso del terminal aduanero de carga en el CEBAF de Ecuador

Fuente: (CVA-HIDROPLAN, 2019)

### 1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la fase constructiva de un proyecto es donde se presentan varios problemas e incongruencias entre los diseños de las diferentes disciplinas que integran el mismo, los cuales son realizados cada uno por separado. Esto desencadena que el contratista genere soluciones que no necesariamente son las óptimas e incluso que generan modificaciones que tienen repercusiones en varios aspectos de la edificación, el tiempo de entrega y el factor económico.

En el Ecuador comúnmente se presentan problemas cuando se integra en obra los planos hidrosanitarios con la estructura de la edificación, ya que muchas veces el diseño del trazado hidrosanitario, al no considerar el diseño estructural en su elaboración, puede encontrarse ante la necesidad de atravesar ciertos elementos estructurales, generando modificaciones en obra que no estuvieron contempladas en un principio. Así también, en repetidas ocasiones no se llega a considerar todos los accesorios que se requieren para ejecutar la instalación planteada. Si se toma en cuenta todos estos imprevistos se lograría un cálculo de las cantidades de obra y materiales más preciso, generando una planificación de costo-efectividad adecuada.

Por lo anteriormente expuesto es necesario utilizar una herramienta que no solo permita visualizar un modelo 3D, sino que además integre los diseños y la ejecución de las distintas disciplinas, logrando así que se trabaje de manera conjunta y se pueda llegar a acuerdos entre todas las ramas que conforman un proyecto, tales como el diseño arquitectónico, estructural, hidrosanitario, eléctrico, entre otros, antes de pasar a la fase de construcción. La metodología BIM busca lograr esto, integrando además todas las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante y considerando simulaciones del proceso constructivo.

## **1.4. OBJETIVOS**

### ***1.4.1 OBJETIVO GENERAL***

Implementar la metodología BIM a la gestión de costos y modelación de los diseños estructurales e hidrosanitarios del terminal aduanero de carga del Centro Binacional de Atención en Frontera Rumichaca (CEBAF) para demostrar los beneficios que se obtienen en un proyecto al integrar estos componentes en un solo modelo.

### ***1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS***

- Evidenciar la influencia que ha tenido la aplicación de la metodología BIM en el Ecuador y en el mundo en la mejora de la gestión de proyectos de ingeniería civil.
- Verificar que los diseños hidrosanitario y estructural definidos en los planos ya elaborados no presenten incongruencias que puedan causar modificaciones imprevistas en la fase constructiva del terminal.
- Establecer las diferencias entre el uso del software Revit que emplea la metodología BIM y el software AutoCAD que genera únicamente modelos 3D.
- Generar el cálculo de cantidades de obra empleando la metodología BIM para establecer el presupuesto definitivo y compararlo con el presupuesto previamente obtenido sin el uso de la metodología en mención.

### ***1.4.3 ALCANCE***

Se aplicará la metodología BIM a un caso real de gran relevancia como es el terminal aduanero de carga del Centro Binacional de Atención en Frontera, CEBAF, ubicado en el paso fronterizo de Rumichaca, entre las provincias de Carchi y Nariño, pertenecientes a los países de Ecuador y Colombia, respectivamente, cuyas fases de planificación y diseño han

culminado bajo el criterio de trabajo que conforman todas las ingenierías que integran el proyecto por separado.

La metodología BIM será aplicada específicamente a los diseños estructurales e hidrosanitarios del terminal en mención, así como a la ingeniería de costos involucrada en la construcción del mismo para finalmente presentar un análisis comparativo entre los costos obtenidos ocupando la metodología BIM vs. los costos previamente definidos, para así determinar la existencia o no de los beneficios de llevar esta metodología hasta su dimensión 5D.

#### ***1.4.4 HIPÓTESIS***

Con el respectivo trabajo de titulación se pretende comprobar lo siguiente:

La implementación de la metodología BIM hasta la dimensión 5D en el terminal aduanero de carga del CEBAF en el paso fronterizo de Tulcán-Ipiales establece beneficios en cuanto a un mejor control y seguimiento del proyecto mediante modelos que buscan prever conflictos entre los diseños arquitectónicos, estructurales e hidrosanitarios y generar un cálculo de volúmenes de obra más preciso.

## **2. CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1. MARCO REFERENCIAL Y ANTECEDENTES**

Actualmente el paso fronterizo de Tulcán e Ipiales cuenta con un CENAF (Centro Nacional de atención en Frontera) en donde cada país realiza los procedimientos de control aduanero, tanto de carga como de pasajeros, por separado. Las condiciones operativas son limitadas debido a su diseño operativo y al tamaño que estos poseen. De acuerdo al Banco Internacional de Desarrollo (2021) en 2017 el flujo vehicular de carga que pasaba por este paso fue de 1200 camiones al día y el cruce de una carga podía demorar entre 2 y 3 días.

Ecuador y Colombia tienen una de las más importantes relaciones comerciales entre los países que conforman el Eje Andino. En el 2016 las exportaciones a Colombia representaron para el Ecuador el 5% del total de exportaciones de ese año.

El transporte internacional de cargas por carretera en la región también tiene una gran relevancia, ya que, aproximadamente el 90% de las exportaciones de Ecuador hacia Colombia se exportan por este paso, y las de Colombia a Ecuador representan el 65%.

Existen acuerdos económicos que se desarrollan mediante la Comunidad Andina de Naciones (CAN) en lo que se establece que hay 0% de aranceles para algunos productos (Banco Internacional de Desarrollo, 2021).

En 2011 inició el funcionamiento del CEBAF en el paso fronterizo de Huaquillas- Aguas Verdes con lo que se obtuvo resultados positivos para Ecuador y Perú. A raíz de los problemas anteriormente mencionados que se daban lugar en el paso fronterizo de Tulcán e Ipiales, se decidió implementar aproximadamente en el año 2010 un proyecto de construcción semejante que cumpla con los requerimientos demandados por ambos países, para lo cual el MTOP contrató un estudio de prefactibilidad para el proyecto y cuya planificación y diseño fueron desarrollados de manera tradicional.

#### **2.1.1 Antecedentes BIM**

En el año 2002 Autodesk implementa la metodología BIM que busca lograr mejoras en la gestión de proyectos inmobiliarios, logrando posesionar esta metodología en varios países del mundo, sin embargo, en Ecuador esta no ha sido acogida del todo, por lo que se han efectuado investigaciones sobre proyectos ya elaborados que buscan demostrar los

beneficios que se obtienen en estos en las fases de análisis y diseño, construcción e incluso en las de operaciones y mantenimiento.

La metodología puede ser aplicada para el control y optimización de la gestión de cualquier aspecto que compone un proyecto.

Algunos de estos estudios son:

- APLICACIÓN DE MODELO BIM PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL (Acuña, 2016)

Con esta investigación se pretende demostrar los beneficios técnicos y de tiempo que se obtienen con la implementación de la metodología BIM en un proyecto vial.

- PLANIFICACIÓN Y CONTROL CONSTRUCTIVO DE UNA EDIFICACIÓN APLICANDO METODOLOGÍA BIM (Granja, 2018)

En este trabajo de disertación se empleó la metodología BIM durante el proceso de planificación y control constructivo de una Unidad Educativa del Milenio estándar para comprobar a través del modelo BIM elaborado el correcto avance del proyecto acorde al cronograma establecido desde su fase estructural hasta el detalle de acabados.

- IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM, ORIENTADA A LA GESTIÓN DE PROYECTOS INMOBILIARIOS. CASO DE APLICACIÓN: EDIFICIO DE PASAJEROS ECUADOR – CENTRO BINACIONAL DE ATENCIÓN EN FRONTERA RUMICHACA (CEBAF) (Nolivos, 2019)

En esta investigación se busca implementar la metodología BIM en el edificio de pasajeros del Centro Binacional de Atención en Frontera Rumichaca para lograr una mejor gestión de proyectos enfocándose en las etapas que lo componen y la recopilación de información necesaria en cada una de ellas, además de los roles que se cumplen en cada disciplina versus los establecidos acorde a la metodología tradicional.

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Importancia de la construcción en el Ecuador

La industria de la construcción tiene una gran importancia en el desarrollo de un país puesto que si estas aumentan o mejoran se puede evidenciar un crecimiento productivo en el mismo, y se relaciona directamente con la economía del país.

Este es un sector que genera una gran cantidad de empleos, tanto directos como indirectos, esto se debe a que esta es una de las industrias que requiere una gran cantidad de mano de obra de distintos niveles para su ejecución, esto considerando que en esta industria se requiere de la producción de bienes intermedios que también favorece a la generación de empleos (Lucero, 2020).

Según Pérez (2022) en su artículo publicado en la revista “Gestión” los empleos relacionados al sector de la construcción en promedio durante los años 2020, 2021 y el primer trimestre del 2022 representan el 6.48% del empleo total en el país.

El aporte de este sector al Producto Interno Bruto tiene una gran influencia ya que es este el que genera un alto valor agregado bruto (VAP), así como la atracción de inversiones y la creación de plazas de empleos (Lucero, 2020).

En los años previos a la pandemia entre 2010 y 2011 la industria de la construcción llegó a tener una participación del 17.6% dentro del PIB y en la Figura 3 se evidencia el aporte del sector en cuestión dentro de la economía del país que se tuvo hasta el 2019.

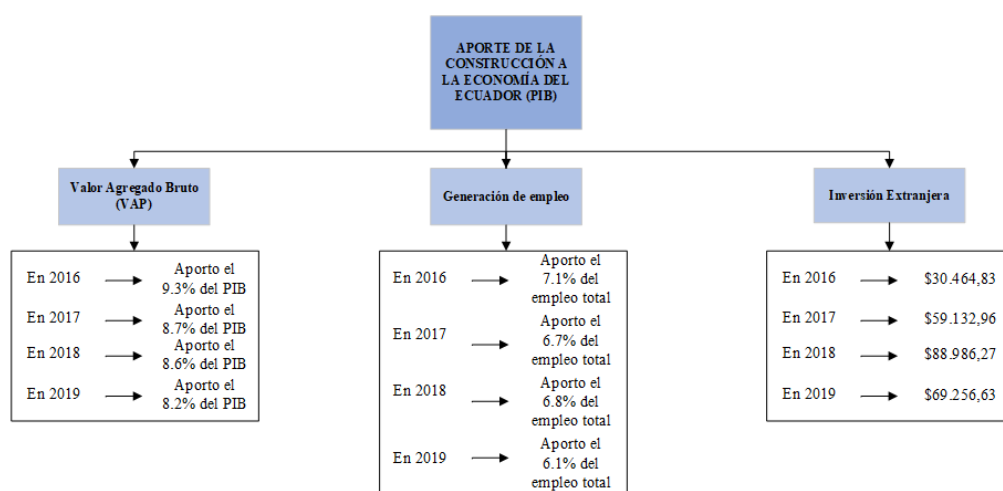


Figura 3. Aporte de la construcción a la economía del Ecuador (PIB)

Fuente: Adaptado de (Lucero, 2020)

Debido a la crisis mundial por los efectos de la pandemia Covid-19 el sector de la construcción refleja un decrecimiento significativo y se evidencia en su estancamiento dentro del PIB en los últimos años, siendo así que en las cifras entregadas por parte del Banco Central del Ecuador se refleja que el VAP llegó a representar únicamente el 1100.3 millones de dólares, esto considerando que en los años previos a la crisis sanitaria el VAP llegó a alcanzar 1465 millones de dólares (Pérez, 2022).

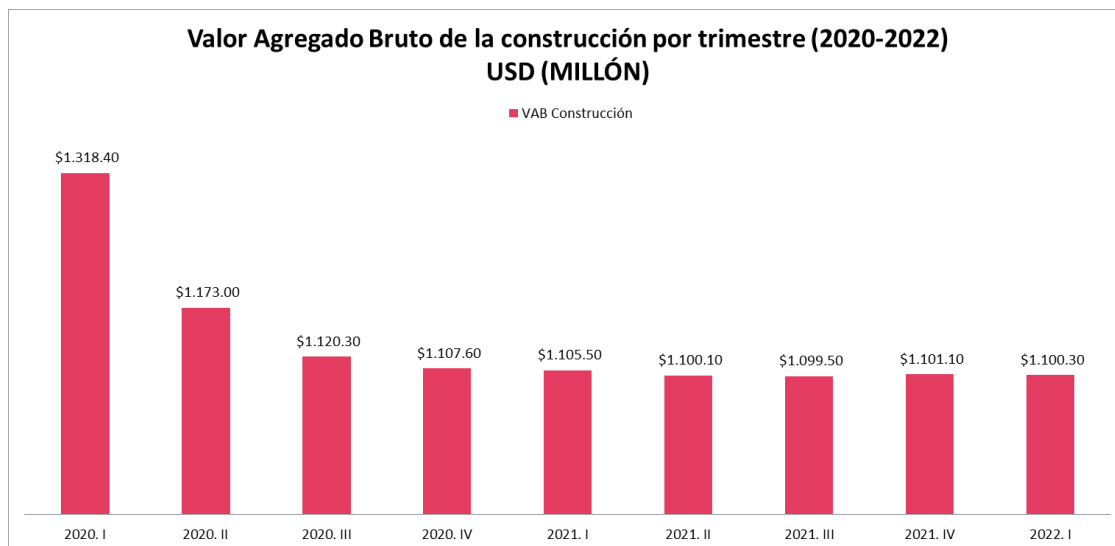


Figura 4. VAB de la construcción por trimestre (2020-2022)

Fuente: (Pérez, 2022)

Pérez (2022), menciona que es importante que se generen políticas públicas que incentiven nuevamente la construcción en el país, mediante créditos y alianzas público-privadas, para que de esta manera se logre un gran beneficio en el país.

### 2.2.2 Importancia del comercio bilateral entre Ecuador y Colombia

Ecuador y Colombia han mantenido una relación económica muy fuerte a lo largo de toda su historia, siendo así que mantienen una de las relaciones más fuertes entre los países que conforman el Eje Andino. (BID, 2018). Es importante que el comercio se mantenga en una circulación constante y para ello se requiere de acuerdos internacionales que faciliten este proceso. Según el Banco Central del Ecuador(2022) , en los dos primeros meses del año en curso, Colombia es el cuarto país al que más se exporta dentro de América y el tercer país del que más importaciones se recibieron.

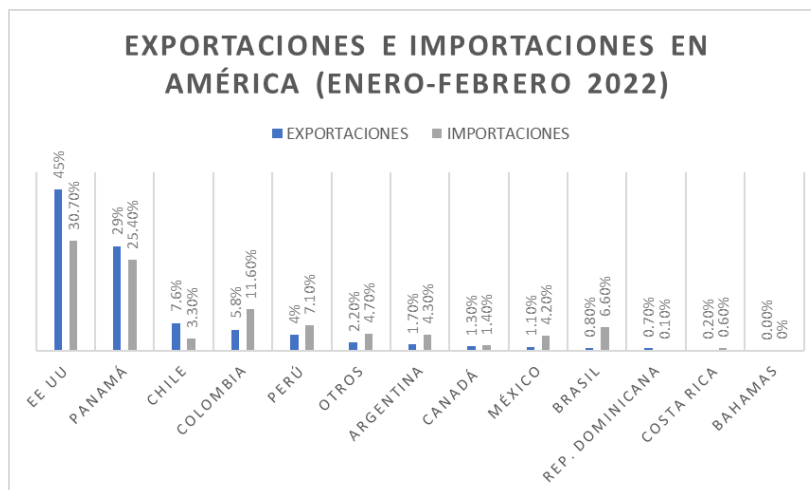


Figura 5. Exportaciones e Importaciones en América (Enero-Febrero 2022)

Fuente:(Banco Central del Ecuador, 2022)

Entre Ecuador y Colombia existe una frontera de 600 Km aproximadamente y existen tres pasos fronterizos principales, los cuales son: en el área costera entre la provincia de Esmeraldas y el Departamento de Nariño, en la Amazonia se encuentra el paso de San Miguel entre la provincia de Sucumbíos y el Departamento de Putumayo y por último está el puente Internacional Rumichaca en el paso de frontera entre la provincia del Carchi y el Departamento de Nariño, siendo este último el más importante, al tener una mayor circulación del comercio bilateral y el flujo migratorio (BID, 2018).

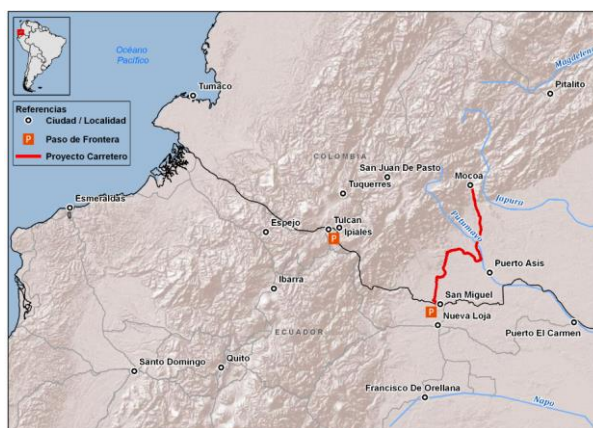


Figura 6. Frontera entre Ecuador-Colombia

Fuente: (BID, 2018)

Según estadísticas mostradas por el Banco Central en el primer trimestre del 2021 Colombia se ubica en el quinto lugar de los socios más importantes dentro de las

exportaciones no petroleras que realiza Ecuador a nivel mundial (Julio Prado Lucio-Paredes et al., 2021).

En la Figura 7 se refleja cómo era la incidencia del comercio entre Ecuador y Colombia en los años previos a la crisis sanitaria y como se desarrolló durante esta etapa.

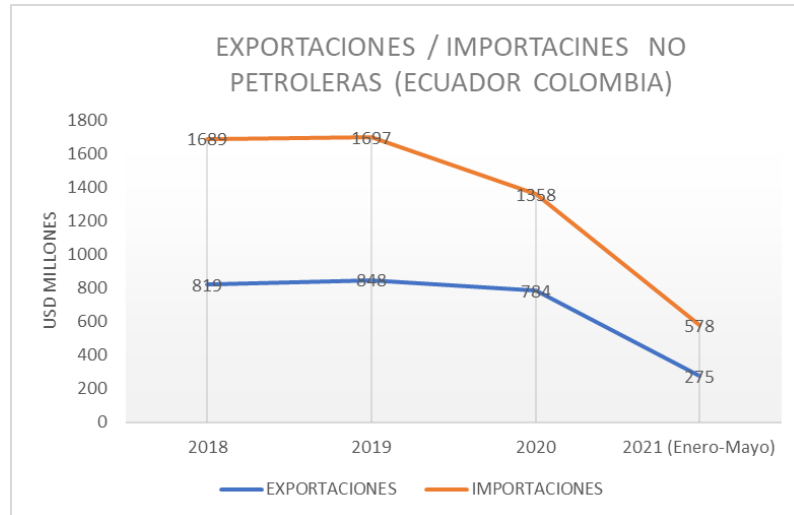


Figura 7. Exportaciones / Importaciones no petroleras (Ecuador-Colombia)

Fuente: (Julio Prado Lucio-Paredes et al., 2021)

El Ecuador al ser un país que se dedica a la exportación de materias primas son varias las industrias no petroleras las que se benefician de una buena relación comercial entre estos países, en la Figura 8 se representa el porcentaje de cada una de ellas.

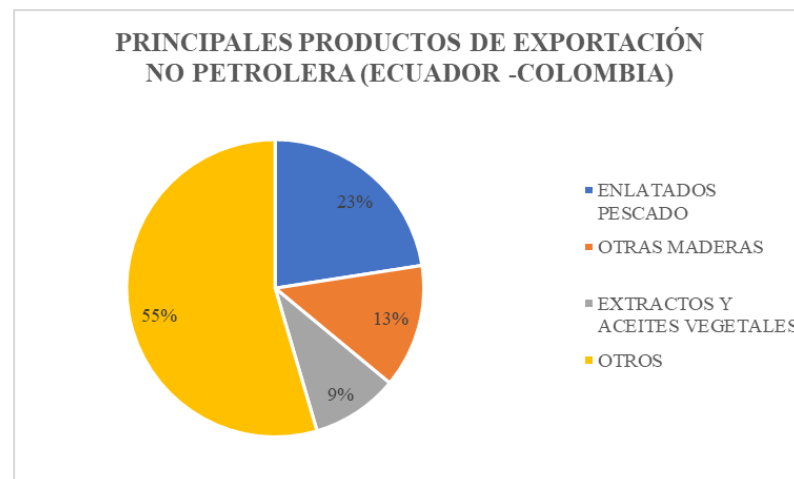


Figura 8. Principales productos de exportación no petrolera (Ecuador-Colombia)

Fuente: Adaptado de (Julio Prado Lucio-Paredes et al., 2021)

Por otra parte Ecuador también necesita de varios productos que se industrializan en Colombia y de esta manera se genera un comercio bidireccional entre ambos países, aportando directamente cada uno en la economía del otro.

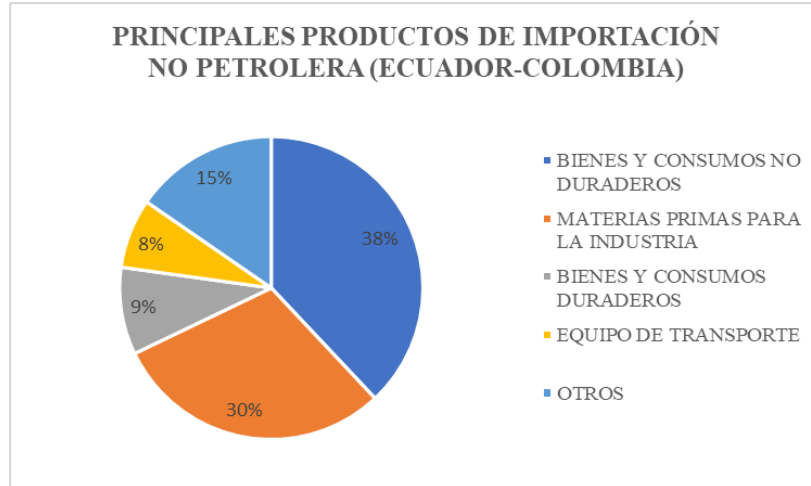


Figura 9. Principales productos de importación no petrolera (Ecuador-Colombia)

Fuente: Adaptado de (Julio Prado Lucio-Paredes et al., 2021)

### 2.2.3 ¿Qué es el Building Information Modeling (BIM)?

En términos puntuales, el BIM hace referencia a una metodología cuyo principio es la integración y el trabajo colaborativo entre los diversos actores de todas las disciplinas que forman parte de un proyecto de construcción. El objetivo del BIM es gestionar y documentar todo el ciclo de vida de una edificación o infraestructura a través de herramientas como softwares computacionales y estándares que permitan llevar la información de un proyecto de manera ordenada.



Figura 10. Ciclo de vida de un proyecto BIM.

Fuente: Adaptado de (KOALA ARCHITECTURE & ENGINEERING, 2020)

González (2015) aclara que la metodología debe diferenciarse entre las dos áreas que la componen: “Little BIM” y “Big BIM”.

El “Little BIM” abarca todo lo relacionado al software computacional, es decir, todo aquello que tiene relación con la modelación BIM. Esta área puede ser la más notoria de la metodología, sin embargo, únicamente es el canal de comunicación y desarrollo del trabajo de los actores de las distintas especialidades. Para que esto pueda ser llevado a cabo, se puede hacer uso de una gran variedad de programas que han sido desarrollados con el fin de poder integrar el concepto del BIM.

Por otro lado, el “Big BIM” tiene que ver con la aplicación de la metodología como tal. Esto es la gestión de la información del proyecto a través de pautas establecidas de tal manera que se pueda disponer de la misma en todo momento. Todos los agentes involucrados deben tomar como base esta parte del BIM a la hora diseñar y modelar con los softwares correspondientes con el fin de mantener un orden y presentar la información de manera clara y concisa (González, 2015).

#### ***2.2.4 Impacto de la implementación del BIM en el sector de la construcción***

El BIM, al ser una metodología relativamente nueva, no ha incursionado en todo el mundo aún. De hecho, son pocos los países que han adoptado a dicha metodología como un modelo a seguir para la concepción de proyectos de construcción.

Hasta la presente fecha, una gran cantidad de proyectos de construcción alrededor del mundo son desarrollados sin la integración de los diversos recursos tecnológicos y de innovación que han ido emergiendo de a poco, razón por la cual, su productividad reflejada respecto a la de otros sectores industriales alcanzan un nivel mucho menor (Gosalves et al., 2016).

La realidad es que el uso de la metodología tradicional en la gestión de proyectos de construcción no favorece a la implementación de métodos eficaces necesarios para reducir incertidumbres y riesgos en las distintas fases que comprenden un proyecto. El incorporar este tipo de herramientas ausentes en la metodología tradicional, permitiría no solo evitar riesgos, sino también garantizar con mayor fiabilidad el cumplimiento de los objetivos preestablecidos en términos de plazo, coste y calidad (Gosalves et al., 2016).

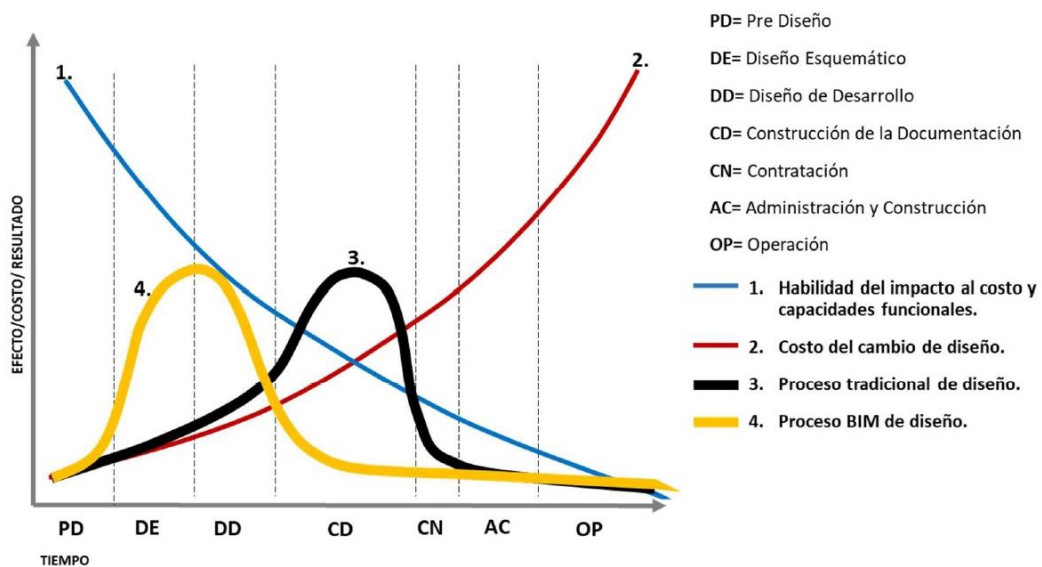


Figura 11. Curva de esfuerzo del proceso constructivo.

Fuente: Adaptado de (Maldonado, 2018)

La Figura 11 presenta una comparativa entre la incidencia de llevar a cabo un proyecto a través de la metodología BIM vs la metodología tradicional. Claramente, se observa que a través de la metodología BIM el mayor esfuerzo es requerido en las etapas de diseño, mientras que en la metodología tradicional este pasa a formar parte de la etapa de construcción.

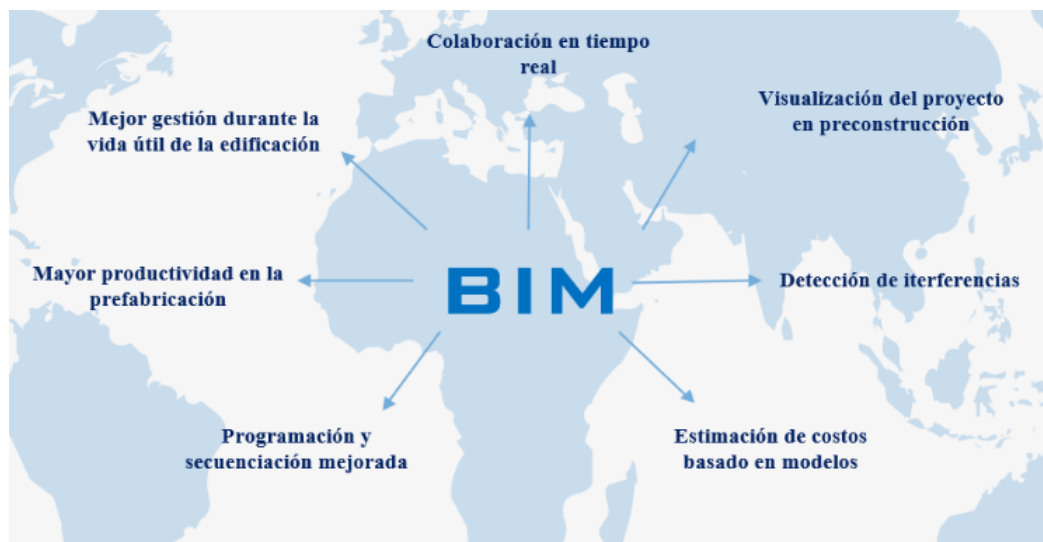
Es notorio que, en etapas tempranas, a pesar de que demande de una mayor carga de trabajo, es cuando más fácil resultará realizar cualquier tipo de cambio al proyecto además de que un menor costo y tiempo se verá involucrado en el caso de hacerlo.

No sucede lo mismo en la etapa de construcción, en donde si la carga de trabajo es mayor, se necesitará de un esfuerzo, costo y tiempo mucho mayor del que se hubiese requerido en etapas de diseño.

Es por ello que la metodología BIM supone ahorros significativos cuando de optimizar dichas variables se trata. En fases iniciales, todos los actores interactúan sobre un mismo modelo de tal manera que se pueda corregir cualquier tipo de incongruencia a tiempo y no tenga que esta verse modificada al momento de la ejecución.

### **2.2.5 Beneficios del BIM**

La implementación de la metodología BIM genera varios beneficios en el sector de la construcción durante toda la vida útil de un proyecto, esto debido a que puede generar una gestión más eficiente (Victorino Bravo, 2020). En la Figura 12 se presentan varios de los beneficios que se obtienen por medio de esta metodología.



*Figura 12. Beneficios del BIM*

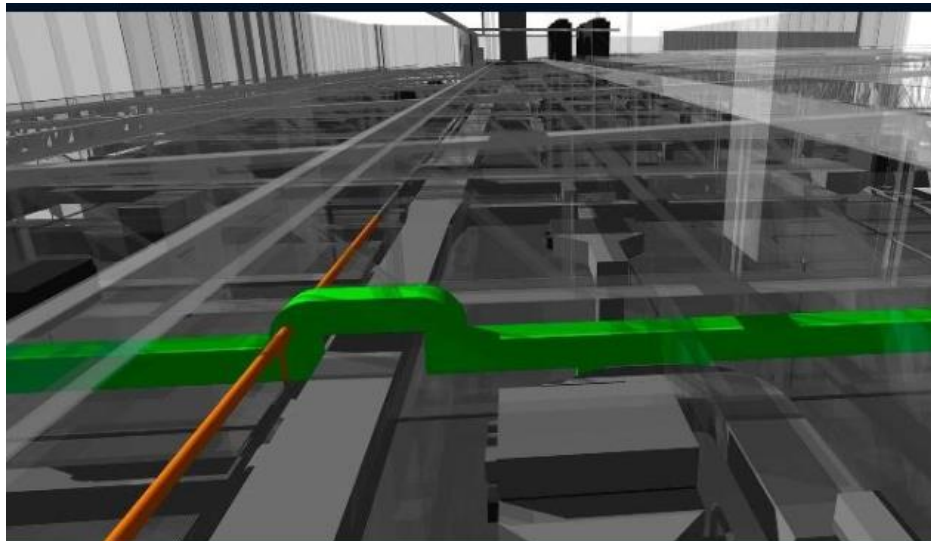
Fuente: Adaptado de (Victorino Bravo, 2020)

La metodología utiliza modelos digitales que permiten compartir y colaborar con distintos especialistas o responsables en tiempo real, esto debido a su sistema de colaboración con alguna de las herramientas de espacio digital disponibles hoy en día, de esta manera se asegura que todos los interesados tengan acceso a la información del proyecto

en cualquier momento y lugar permitiendo seguir con la metodología tanto en campo como en oficina (Victorino Bravo, 2020).

Una visualización del proyecto antes de su construcción con herramientas que permitan verificar espacios, acabados, etc. Resulta beneficioso puesto que se puede reducir costos y cambios en el diseño que se podrían generar durante la construcción (Victorino Bravo, 2020).

Una de las mayores complicaciones en obra es cuando se presentan interferencias entre la disciplina estructural e hidrosanitaria, otra de las ventajas es que al usar softwares BIM se puede identificar los posibles conflictos y planificar antes de la construcción en sitio (Victorino Bravo, 2020).



*Figura 13. Interferencias entre disciplinas*

Fuente: (QUEBEC Consultores, 2022)

En los modelos BIM se almacena información parametrizada que genera tablas de planificación que facilitan información de cantidades reales acorde lo que se especificó en los materiales seleccionados durante el modelamiento. BIM permite que el diseño y la documentación correspondiente se realice simultáneamente (Victorino Bravo, 2020).

La información de estos modelos también contiene datos necesarios para su mantenimiento por lo que por medio de un registro digital se garantiza una buena administración durante toda la vida útil del proyecto (BIMnD, 2022).

### 2.2.6 Futuro del BIM

En la actualidad son varios los países que están incursionando en la metodología BIM, tanto en el sector público como privado, siendo así que en varios países se han generado sus propios estándares basados en normas internacionales para su uso. Sin embargo, aún existen varios países que únicamente han escuchado del tema, pero no se lo aplica. En la siguiente figura se observa cuáles eran los países que manejaban BIM en 2020 y en cuales existía planes para su implementación.



Figura 14. Influencia del BIM en el mundo

Fuente: (Autodesk, 2020)

El mundo cada vez avanza en el desarrollo de tecnologías que faciliten y optimicen la realización de procesos que faciliten y reduzcan el tiempo de ejecución de diversas actividades, por lo que la industria de la construcción no es la excepción, y BIM es esta herramienta genera innovación y una mejor ejecución de estos procesos, por lo que Monterroso (2021), afirma el futuro del BIM ya es el presente y a lo que se puede hacer referencia sobre el futuro de esta metodología es a los datos que estos modelos otorgan y el uso que se les podría llegar a dar.

Considerando las perspectivas que se tienen sobre esta metodología es importante que la academia busque integrar el uso de esta herramienta en las carreras que se encuentran vinculadas al sector de la construcción.

### 2.2.7 Dimensiones BIM

Como ya es de conocimiento, el alcance del BIM no llega solo hasta un modelo en 3D, sino que abarca un seguimiento del ciclo de vida del proyecto completo. Entonces, la importancia de la metodología recae en la participación de la misma desde las fases de diseño y concepción de la edificación o infraestructura hasta la fase de mantenimiento o demolición.

Es por ello que el alcance del BIM ha sido definido por 7 dimensiones que definen los niveles de información que este puede abarcar, partiendo de un nivel que comprende una simple idea del proyecto hasta uno en el que se obtiene el máximo provecho de la metodología al gestionar el mantenimiento del mismo.



Figura 15. Dimensiones BIM

Fuente: (Econova, 2020)

A manera de una breve explicación, Vitorino (2020) expone el alcance de cada de una de las 7 dimensiones BIM mencionadas.

- Dimensión 1D: Idea

En esta dimensión es donde surge la idea base del proyecto, llegando a definir aspectos como la localización del mismo, los estudios de prefactibilidad, el estudio de mercado correspondiente y otras estimaciones que se contemplan en un inicio. Asimismo, esta dimensión abarca todo lo que concierne a estándares y leyes que el proyecto tendrá que cumplir.

- Dimensión 2D: Planos

La dimensión 2D consta de las características generales que comprenden el proyecto. Parte de esta forman los planos 2D, en su mayoría realizados en CAD, los cuales son gestionados de forma física e individual. El resto de las dimensiones toman como base la dimensión 2D para su implementación.

- Dimensión 3D: Modelamiento

Básicamente esta dimensión comprende la elaboración del modelo digital del proyecto, mismo que contiene la información necesaria para representar la geometría de la edificación o infraestructura. El modelo 3D es una representación de las distintas especialidades que trabajan en conjunto, partiendo desde la arquitectura que define la fachada del proyecto hasta detalles de ingeniería como componentes estructurales, equipos mecánicos e instalaciones diversas tanto interiores como exteriores; todos estos confluyendo en un único modelo integrado.

- Dimensión 4D: Planificación

Para esta dimensión el tiempo se integra al modelo 3D a través de la generación del cronograma de trabajo. Esto permite una mayor facilidad de control de dinámica y ejecución del proyecto, mediante simulaciones de las distintas fases de construcción. De esta manera se genera una mayor fiabilidad respecto a la seguridad y eficiencia del producto final.

- Dimensión 5D: Costo

La dimensión 5D se enfoca en la determinación de costos y gastos del proyecto con el objetivo de obtener una mayor rentabilidad en este. Adicionalmente, en esta se genera una estimación de los costos correspondientes a la fase de operación y mantenimiento del proyecto, colaborando a que a futuro los operadores logren controlar de mejor manera toda información financiera del mismo.

- Dimensión 6D: Sostenibilidad Energética

Conocida también como Green BIM, la dimensión 6D permite realizar análisis energéticos y de sostenibilidad. En esta dimensión se puede prever el comportamiento energético del proyecto con el objetivo de verificar el cumplimiento de requisitos para la validación de certificaciones energéticas además de la optimización de procesos tales como futuras inspecciones o reparaciones. La dimensión 6D logra reducir de manera significativa un posible impacto negativo o daño al medio ambiente.

- Dimensión 7D: Mantenimiento

La implementación de la dimensión 7D comprende la aplicación de la gestión de activos a partir de conceptos de planificación, organización y gestión integrada. Esta dimensión tiene como propósito hacer uso del modelo As-Built del proyecto para realizar procesos de

operación, mantenimiento y reformas a lo largo de la vida útil del mismo, logrando de esta manera optimizar el rendimiento de los activos y reducir su costo.

### 2.2.8 Diferenciación entre modelos BIM y modelos 3D

Es muy común confundir la modelación en 3D con la modelación BIM. A simple vista pareciera que ambos presentan un modelo tridimensional del cómo se verá el producto final de una edificación o infraestructura. Un modelo BIM va más allá que una simple modelación en 3D, este puede constituir hasta un total de 8 dimensiones como ya fue visto con anterioridad.

Manosalva (2020) explica que el verdadero potencial del modelo BIM reside en la información contenida en este. Esta información, cargada al modelo a través de los distintos elementos que componen el mismo, no solo se encuentra almacenada, sino que también es procesable. Básicamente el modelo BIM permite:

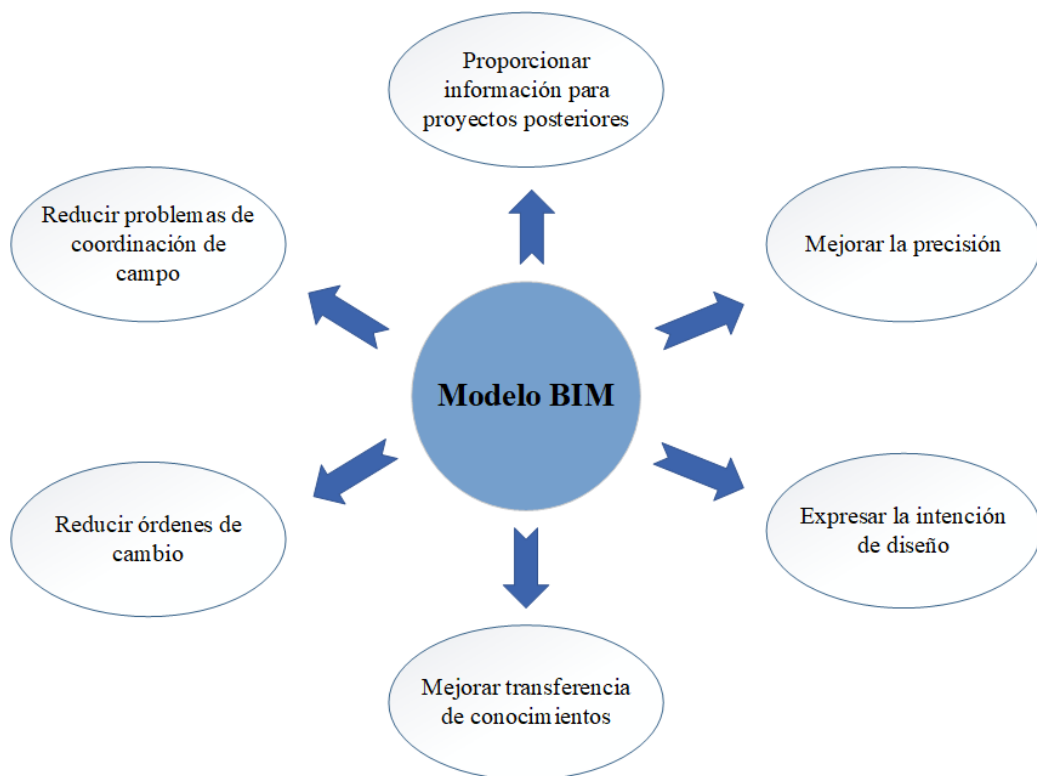


Figura 16. Intenciones modelo BIM

El modelo BIM, a pesar de también ser un prototipo virtual que representa el resultado pretendido, a diferencia de un modelo simple 3D, permite que todos los involucrados en el proyecto intervengan a lo largo del ciclo de vida de este.

El hecho de que los diferentes agentes puedan verse involucrados de esta manera se debe a que el modelo BIM es prácticamente una base de datos que se alimenta continua y simultáneamente.

Los elementos de un modelo BIM contienen información relacionada a la construcción y la visualización de estos puede generarse de manera interactiva, de tal manera que la comunicación entre los actores de las distintas especialidades participantes del proyecto se facilita a tal punto que pueden centralizar su conocimiento sobre lo que están tratando de proyectar (Gosalves et al., 2016).

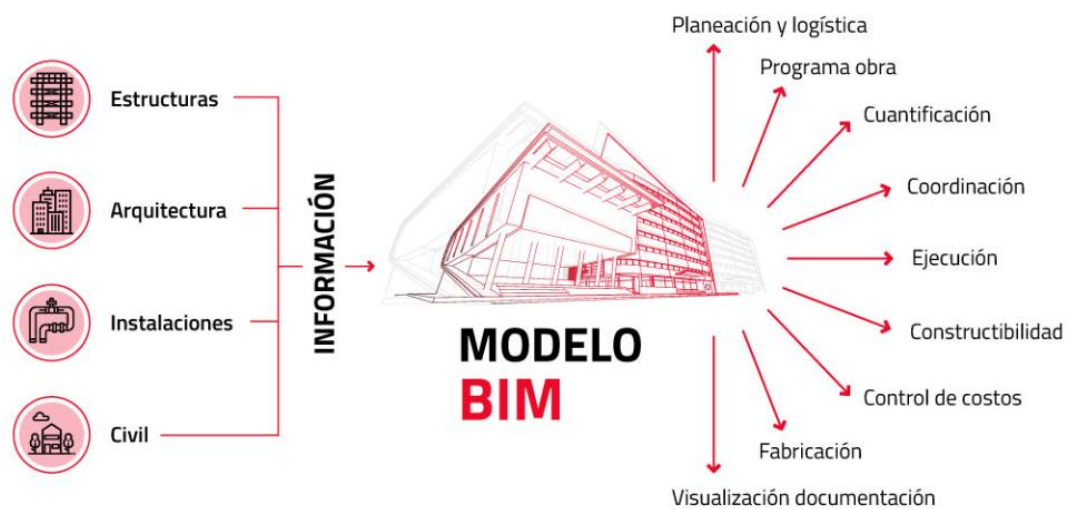


Figura 17. Características modelo BIM.

Fuente: (Figueroa, 2019)

Una vez cargada toda la información al modelo BIM, esta servirá para llevar a cabo de manera coordinada todo el proceso de la gestión del proyecto desde la planeación y logística hasta la construcción y seguimiento de este.

Adicionalmente, a partir del modelo BIM se pueden realizar simulaciones que permiten verificar el correcto funcionamiento de varios componentes que comprenden la edificación o infraestructura, tales como el de instalaciones, operaciones, comportamiento energético, medidas de seguridad, etc. (Gosalves et al., 2016).

### 2.2.9 Comparación entre metodología tradicional y metodología BIM

El uso de simplemente modelos 3D o CAD para la elaboración de planos y gestión de proyectos va de la mano de una metodología que el BIM busca dejar atrás, mejor conocida como tradicional. A través de esta la interacción simultánea e interoperabilidad entre las

especialidades no es posible, pudiendo presentar inconsistencias en fases de diseño y limitaciones en fases de construcción y posteriores.

A manera de comparación entre ambas metodologías para comprobar las ventajas de ocupar BIM frente al método tradicional, se presenta el siguiente cuadro:

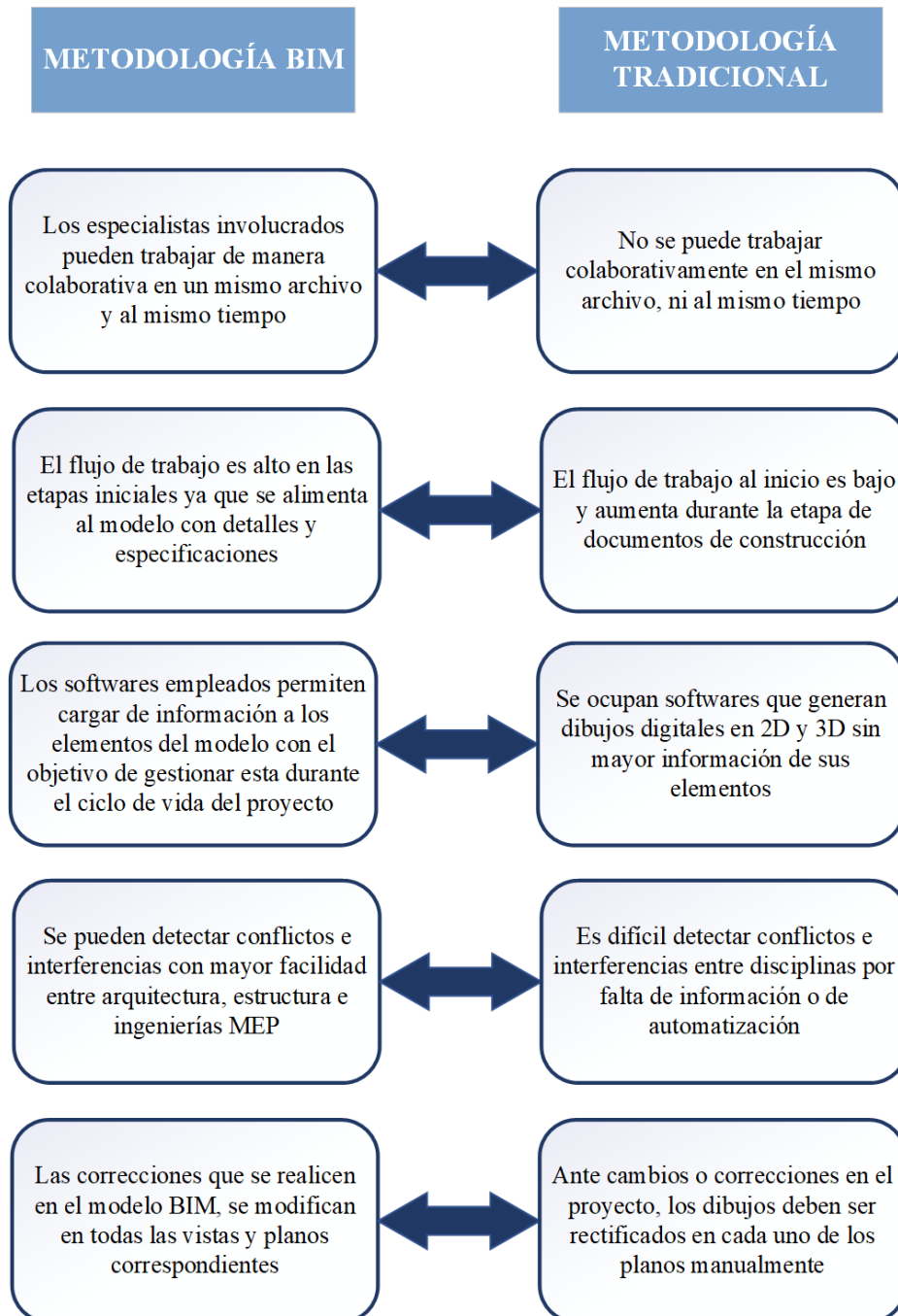


Figura 18. Comparativa metodología BIM vs metodología tradicional.

Fuente: Adaptado de (DRS Gestión Integral de Proyectos, 2021)

### 2.2.10 Trabajo Colaborativo

El trabajo colaborativo se basa en la creación de un entorno digital que permita el intercambio de información de todos los implicados en cualquier momento y lugar, logrando así que la comunicación sea más directa y buscando el éxito de un proyecto.

El trabajo colaborativo en un entorno BIM se basa en la creación de un modelo centralizado al que todos los interesados tengan acceso y puedan alimentarlo por medio de modelos locales (Choccata, 2021).

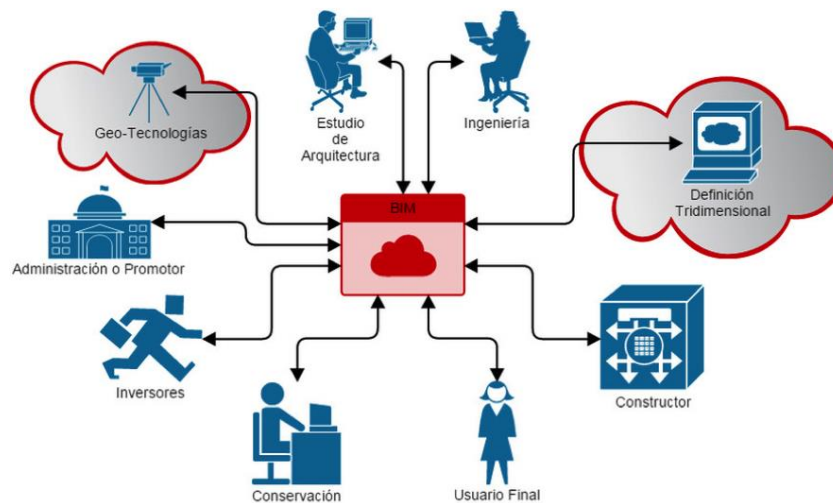


Figura 19. Trabajo colaborativo

Fuente: (Choccata, 2021).


La metodología BIM también hace referencia a la manera de adaptar una correcta gestión de documentos, por lo tanto, se debe considerar las herramientas del modelo que se emplean tanto como la manera de almacenar y compartir la información.

Rodríguez (2020), menciona que al trabajo colaborativo se lo puede diferenciar en tres tipos dependiendo del alcance al que estos lleguen, estos son:

- **Local:** Cada usuario encargado de la modelación genera su modelo y se sincroniza de manera automática o manual en el entorno de trabajo virtual, se crean los modelos locales por subproyectos.
- **Local Multidisciplinar:** Se trabaja con modelos en distintos softwares, se requiere de nubes BIM y se genera archivos centrales para dwg, rvt, etc.

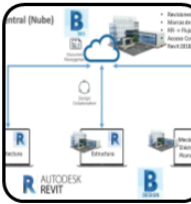
- **Global:** Se trabaja en varios sitios, determinando a uno de ellos como el anfitrión. Se trabaja con los servidores en la web para sincronizar los modelos locales o se utilizan aceleradores.

Existen numerosas herramientas para implementar el trabajo colaborativo en un entorno BIM, algunas de estas son:




**BIMcollab**

- \* Tiene un conjunto de software que permite facilitar la comunicación entre las herramientas BIM: Revit, ARCHICAD, Navisworks, Solibri y Tekla Structures.
- \* Es un software de pago mensual con membresía gratuita para un determinado número de usuarios y con opciones delimitadas.




**BIM 360 Design**

- \* Es la plataforma digital de Autodesk, permite consultar y compartir los datos de un proyecto de Revit al instante, generando funciones a los usuarios como editores, colaboradores y revisores.
- \* Este es un software pagado.




**DROPBOX**

- \* Ofrece un lugar centralizado que facilita el acceso a los archivos desde cualquier lugar.
- \* Es un software de pago con un precio inferior a los dos antes mencionados.



**GOOGLE DRIVE**

- \* A pesar de no ser un software BIM catalogado, su uso ayuda en la implementación de esta metodología puesto que se genera un espacio virtual de trabajo en el que se sincronizan los modelos y la información.
- \* Es un software de pago con membresía gratuita hasta un determinado límite de capacidad.



**TEAM WORK**

- \* Esta plataforma es propia de ArchiCAD y garantiza una máxima velocidad y seguridad en los datos compartidos.
- \* Es un complemento de pago en ArchiCAD

Figura 20. Herramientas para el trabajo colaborativo

Adaptado de Fuente: (Choccata, 2021)

### 2.2.11 Etapas de un proyecto BIM

Bilal Succar, jefe editor del BIM Dictionary, propone 3 etapas, además de una inicial y una final, que definen el flujo de trabajo que debe llevar un proyecto al aplicar la metodología a BIM y el nivel de madurez correspondiente de cada una (Sierra, 2016).

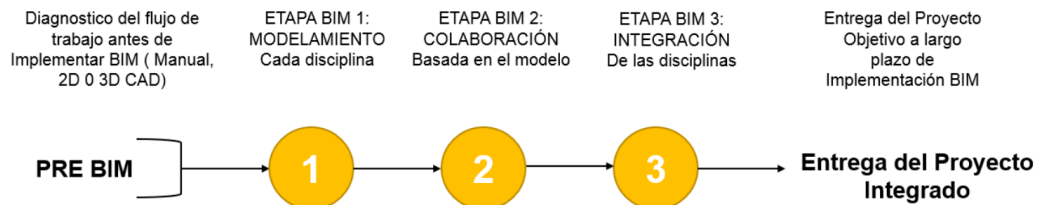


Figura 21. Etapas BIM de un proyecto

Fuente: (Sierra, 2016)

Sierra (2016) presenta una breve descripción de cada una de las etapas mencionadas y apreciadas en el esquema anterior.

- Pre BIM

El pre BIM básicamente corresponde al proceso común llevado a cabo para la elaboración y documentación de un proyecto. Los modelos o prototipos 3D son realizados a base planos 2D que muchas de las veces presentan incoherencias debido a la falta de sincronización entre las especialidades participantes. De manera consecuente, la estimación de costos y cantidades no resulta del modelo generado sino de los planos elaborados, presentando fallas e imprecisiones.

- Modelamiento (Etapa BIM 1)

Esta etapa inicia con el uso de un software de modelamiento 3D como es el caso de Revit. Los actores, en cualquiera sea la fase del proyecto, generan los modelos correspondientes a sus especialidades de forma independiente. Del modelamiento se obtiene como entregables los modelos generados para su respectivo uso y coordinación de la documentación.

- Colaboración basada en el modelo (Etapa BIM 2)

Para esta etapa empieza a existir la colaboración entre los agentes del proyecto. Esto implica el intercambio de los modelos que cada uno ha generado para un mejor conocimiento de la configuración del resto de especialidades. Este intercambio además se puede generar entre las diferentes fases que comprenden un proyecto que son la de diseño, construcción y

operación. El nivel de detalle de los modelos es mayor y estos reemplazan a los ocupados en etapas anteriores.

- Integración de disciplinas (Etapa BIM 3)

En esta etapa todos los modelos son integrados y manejados de forma colaborativa entre las distintas especialidades por el resto de las fases del proyecto. La integración de toda la información permite análisis complejos de los modelos en etapas tempranas y de construcción o posteriores, logrando además implementar políticas ecológicas, principios lean y estimación de un costo total del proyecto a lo largo de su ciclo de vida.

- Entrega integrada del proyecto

La entrega integrada del proyecto es el objetivo al cual toda implementación BIM debe llegar. El planteamiento que esta presenta consiste en la integración de todos los sistemas, estructuras y personas que se vieron involucrados en el proceso de tal manera que se pueda aprovechar todos los recursos disponibles al máximo. De esta manera se reflejan beneficios como la reducción de desperdicio, el incremento de la eficiencia y la optimización de resultados.

### **2.2.12 Usos BIM**

La metodología BIM se emplea a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto, la Universidad de Pensilvania en su documento “The Use of BIM de la UPenn” clasifica un total de 25 usos que esta metodología puede aportar en las cuatro etapas del proyecto: planificación, diseño, construcción y operación (Soto et al., 2021).

Soto et al (2021), menciona que es importante generar los objetivos del proyecto para poder identificar cuales usos son realmente necesarios y los recursos que se deben emplear en cada uno de ellos.

Tabla 1

Usos BIM

USOS BIM / ETAPAS DE LA CONSTRUCCIÓN		PLANIFICACIÓN	DISEÑO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN
1	Levantamiento de condiciones existentes	*	*	*	
2	Estimación de Cantidades y Costos	*	*	*	
3	Planificación de Fases	*	*	*	
4	Análisis del Cumplimiento del Programa	*	*		
5	Análisi de Ubicación	*	*		
6	Coordinación 3D	*	*	*	
7	Diseño de especialidades		*		
8	Revisión del Diseño		*		
9	Análisis Estructural		*		
10	Análisis Lumínico		*		
11	Análisis Energético		*		
12	Análisis Mecánico		*		
13	Otros Análisis de Ingeniería		*		
14	Evaluación de Sustentabilidad		*		
15	Validación Normativa		*		
16	Planificación de Obra			*	
17	Diseño del Sistema Constructivo			*	
18	Fabricación Digital			*	
19	Control de Obra			*	
20	Modelación as-Built			*	*
21	Gestión de Activos				*
22	Análisis de Sistemas				*
23	Mantenimiento Preventivo				*
24	Gestión y Seguimiento de Espacios				*
25	Planificación y Gestión de Emergencia				*

Fuente: (Soto et al., 2021)

### 2.2.13 Niveles de información (DNI)

Los niveles de información hacen referencia a los grados de profundidad que tienen los modelos BIM. Esta terminología es basada en el estándar desarrollado por “The American Institute of Architects” (AIA) y por “BIMForum USA”. Sin embargo, el termino internacional comúnmente utilizado es: LOD, que puede tener varios significados dependiendo del país que lo use. En Estados Unidos las siglas en inglés tienen la denominación: “Nivel de desarrollo”(Soto et al., 2021).

Los modelos BIM contienen entidades y cada una de estas entidades posee NDI, por lo tanto, los modelos no se definen según un NDI. Por otra parte, los niveles de información pueden aumentar o cambiar a medida que el proyecto sigue su curso.

Soto et al, (2021) señala que la información de un modelo BIM puede ser de carácter geométrico y no geométrico y algunos ejemplos de estas informaciones se detallan a continuación.

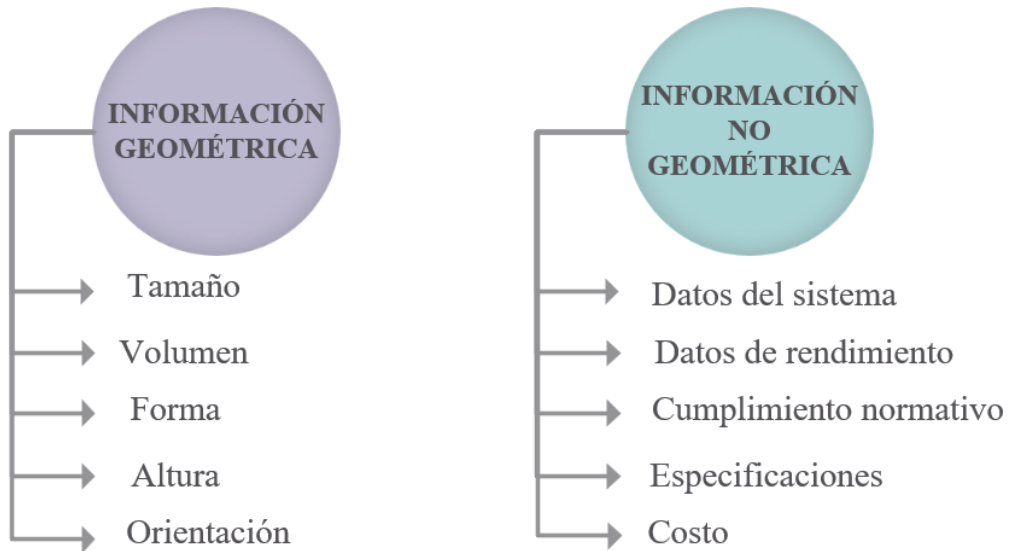


Figura 22. Información de un modelo BIM.

Fuente: Adaptado de (Soto et al., 2021)

En la Tabla 2 se detalla cada uno de estos niveles y la descripción de cada uno de ellos.

Tabla 2

*Niveles de información*

<b>CONCEPTO</b>		<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>NDI-1</b>	INFORMACIÓN INICIAL GENERAL	Información inicial que, que puede ser estimativa, acerca de áreas, alturas, volumen, localización y orientación de los elementos generales.
<b>NDI-2</b>	INFORMACIÓN BÁSICA APROXIMADA	Información básica del tamaño, forma, localización, cantidad y orientación que sea relevante para el montaje de los elementos.
<b>NDI-3</b>	INFORMACIÓN DETALLADA	Información detallada del tamaño, forma, localización, cantidad, orientación que sea relevante para el montaje de los elementos.
<b>NDI-4</b>	INFORMACIÓN DETALLADA Y CORDINADA	Información detallada y coordinada respecto del tamaño, forma, localización, cantidad, orientación e interacción entre los sistemas de construcción y sus elementos de montaje específico.
<b>NDI-5</b>	INFORMACIÓN DETALLADA DE LA FABRICACIÓN Y MONTAJE	Información detallada de la fabricación y montaje considerando el tamaño, localización, cantidad, orientación e interacción entre los elementos.
<b>NDI-6</b>	INFORMACIÓN DETALLADA DE LO CONSTRUIDO Y SU PUESTA EN MARCHA	Información detallada del tamaño, forma, localización, cantidad, orientación y de la puesta en marcha de los elementos construidos.

Fuente: Adaptado de (Soto et al., 2021)

#### ***2.2.14 Aplicación de la metodología BIM en el mundo***

El uso de la metodología BIM alrededor del mundo ha ido creciendo a medida que se ha podido observar los grandes beneficios que trae consigo el implementarla, especialmente, en proyectos de gran magnitud.

Muchos países no conocen con exactitud el alcance de la metodología, por lo que su implementación sigue siendo nula o apenas surge como idea de adopción futura. La realidad es que el BIM es el futuro, y aunque aún su acogida no sea global, evidentemente es una metodología que ha venido para evolucionar las formas de diseño y construcción en toda clase de proyectos.

Varios países europeos, por ejemplo, han generado documentación de carácter gubernamental con el fin de implantar de manera estandarizada el uso del BIM para todas las fases que comprenden un proyecto, siendo estas la redacción y diseño de este, su ejecución e inclusive, la fase de mantenimiento (Gosalves et al., 2016).

Asimismo, en ciertos países como el Reino Unido, Finlandia y Estados Unidos, el BIM ha sido combinado con procesos de contratación colaborativos, permitiendo compartir tanto riesgos como beneficios y así poder sacar el máximo provecho de este (Gosalves et al., 2016).

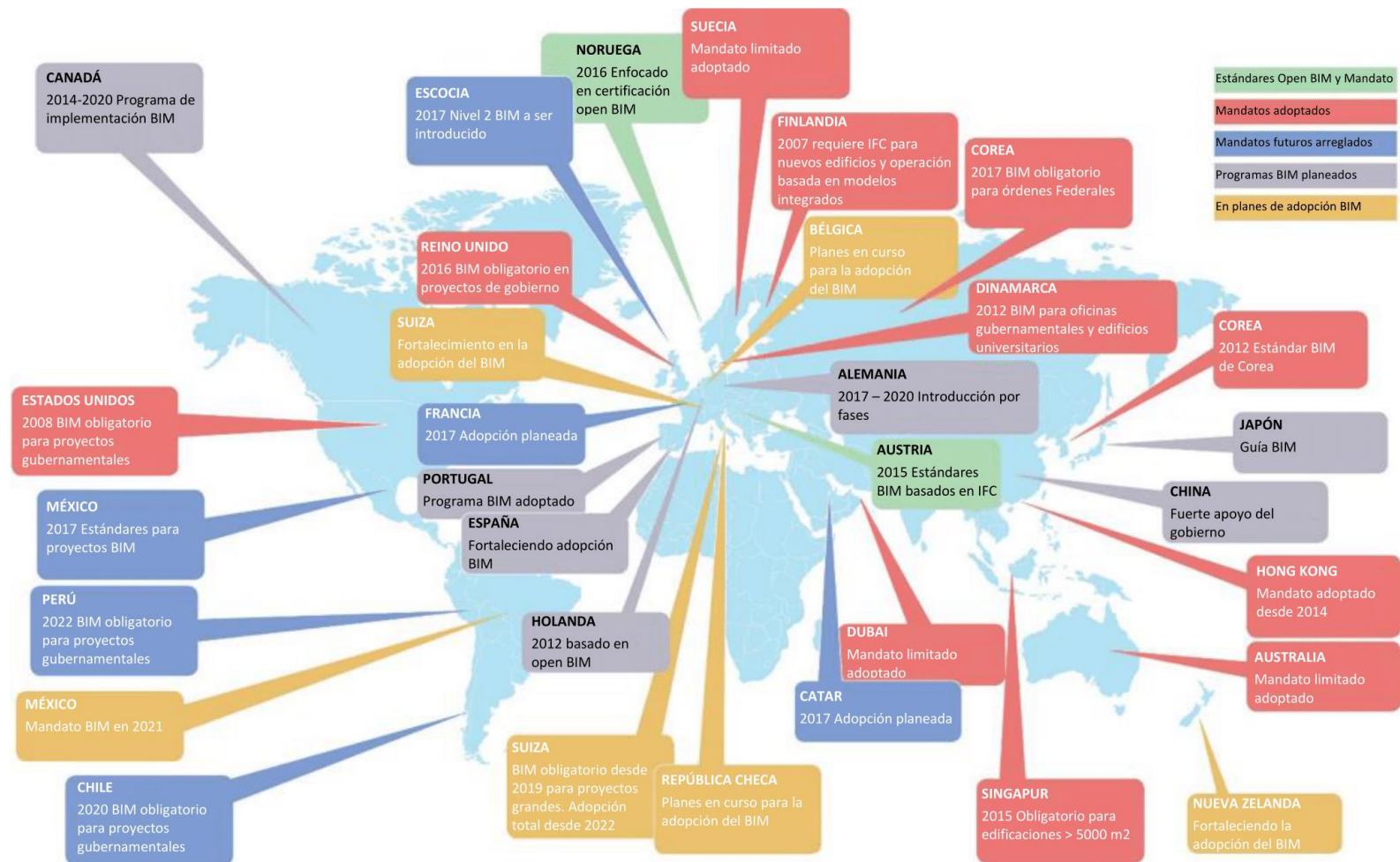


Figura 23. Aplicación metodología BIM en el mundo.

Fuente: Adaptado de (Villamizar, 2021)

Como se observa en la Figura 23, son algunos los países que ya han venido implementando la metodología BIM desde hace varios años atrás y otros en donde la iniciativa de su adopción apenas se ha visto en manifiesto. Cada país se encuentra en diferente fase de adopción del BIM, sin embargo, todos se dirigen hacia un mismo objetivo a futuro, el cual es su total implementación para la gestión de proyectos de construcción.

A continuación, se presenta la situación que atraviesan algunos de los países alrededor del mundo en cuanto a la adopción de la metodología.

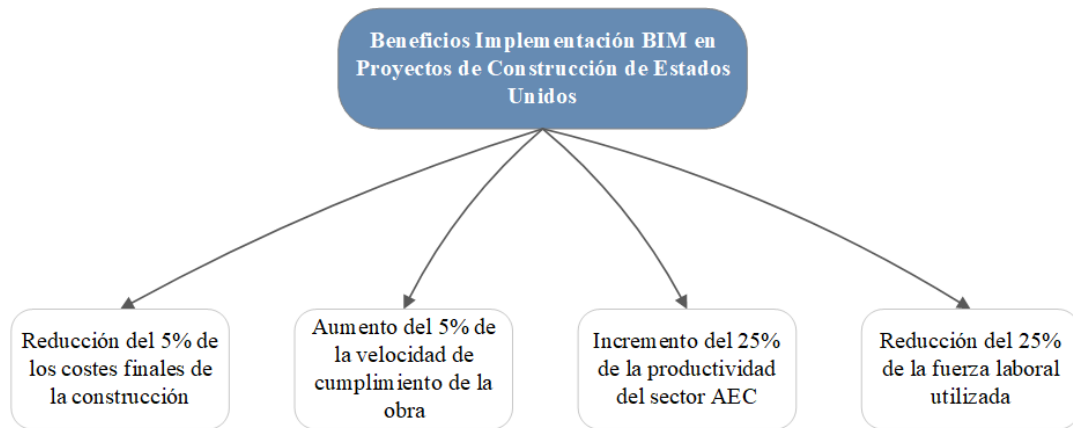
#### Estados Unidos

Los Estados Unidos son conocidos por ser los pioneros en el desarrollo e implementación del BIM en proyectos de construcción. Para el año 1970, el país ya había adoptado la metodología en su fase inicial, no obstante, por problemas entre las instituciones y los estados federales, su impulso inicial se vio mermado (BibLus, 2020).

De manera consecuente, Estados Unidos no es hoy en día uno de los países con mayor grado de avance respecto a la adopción del BIM, sin embargo, en los 3 últimos años su implementación ha vuelto a cobrar fuerza entre los estados confederados, pudiéndose observar su aplicación en diversos proyectos de construcción (BibLus, 2020).

La realidad de Estados Unidos en la actualidad es que falta una norma nacional que rija para todos los estados confederados del país para todo tipo de proyectos, ya que, de momento, cada proyecto que implementa BIM se desarrolla de forma diferente, dependiendo únicamente de lo establecido entre el contratista y el cliente (BibLus, 2020).

Asimismo, BibLus (2020) expone los resultados de un estudio realizado por el National Institute of Building Sciences (NIBS) para Estados Unidos que refleja notorios beneficios de haber implementado BIM en proyectos de construcción.



*Figura 24. Resultados Implementación BIM en proyectos de Estados Unidos*

Fuente: Adaptado de (BibLus, 2020)

## Reino Unido

Zigurat Global Institute of Technology (2018) afirma que la adopción del BIM en el Reino Unido nace a raíz de la evidente mala organización que llevaban los proyectos de construcción en el país. Para el año 2008, la crisis financiera mundial estaba afectando a varios sectores industriales y en el Reino Unido el sector de la construcción no marchaba nada bien; el incumplimiento de plazos y costes estaba dejando a un lado la rentabilidad de los proyectos

El BIM se introduce entonces como una solución a todos estos problemas. A partir de ello grandes empresas fueron las primeras en tratar de implementar la metodología, sin embargo, las pequeñas y medianas empresas han sido las que hasta la presente fecha han logrado adoptarla en su totalidad debido a la flexibilidad y mayor sencillez con la que cuentan los proyectos (BibLus, 2020).

Desde el año 2016, para todo proyecto del sector público las licitaciones deben ser realizadas ocupando el Nivel BIM 2, por lo cual, de no emplear la metodología hasta dicho grado de madurez, no se puede participar en ningún proyecto (BibLus, 2020).

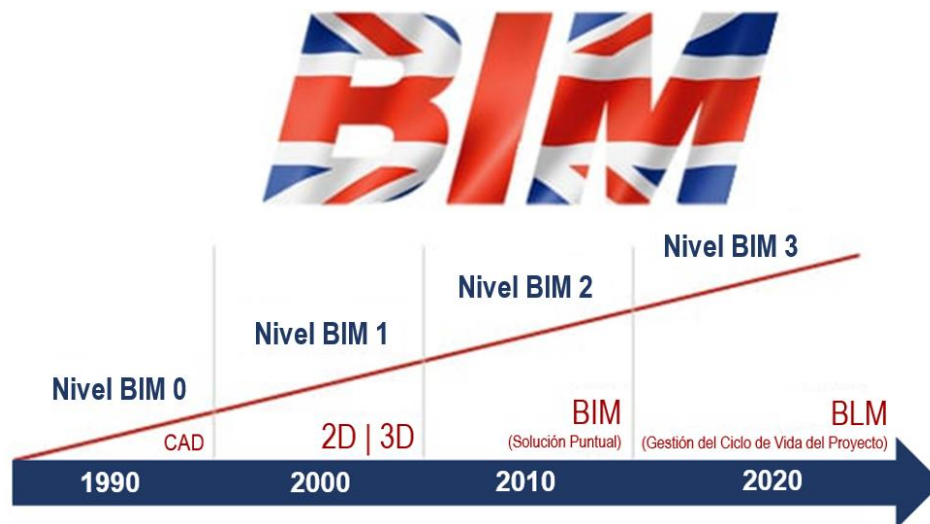


Figura 25. Evolución Implementación BIM en el Reino Unido

Fuente: Adaptado de (BibLus, 2020)

El objetivo del Reino Unido para un futuro cercano es alcanzar el Nivel BIM 3 en los proyectos, que aunque no se encuentre muy bien definido en su alcance, se conoce que abarcará la colaboración entre sectores y la capacitación del cliente del sector público en el uso del BIM, lo que transformará al modelo en un prototipo accesible y muy valioso para todo aquel que participe en las diferentes fases que comprenden el ciclo del vida de la edificación o infraestructura (Zigurat Global Institute of Technology, 2018).

### España

La metodología BIM en España ha venido siendo adoptada de a poco en España, principalmente para las fases de diseño y construcción de edificaciones. Poza (2019), aclara que el Ministerio de Fomento español, conocido en la actualidad como Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, es quien constituye la Comisión encargada de lo que fue la implantación de la metodología BIM de manera obligatoria en el año 2019.

A partir del 26 de julio del 2019, a través de la Comisión mencionada se oficializó la obligatoriedad de la implantación del BIM en todo proyecto de infraestructura que cuente con financiamiento público (Poza, 2019).

A pesar de dicho decreto, la adopción de la metodología en España sigue siendo baja, distribuyéndose su grado de implantación de la siguiente manera:

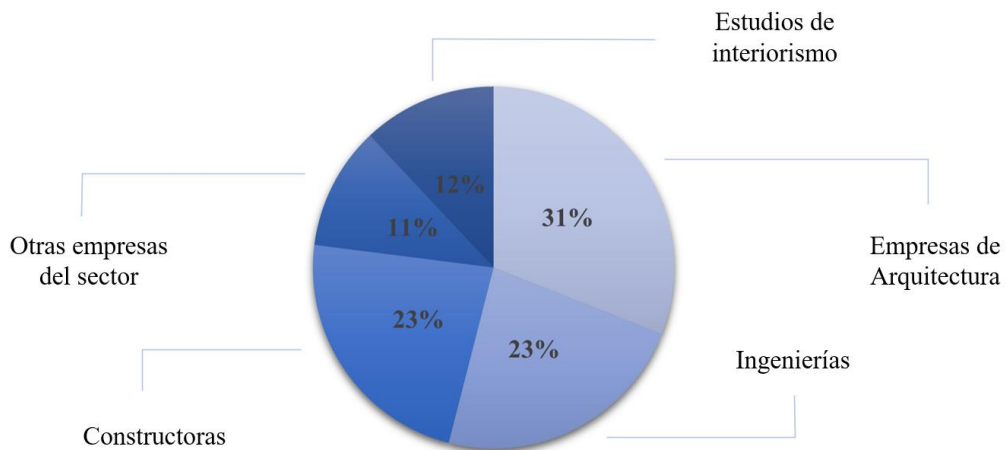


Figura 26. Grado de implantación BIM en España

Fuente: Adaptado de (PILDORAS, 2021)

En el ámbito privado BIM supone una fuerte herramienta para digitalizar el mercado de igual manera, sin embargo, las empresas tienen claro que su implementación se ve frenada por obstáculos como la gran inversión tecnológica requerida además de la capacitación profesional necesaria (CIC ARQUITECTURA Y SOSTENIBILIDAD, 2021).

#### Chile

De acuerdo con Zigurat Global Institute of Technology (2022), Chile junto a Brasil, son los países en Sudamérica con un mayor índice de trayectoria empleando BIM en el mercado de la construcción. Además, la Encuesta BIM América Latina y el Caribe recolectó datos de varias empresas, llegando a determinar que la mayoría contaba con más de 3 años de experiencia en implementación del BIM.

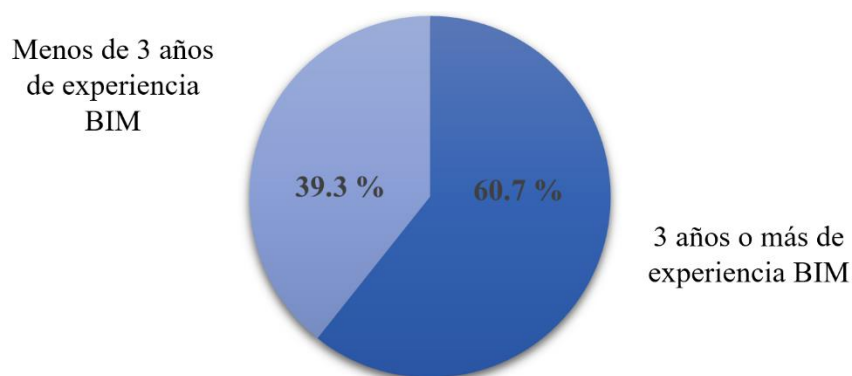


Figura 27. Implementación BIM en empresas de Chile

Asimismo, de la misma encuesta mencionada, se conoció que el 27% de las empresas al presente año no utilizaban ningún estándar BIM al momento de aplicar dicha metodología en su trabajo.

Como solución a ello, se impulsó la implementación del Plan BIM de Chile, proyecto que tiene previsto finalizar en el año 2025 y cuyo objetivo es brindar una mayor productividad y sostenibilidad al sector de la construcción. Con dicho proyecto, se busca proveer de pautas claras a los diferentes actores de un proyecto y que el BIM se convierta en un requisito básico en la contratación (Zigurat Global Institute of Technology, 2022).

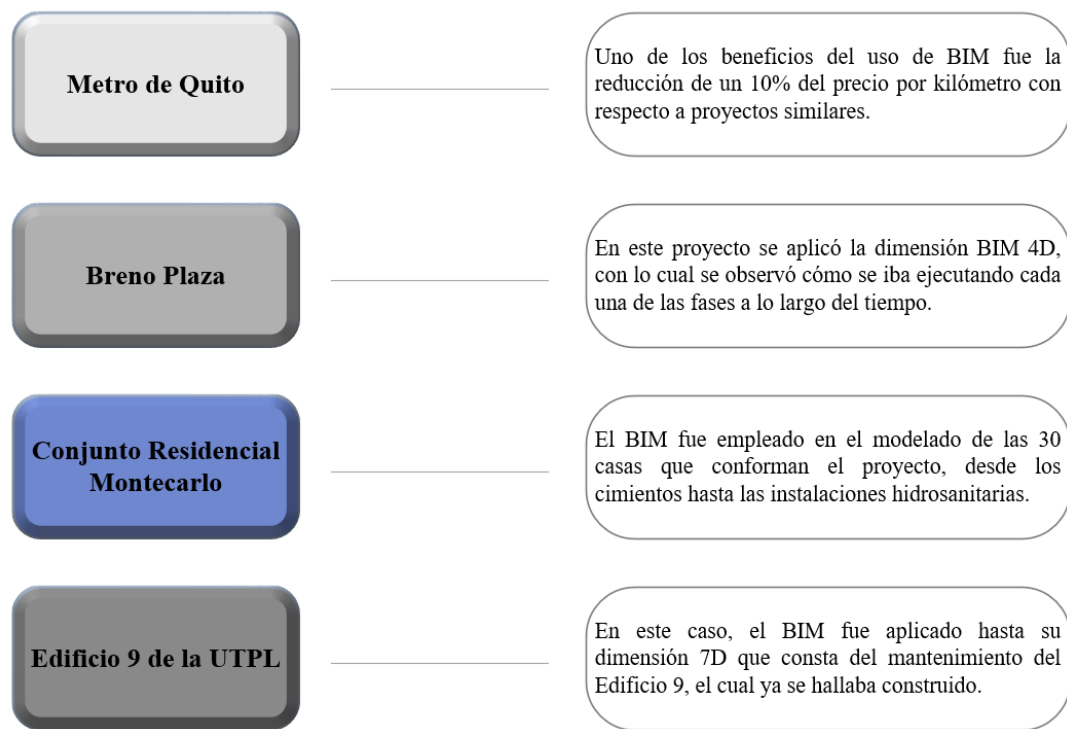
### ***2.2.15 Aplicación de la metodología BIM en proyectos dentro del Ecuador.***

A nivel de Latinoamérica son pocos los países que han puesto en marcha o ya han dado grandes pasos en cuanto a la implementación del BIM se refiere. Países como Chile, Perú, México, Brasil y Argentina forman parte de dicha lista, mismos que gracias a un impulso de sus respectivos gobiernos, a través de estándares, han logrado en cierta forma digitalizar la industria de la construcción (Alianza BIM, 2022).

Por otro lado, Ecuador es uno de los países del continente que menos interés han puesto en adoptar la metodología. Santacruz (2018) aclara que, en el Ecuador, el BIM se aplica solamente en proyectos de carácter privado por empresas y constructoras de renombre, debido a que el gobierno aún no ha encontrado la necesidad de implementar una política que impulse su implementación.

Arellano et al. (2021) mediante una evaluación de uso del BIM realizada a 23 proyectos privados del país, concluyó que los resultados insatisfactorios del estudio realizado son producto de la falta de información BIM que existe en el Ecuador. La ausencia de incentivos hacia su implementación, de materias de universidad relacionadas al tema y de un grupo de foro BIM, para ser más específicos, son los principales detonantes de dicho efecto.

En efecto, son pocas las empresas que van implementando BIM de a poco en el sector de la construcción en el Ecuador, como es el caso Sedemi; así mismo, son contados los proyectos privados que se han manejado con BIM como metodología de trabajo en el país, pudiendo enlistar los siguientes:



*Figura 28. Proyectos BIM en Ecuador*

Fuente: Adaptado de (Alianza BIM, 2022)

### **2.2.16 Softwares BIM**

En la actualidad existe una gran variedad de softwares que permiten aplicar la metodología BIM. Sin embargo, los proyectos se definen en etapas, por lo cual es necesario conocer cual son los objetivos y necesidades de cada uno de ellos, para con ello poder seleccionar el o los softwares necesarios y la interoperabilidad que existe entre ellos, con el fin de lograr un buen flujo de trabajo.

A continuación, se enlistan algunos softwares que se pueden implementar acorde las necesidades del proyecto.

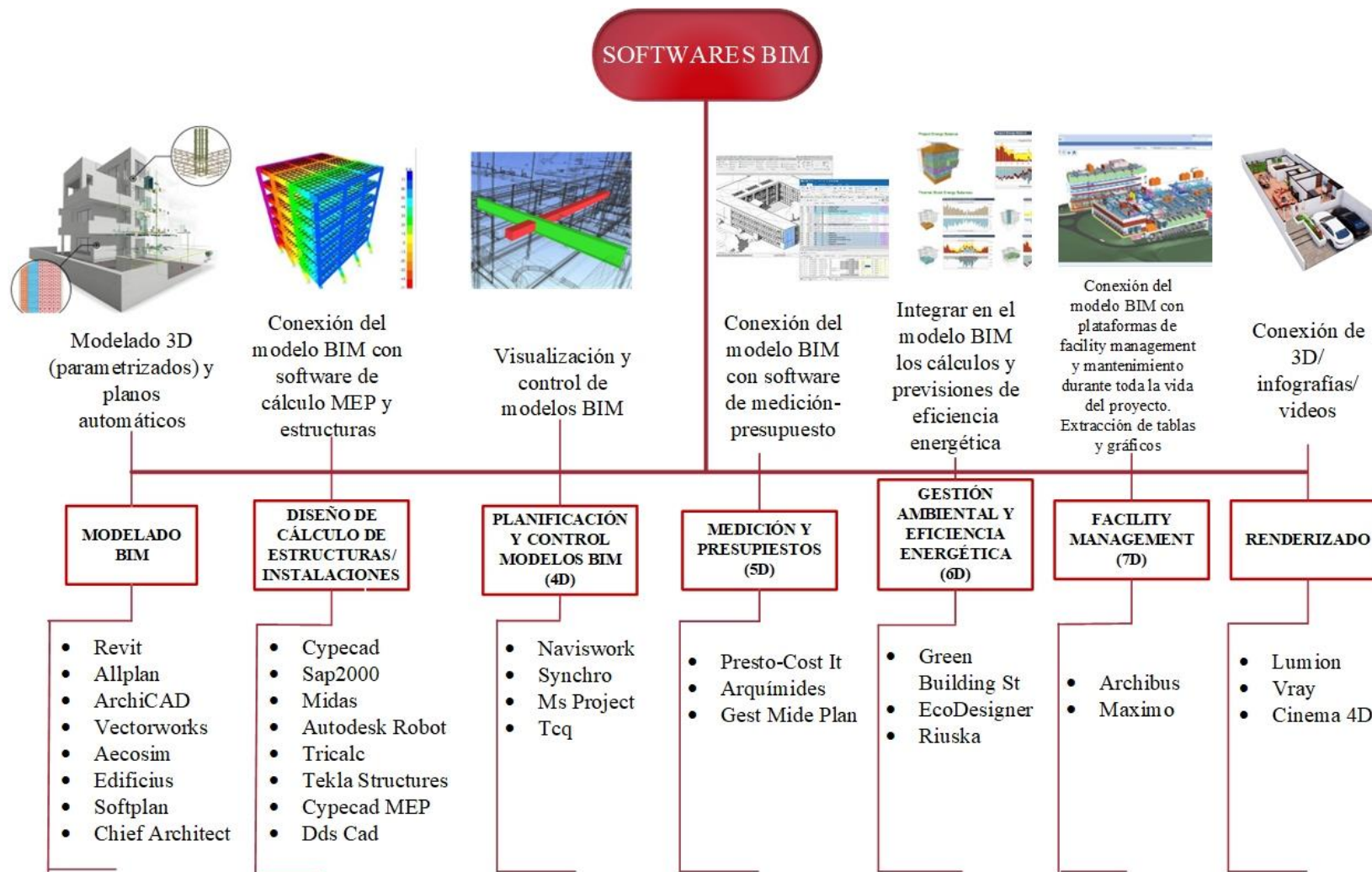


Figura 29. Softwares BIM

Fuente: Adaptado de (EDITECA, 2020b)

Por otro lado, los softwares BIM utilizados en la aplicación del proyecto “Terminal aduanero de carga del CEBAF” son los siguientes:

- AUTODESK REVIT

Autodesk Revit es un software inteligente de modelado BIM para las disciplinas de arquitectura, ingeniería y construcción, todo lo que se modela es por medio de familias paramétricas, siendo así que en este software no solo dibuja, si no que construye virtualmente en 3D, de esta manera se produce una asociatividad de orden bidireccional, ya que si se realiza un cambio en el dibujo en 2D se refleja de manera simultánea en la vista 3D (Autodesk, 2022a).

Algunas de las características de este software se detallan a continuación.

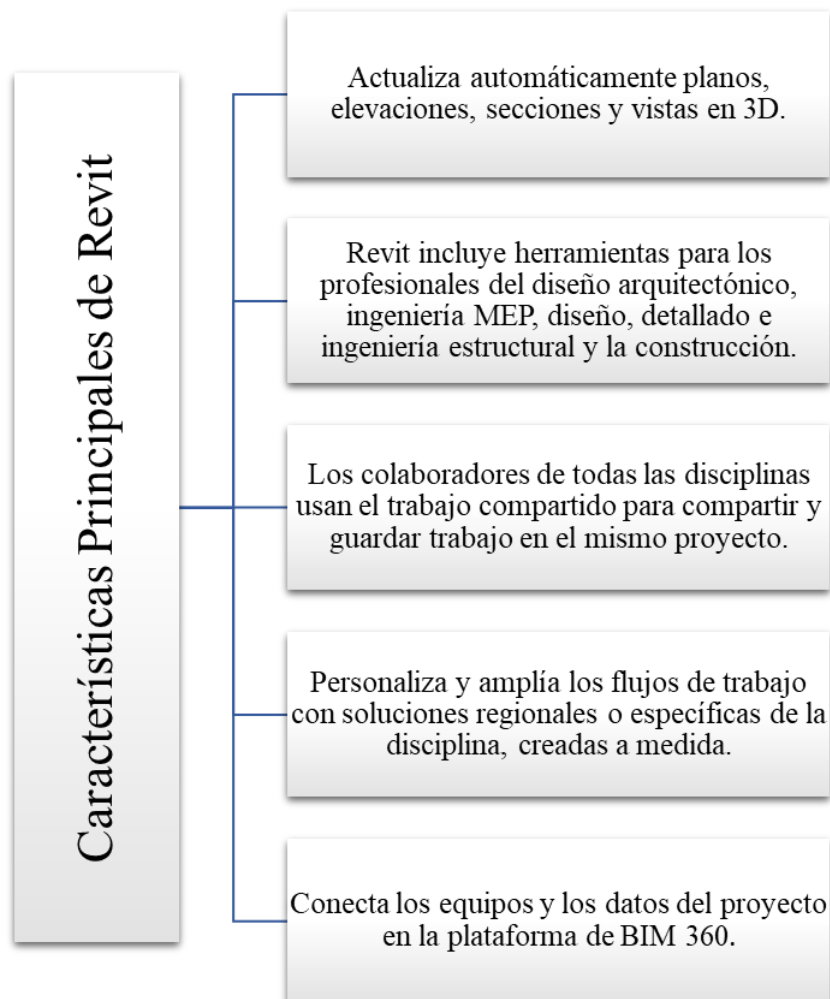


Figura 30. Características principales de Revit-Autodesk

Fuente: Adaptado de (Autodesk, 2022a)

Comúnmente se menciona que Revit es el sucesor de AutoCAD para incursionar en el mundo del BIM, puesto que, se producen diseños y permite una colaboración en tiempo real. Por otro lado, al pertenecer a la marca Autodesk, permite una interoperabilidad entre los distintos softwares pertenecientes a ella, alguno de estos es: Dynamo, Navisworks o Robot Structure Analysis. Así también existe una serie de plugins que logran generar un mejor trabajo en esta herramienta (EDITECA, 2020).

Dentro de Revit existen herramientas que se utilizan específicamente cuando se requiere realizar la parte arquitectónica, estructural e hidrosanitaria, las cuales se detallan a continuación.

### ○ REVIT ARCHITECTURE

Revit Architecture forma parte de Revit y posee materiales realistas que puede generar un mejor detalle constructivo, permite el uso de elementos inteligentes como paredes, puertas, pisos y ventanas, logrando así diseños mucho más atractivos para los interesados del proyecto (Autodesk, 2022b).

Se puede generar diseños aumentados a una realidad virtual, esto debido a que permite generar renderización fotorrealista en 3D, vistas en corte y planta debido a su herramienta de luz y sobre real acorde a la ubicación exacta del proyecto y su relación directa con la iluminación natural propia de este sitio (Autodesk, 2022b).

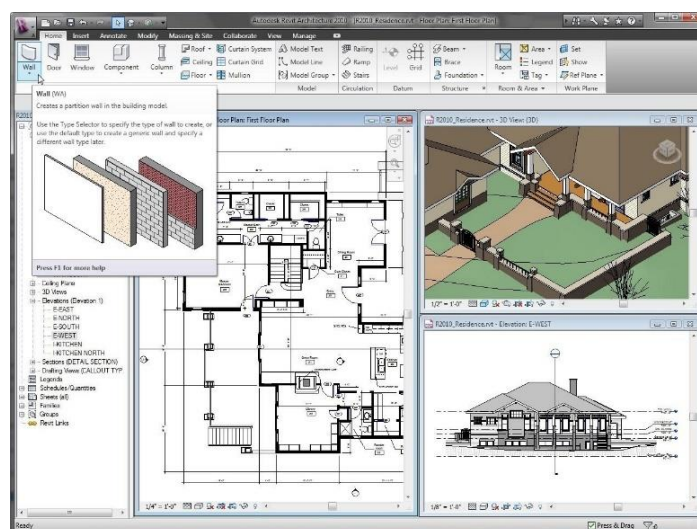


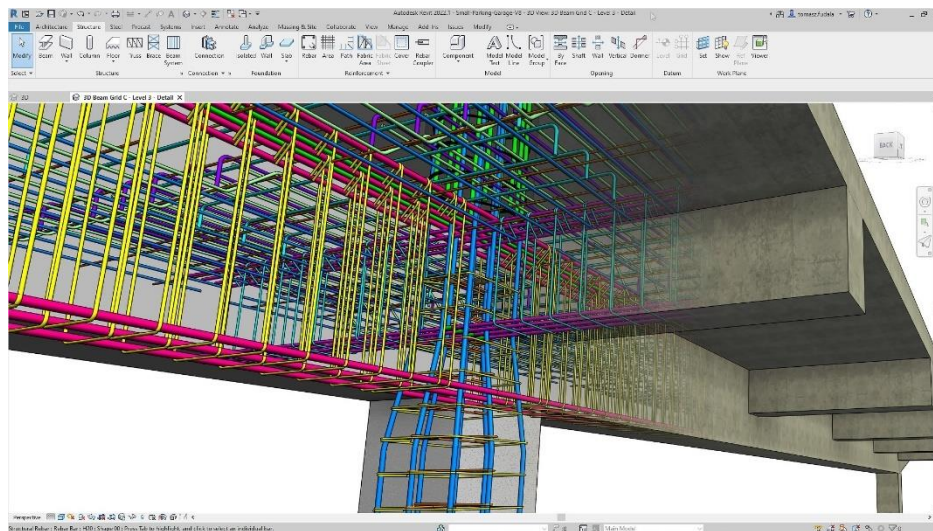
Figura 31. Revit Architecture

Fuente: (Hernández, 2018)

## ○ REVIT STRUCTURE

Esta herramienta de Revit permite modelar el acero de refuerzo del hormigón en 3D, y genera tablas de planificación y generar las planillas de acero de manera dinámica, por lo que, la documentación se genera de manera más precisa. De igual manera se puede generar diseños en acero estructural detallado en las uniones de requerirse en el modelo (Autodesk, 2022c).

Revit Structure permite exportar el modelo a otras aplicaciones de análisis mediante su modelo analítico, logrando así que el modelo detallado de materiales se coloque en Revit y las características físicas y mecánicas se exporten al software de análisis y diseño (Autodesk, 2022d).



*Figura 32. Revit Structure*

Fuente: (Autodesk, 2022d)

## ○ REVIT MEP

Revit MEP, por sus siglas en inglés “Mechanical, Electrical and Plumbing” debido a que en esta herramienta se puede modelar el sistema de ventilación, climatización y protección contra incendios. En la parte eléctrica se puede modelar la iluminación de alta y baja tensión, y por último en la plomería se realiza el diseño del suministro de agua potable y drenaje. (Autodesk, 2022e)

Algunas de las ventajas de este software se presentan a continuación.

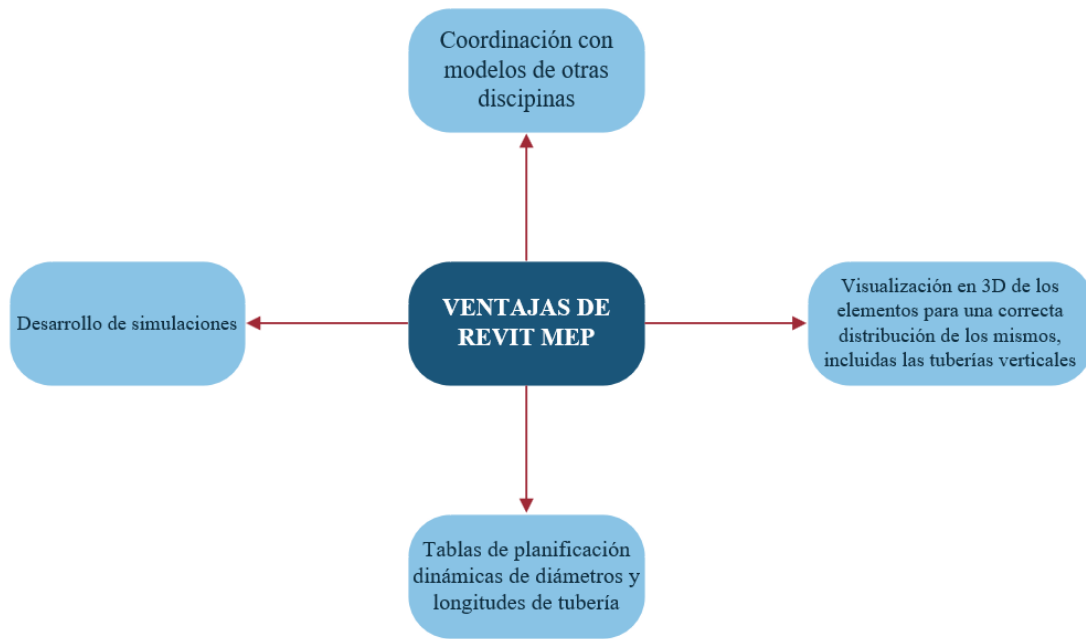


Figura 33. Ventajas de Revit MEP

Fuente: Adaptado de (Jaramillo, 2022)

Una de las ventajas de este software en el diseño de instalaciones sanitarias es que se puede modelar las tuberías acorde los ángulos y pendientes establecidas en el proyecto.(Jaramillo, 2022)

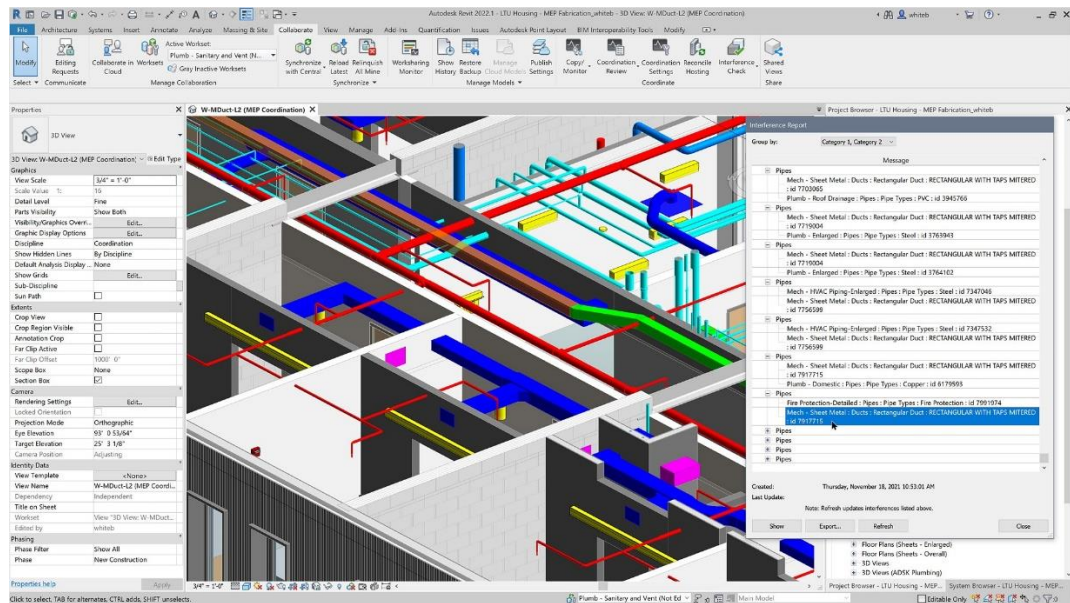


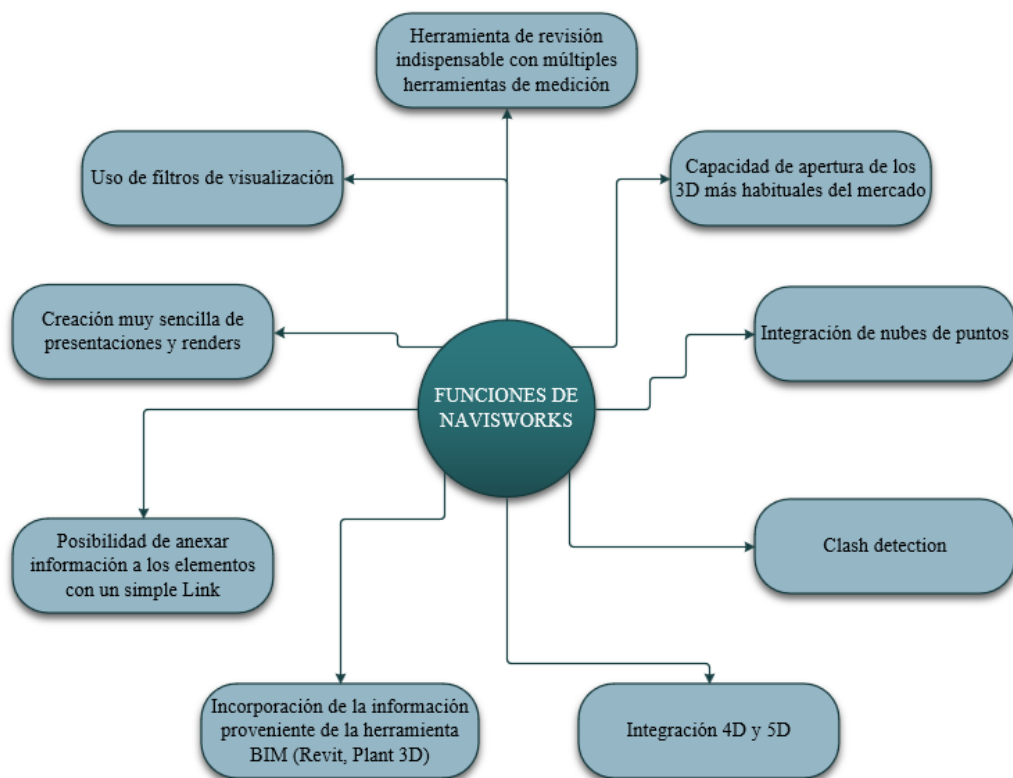
Figura 34. Revit MEP

Fuente: (Autodesk, 2022e)

- SOFTWARE NAVISWORKS

Navisworks aparece como un software de Autodesk en el año 2007 y cumple la función de realizar una correcta visualización y gestión de proyectos, esto debido a que permite introducir varios modelos en uno solo y así acceder a toda la información para verificar la calidad y la gestión BIM. (Autodesk, 2022b)

Algunas de las herramientas que brinda este software se presentan en el siguiente diagrama.



*Figura 35. Funciones de Navisworks*

Fuente: Adaptado de (Autodesk, 2022b)

Una de las funciones más importantes de Navisworks es la detección de conflictos entre modelos de distintas disciplinas y la generación de informes, así también se pueden actualizar datos en un solo modelo. Por otra parte, se puede realizar una simulación de la planificación del modelo de construcción, ente otras herramientas muy útiles en el mundo del BIM. (Autodesk, 2022b)

## ***2.2.17 Normativa legal vigente***

### ***2.2.17.1 Normativa BIM***

La base de la metodología BIM es la acumulación de información en una base de datos común, sin embargo, su potencial puede apreciarse cuando dicha información es compartida y existe un flujo de trabajo con el que se puede llevar una correcta gestión del proyecto a lo largo de su ciclo de vida (Manosalva, 2020).

En efecto, los softwares BIM cuentan con flujos de trabajo internos que permiten generar el modelo, no obstante, se necesita de un flujo de trabajo aparte, necesario para poder generar procesos de revisión y aprobación de la información que van a depender de las necesidades y los requerimientos que demande cada mercado (Manosalva, 2020).

Por tal motivo, existe la necesidad de generar protocolos o estándares que se encarguen de regular el modo de gestión y presentación de la información BIM de tal manera que la comunicación entre los agentes internos y externos del proyecto se facilite.

Actualmente, se cuenta con las normas ISO como referencia global, las cuales buscan de cierta manera estandarizar el uso del BIM a nivel mundial. Por tomar un ejemplo, se puede mencionar la ISO 16739:2013, misma que ocupa el formato IFC para la transferencia de información en el sector de la construcción. Asimismo, existe la ISO 12006-2:2015, la cual fija el marco para la generación de sistemas de clasificación en el campo de la construcción (Álvarez, 2020).

Sobre la base de dicho marco, tanto británicos como estadounidenses desarrollaron la Uniclass 2015 y la Omniclass, respectivamente. Ambas se encargan de tipificar a manera de tablas, especificaciones en cuanto elementos, actividades y tipologías que se manejan en el ámbito de la construcción, adoptando los parámetros necesarios que más se acoplen a su cultura (Álvarez, 2020).

Algunos de los estándares internacionales que se han creado con el fin de responder a las necesidades que plantea el BIM se muestran a continuación, diferenciados por el tipo de enfoque al que cada uno apunta, siendo estos: base tecnológica, general y base de conceptos.

- Base tecnológica

Estos estándares proveen a los diferentes softwares BIM de información clara para un correcto traspaso de información para la gestión de proyectos en todas sus fases.

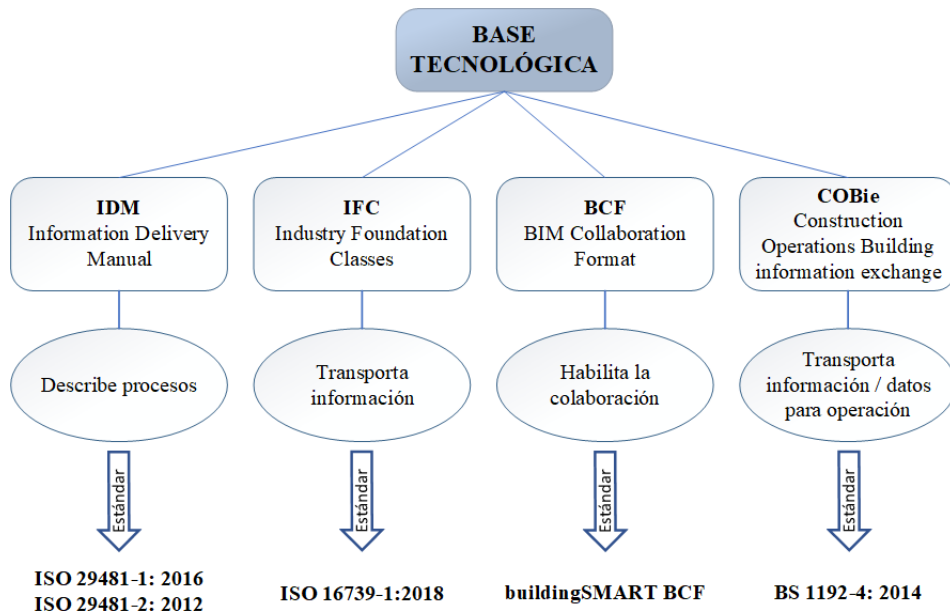


Figura 36. Revit MEP

Fuente: Adaptado de (Soto et al., 2021)

- General

A través de estos estándares se presenta recomendaciones pertinentes de cómo gestionar e intercambiar la información que se maneja durante el proyecto entre los diferentes agentes involucrados.

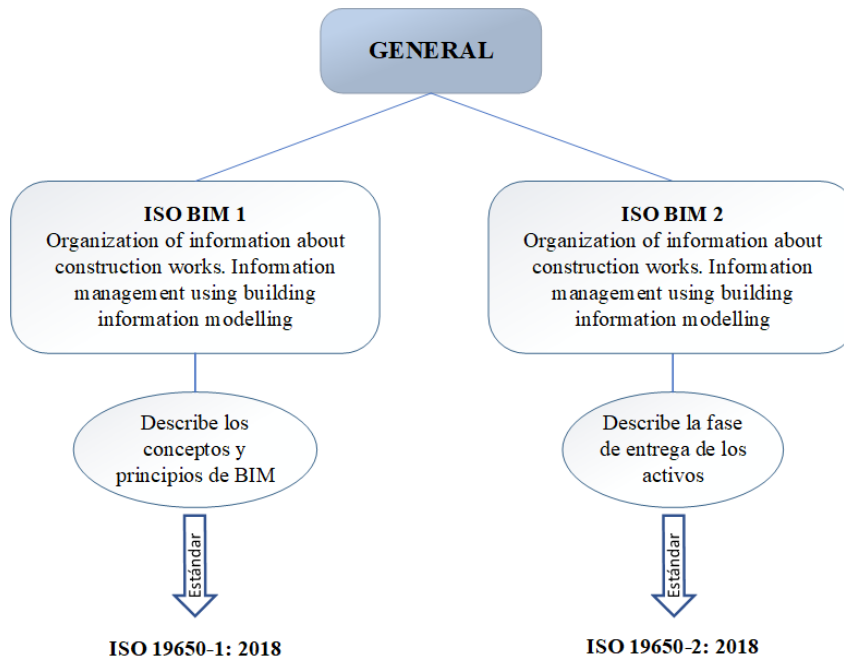


Figura 37. Revit MEP

Fuente: Adaptado de (Soto et al., 2021)

- Base de conceptos

Los estándares que poseen este enfoque establecen los requerimientos mínimos para un adecuado intercambio de información BIM, permitiendo la generación de un lenguaje global técnico común de la metodología.

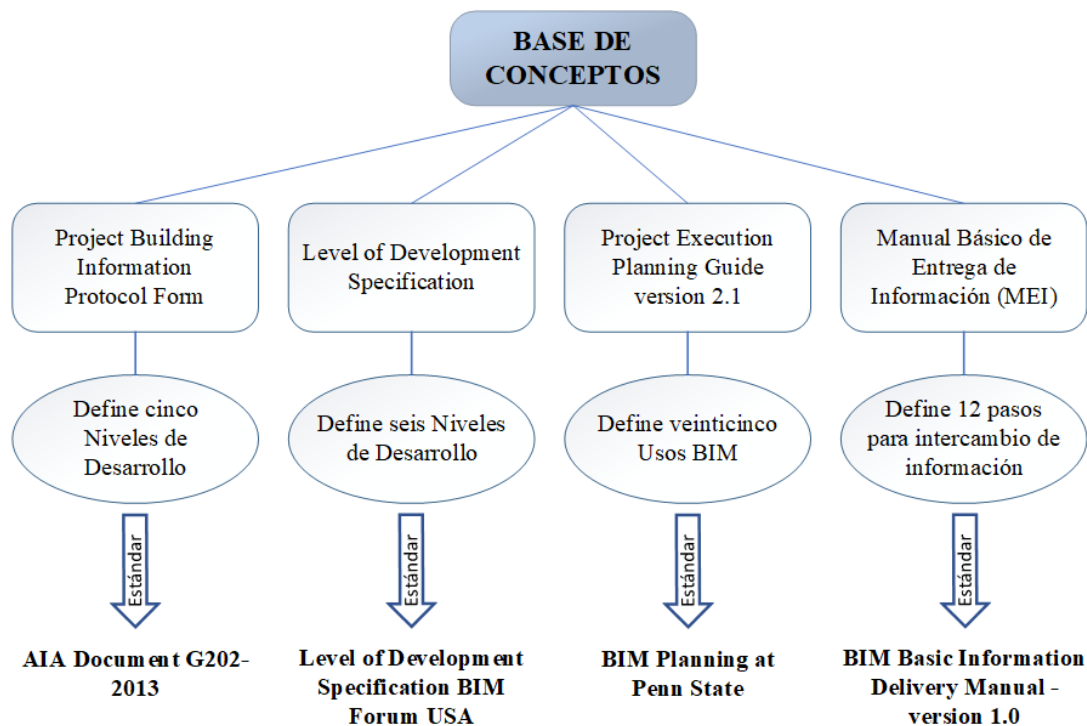


Figura 38. Revit MEP

Fuente: Adaptado de (Soto et al., 2021)

### 2.2.17.2 Normativa aduanera del Ecuador

En el Ecuador el organismo responsable del control aduanero es el Servicio Nacional de Aduana del Ecuador (SENAE), siendo así que el control se rige bajo normas y convenios en los que forma parte el país. Por otra parte, el Ecuador posee una normativa propia que pertenece al Libro V del Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (COPCI) (Coronel, 2019).

En el artículo 144 del COPCI (Servicio Nacional de Aduana del Ecuador, 2010), se menciona que un correcto control aduanero debe de ser aplicado al ingreso, permanencia, traslado, circulación, almacenamiento y salida de mercancías que salgan y entren al país tanto de carga como de personas.

Coronel (2019), menciona que algunas de las normativas y acuerdos vigentes son los siguientes:

- Anexo General Capítulo 6 del Convenio Internacional sobre la Simplificación y Armonización de Procedimientos Aduaneros (Convenio Kyoto)
- Acuerdo de Cartagena 574 acerca del Régimen Andino Sobre Control Aduanero de la CAN
- Tránsito Aduanero Comunitario de la CAN
- Valor en Aduana de las Mercancías Importadas de la CAN



*Figura 39. Actual edificación de migración en el paso fronterizo Rumichaca*

Fuente:(Zona Cero, 2020)

### 3. CAPÍTULO III: CASO DE APLICACIÓN METODOLOGIA BIM APLICADA AL PROYECTO TERMINAL ADUANERO DE CARGA DEL CEBAF

#### 3.1. Descripción del proyecto a analizar

El proyecto en estudio será la edificación del terminal de carga del Centro Binacional de Atención en Frontera (CEBAF), esta edificación tiene una funcional de tipo oficina para las distintas entidades que se requieren para el correcto control de una aduana, siendo así que existen áreas determinadas de atención al usuario de uso común y las correspondientes a oficinas de las entidades que se mencionarán en la siguiente tabla junto con el área que le corresponde a cada una de ellas en la edificación.

Tabla 3

*Áreas CEBAF*

ENTIDADES	ÁREAS (M2)
CEBAF	47
MIGRACIÓN	189
ADUANA	90
MTOP	8
ICA/AGROCALIDAD	91
POLICIA Y SEGURIDAD	29
CTE	8
COMÚN	567.99
TOTAL	1029.99

##### 3.1.1 Localización del proyecto

La cabecera de carga de Ecuador perteneciente al CEBAF en estudio se encuentra ubicado en el principal paso fronterizo entre Ecuador y Colombia, en la provincia de Carchi, aproximadamente a 1 Km del puente internacional Rumichaca, al lado derecho de la vía en sentido Rumichaca-Tulcán.

Los estudios correspondientes a la topografía se realizaron en el año 2017, por parte del consorcio que se conformó por las empresas HIDROPLAN y CVA. En los informes topográficos se proporcionó un punto central de coordenadas UTM: 202695.79 m E, 90558.43 m N, como referencia de su ubicación. En la Figura 40 se señaló con un polígono rojo el área referente al proyecto.



*Figura 40. Localización del Proyecto*

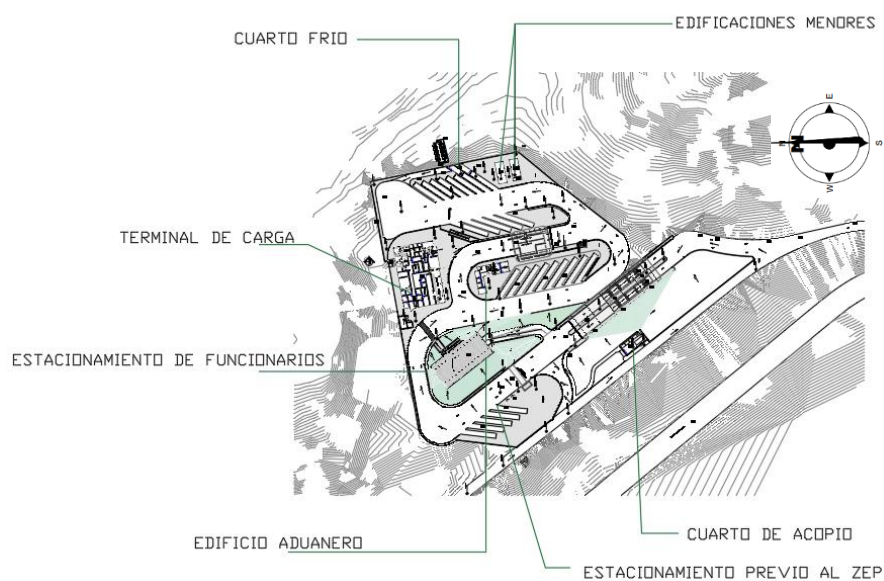
Fuente: Adaptado de (Google Earth, 2022)

Hasta la fecha en la que se realizaron dichos estudios, el terreno donde se ubicará la Cabecera de Carga Ecuador no poseía edificaciones que intervinieran en el desarrollo del proyecto, como se demuestra en la ortofoto proporcionada por los estudios topográficos realizados. En la siguiente figura se proyecta una implantación de la cabecera en el terreno.



*Figura 41. Implantación del proyecto en el terreno*

El CEBAF de carga plantea desarrollar las vías de acceso para los vehículos destinados a la realización de diversos controles de una manera ordenada y que permite una correcta circulación de los mismos, de igual manera cuenta con zonas de parqueos para los usuarios y personal de trabajo del centro. Por otro lado, son varias las edificaciones que cumplirán un rol importante dentro del control aduanero. Las edificaciones con las que se contará son: el terminal de carga, el edificio aduanero, edificaciones menores (corral e incinerador), un cuarto frío y un cuarto de acopio, distribuidos como se proyecta en la siguiente figura.



*Figura 42. Edificaciones-CEBAF Carga*

Fuente:(CVA-HIDROPLAN, 2019)

### 1.1.1. Localización de la edificación

La estructura en estudio es el terminal de carga, una estructura de forma rectangular que cuenta con un área de 1029.99 m<sup>2</sup>. Con ayuda de la ortofoto y la herramienta Civil 3D se toma como referencia para su localización 4 puntos de coordenadas correspondientes a los vértices esquineros de la estructura. Estas coordenadas son:

Tabla 4

*Puntos de referencia-localización*

Punto de Referencia	Norte	Este
1	90948.960m	202577.734m
2	90954.263m	202615.275m
3	90928.153m	202618.879m
4	90923.294m	202580.546m

Estas coordenadas corresponden a los puntos señalados en la siguiente Figura 43.



Figura 43. Puntos de ubicación de coordenadas

El terreno donde se implantará el proyecto cuenta con una topografía compleja, por tal razón esta edificación se implanta en una de las zonas del terreno con menor pendiente. Así

también será ubicada de tal manera que vaya acorde a la trama propuesta para las vías de circulación de toda la cabecera de carga, logrando así una correcta funcionalidad espacial.

La empresa HIDROPLAN facilitó los planos definitivos aprobados de la consultoría realizada en el año 2017. Estos planos corresponden a las especialidades de arquitectura, estructura e hidrosanitaria.

### 3.2. Diseños del Proyecto-Planos de especialidades

#### 3.2.1 Disciplina Arquitectónica

Como resultado final de la consultaría en esta disciplina se elaboraron un total de 27 planos en los que se encuentran, planos de planta baja, planos de cubierta, fachadas, cortes, detalle de muros, ventanas, puertas, mobiliario, losas, detalle de baños y zona de cafetería.

En los planos se identifica que el edificio en cuestión posee accesos diferenciados para funcionarios de las diversas entidades y una entrada principal para los usuarios que realizan la inspección migratoria requerida.

Así también existen planos de detalle del área de atención al usuario, donde se detallan los acabados de piso, paredes y mobiliario.

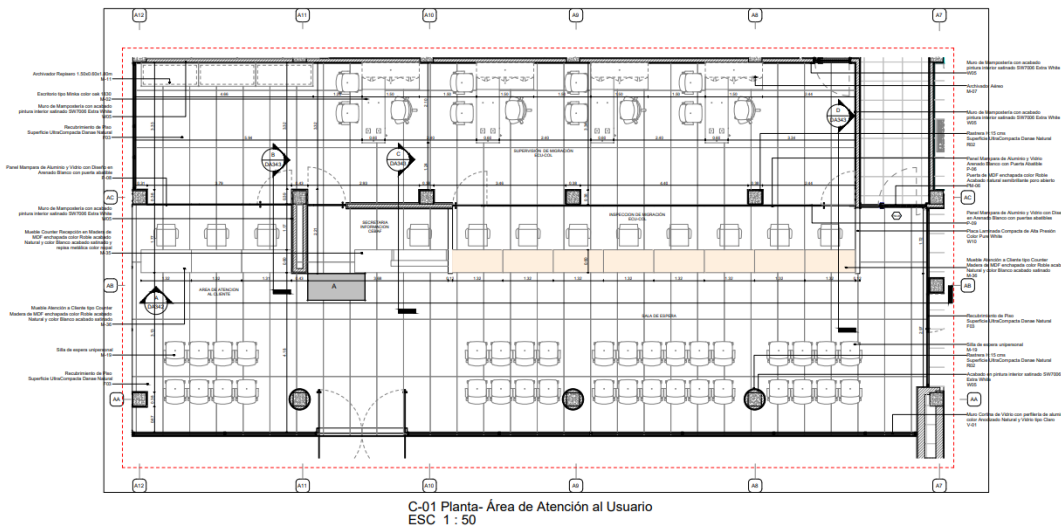
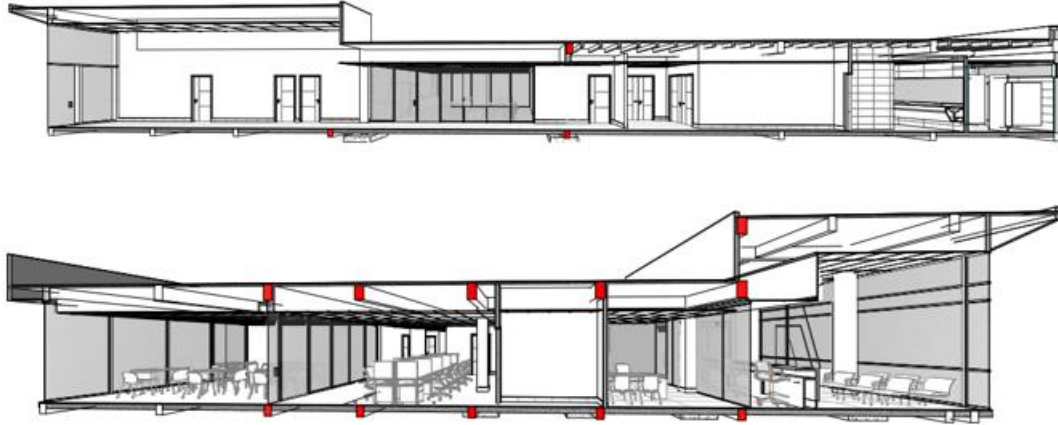


Figura 44. Planta-Área de Atención al Usuario

Fuente:(CVA-HIDROPLAN, 2019)

Se crean circulaciones claras para que el usuario pueda movilizarse sin problemas en el espacio, las alturas cambian manteniendo espacios más altos en salas de espera, mientras

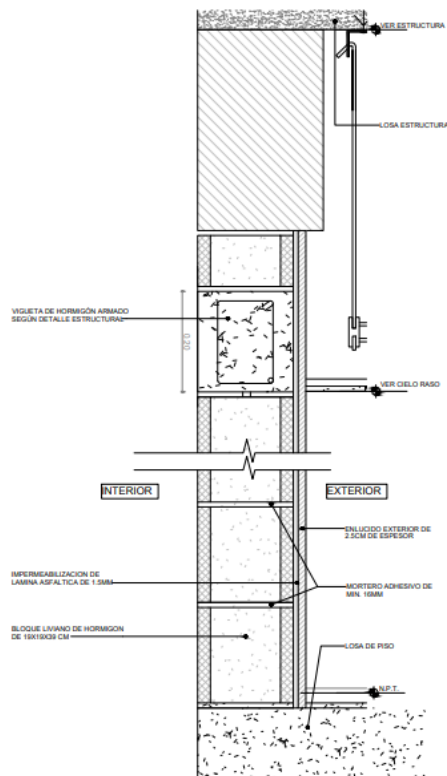
que en espacios privados la altura es menor. En las áreas comunales los espacios son más amplios y con un gran ingreso de luz natural.



*Figura 45. Secciones en perspectiva-Terminal de Carga*

Fuente:(CVA-HIDROPLAN, 2019)

El edificio de terminal de carga Ecuador está conformado por una estructura porticada de hormigón armado y losa estructural de hormigón, las paredes en bloque de hormigón y por mamparas de vidrio, así que existen planos de detalle de los muros en donde se identifican 16 tipos de muros de mampostería diferentes distribuidos en la edificación diferenciados en tamaño y acabados.



○ Muro 6A  
1 : 10

Figura 46. Detalle de muro 6ª

Fuente: (CVA-HIDROPLAN, 2019)

### 3.2.2 Disciplina Estructural

Para la disciplina estructural 17 fueron los planos proporcionados por parte de la empresa HIDROPLAN, además de un archivo CAD con el modelo del cual cada plano fue elaborado. Básicamente, la estructura está dispuesta para componer un edificio de oficinas de un piso con losa de cubierta de pórticos de hormigón armado.

En los planos consta el detallamiento de los diferentes componentes estructurales del edificio tales como la cimentación, columnas, vigas, muros y losas tanto en vistas de planta como de corte.

La cimentación de la estructura corresponde a zapatas corridas en dos direcciones con vigas de cimentación, la cual es plasmada en la primera lámina del componente estructural con una vista en planta que plasma las dimensiones de la zapata y viga en cada eje además

de una vista en corte que muestra claramente el espesor de la zapata, la altura de la viga y el armado correspondiente.

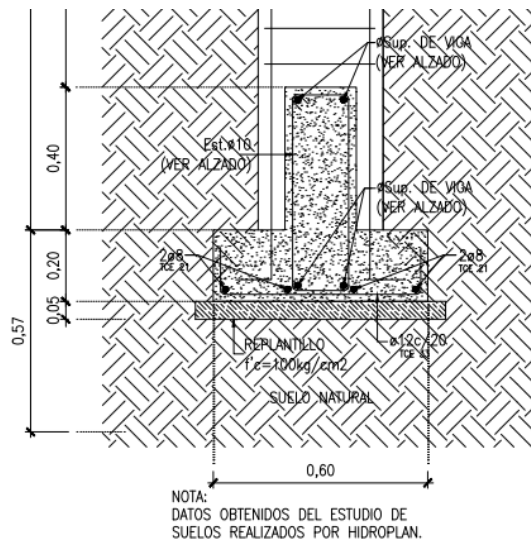


Figura 47. Detalle armado cimentación

Fuente: (CVA-HIDROPLAN, 2019)

Los traslapes y número de varillas de refuerzo a lo largo de cada viga y zapata son detallados en la vista de perfil longitudinal, además de sus marcas generadas en la planilla de fierros.

De modo similar, se presentan esquemas de la configuración de cada uno de los 5 tipos de columnas que conforman la estructura. Para cada columna se presentan dos vistas: una de su sección transversal y otra de su sección longitudinal.

En la sección transversal se aprecian las dimensiones de la columna así como la distribución de los estribos y el número de varillas longitudinales en cada sentido de la misma. En la sección longitudinal, en cambio, se puede distinguir el doblado de las varillas longitudinales, el refuerzo longitudinal para el primer tipo de columna y el nivel hasta el que cada columna llega.

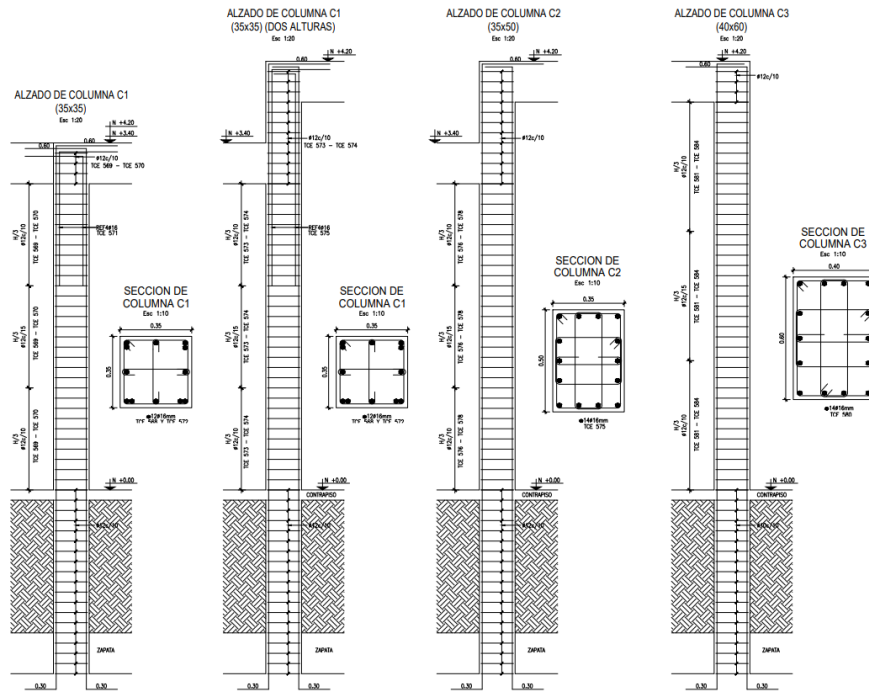


Figura 48. Detallamiento tipos de columnas

Fuente: (CVA-HIDROPLAN, 2019)

De los 5 tipos de columnas mencionados, 4 corresponden a columnas de sección rectangular mientras que el último corresponde a una columna de sección circular. La columna rectangular C1 y la circular C5 llegan hasta la primera altura de la edificación, en tanto que el resto alcanza la segunda altura.

A parte de columnas, 3 muros conforman la estructura. Dos de ellos son muros de 20 cm de espesor y el restante es de 25 cm. Para ambos tipos se detalla su sección transversal con la configuración de sus estribos y número de varillas longitudinales en cada sentido, además de su representación longitudinal en un corte de perfil.

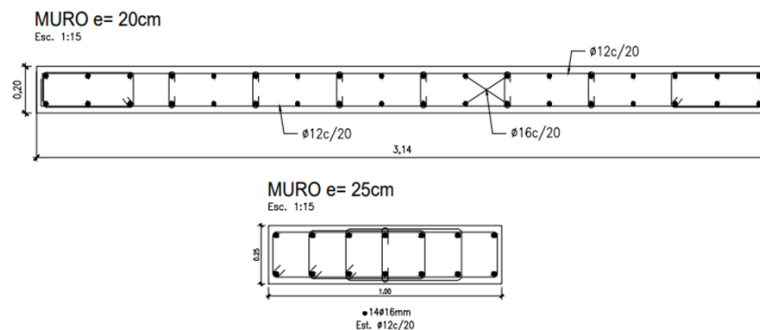


Figura 49. Detallamiento muros

Fuente: (CVA-HIDROPLAN, 2019)

Por otro lado, se detalla el espesor y armado del contrapiso cuya superficie llega al nivel +0.00. En este caso, se ocupa una malla tipo ARME X que cubre toda el área contemplada para el único piso del edificio.

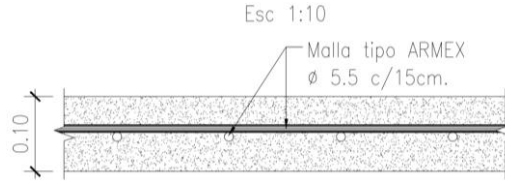


Figura 50. Detalle armado contrapiso

Fuente: (CVA-HIDROPLAN, 2019)

Para las vigas principales de la edificación, a diferencia de las columnas, los muros y la cimentación, no se presenta un esquema de un corte de la sección transversal de estas, sino, las láminas únicamente muestran su estructuración en vistas de perfil para cada eje.

En dichos cortes se puede observar el acero longitudinal dispuesto a compresión y a tensión así como el acero de refuerzo y el espaciamiento entre estribos para las zonas confinadas y no confinadas en cada luz libre de los pórticos formados.

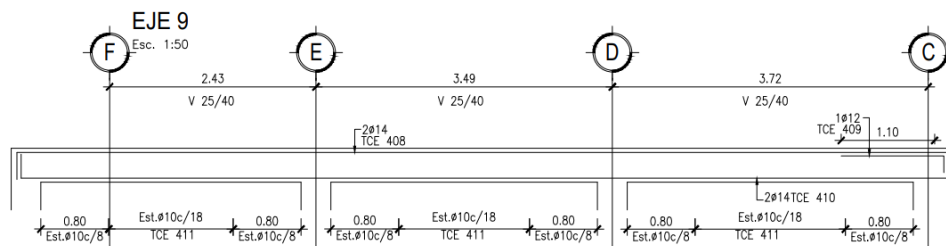


Figura 51. Detalle armado vigas principales

Fuente: (CVA-HIDROPLAN, 2019)

Por último, la estructura de la edificación cuenta con una losa nervada en una dirección para las dos alturas que la componen. Los planos muestran un detalle general de su estructuración para ambas alturas con 2 vistas en planta respectivamente, pero también presentan un detallamiento más específico en un corte transversal donde se puede apreciar claramente las dimensiones, espesores y el armado correspondiente tanto a la loseta de compresión como a los nervios conformados.

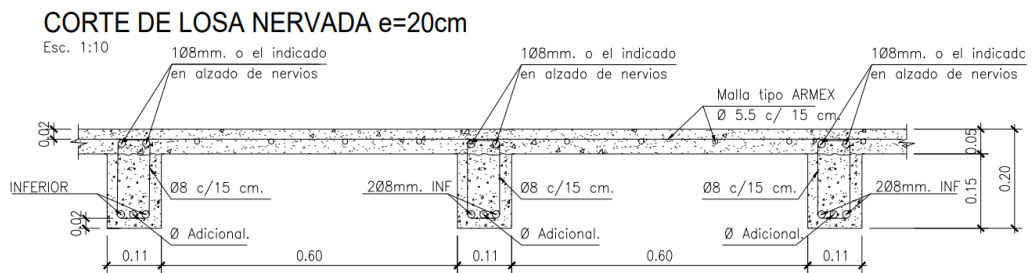


Figura 52. Detallamiento losa nervada en una dirección

Fuente: (CVA-HIDROPLAN, 2019)

Como se puede observar en la imagen anterior, la loseta de compresión, al igual que el contrapiso, está compuesta de una malla tipo ARMEC extendida a lo largo de las áreas que conforman las losas nervadas de ambas alturas de la edificación.

Al igual que para las vigas principales, los planos muestran una vista en planta con la estructuración de todos los nervios conformados con su número de nervio asignado además de varias vistas de perfil que indican el armado longitudinal y la distribución de estribos en ellos.

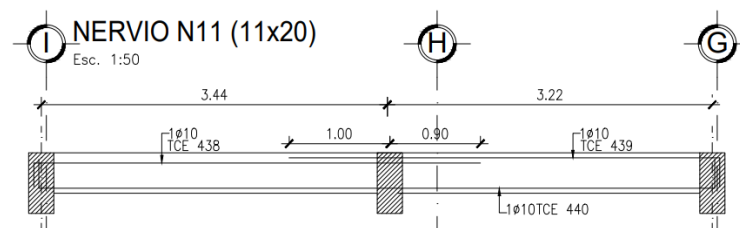


Figura 53. Detallamiento armado nervios

Fuente: (CVA-HIDROPLAN, 2019)

En la representación de cada nervio, como se observa, se detalla el número de nervio y los ejes por los cuales cruza el mismo, especificando de igual forma la marca de cada grupo de varillas generada en la planilla de hierros.

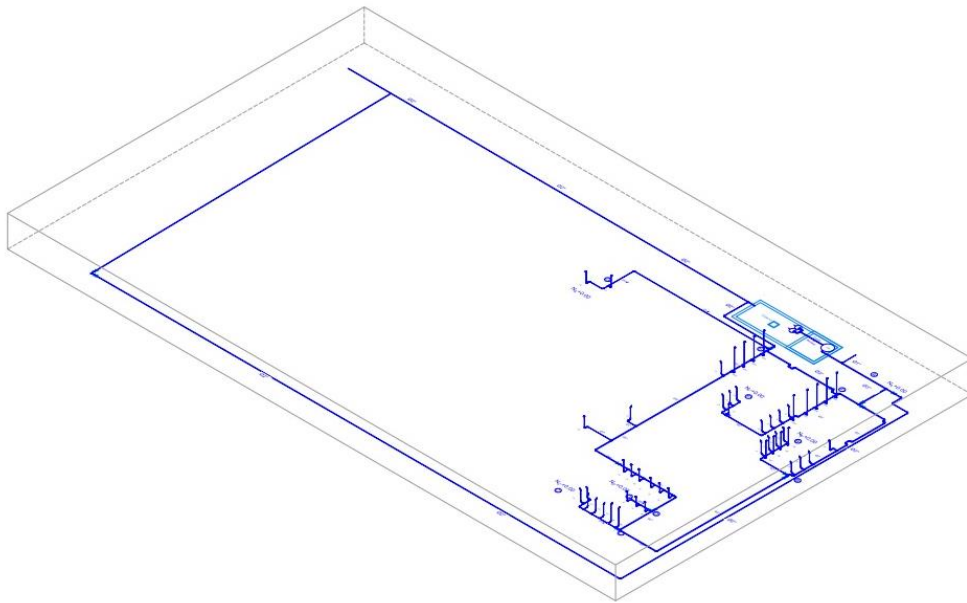
### 3.2.3 Disciplina Hidrosanitaria

En la disciplina hidrosanitaria se tiene un total de 5 planos correspondientes al diseño de agua potable fría, aguas servidas y detalle de las instalaciones hidrosanitarias.

Dentro de los planos de instalación de agua potable se detalla la posición de los aparatos sanitarios y el tipo de ellos, por lo cual se sabe que los inodoros y urinarios son con

fluxómetro. Por otra parte, se identifica la posición de las válvulas reguladoras de presión y de los accesorios correspondientes a tees y codos de 90°.

En este proyecto no existen diseños de conexión de sistema de agua caliente debido a que los interesados no requieren del servicio puesto que las duchas tendrán un funcionamiento eléctrico.



*Figura 54. Isometría Sistema de agua potable*

Fuente: (CVA-HIDROPLAN, 2019)

En el plano referente al diseño del sistema sanitario se detalla la ubicación de las cajas de revisión, y la configuración de las tuberías y la red principal de desagüe junto con sus accesorios correspondientes a 45°, así como también se ubica en la parte inferior la pendiente de diseño que cada una de las tuberías debe seguir.

En dichos planos se pueden distinguir las columnas de color rojo con el fin de evidenciar que el trazado no logra una interferencia entre dichos elementos.

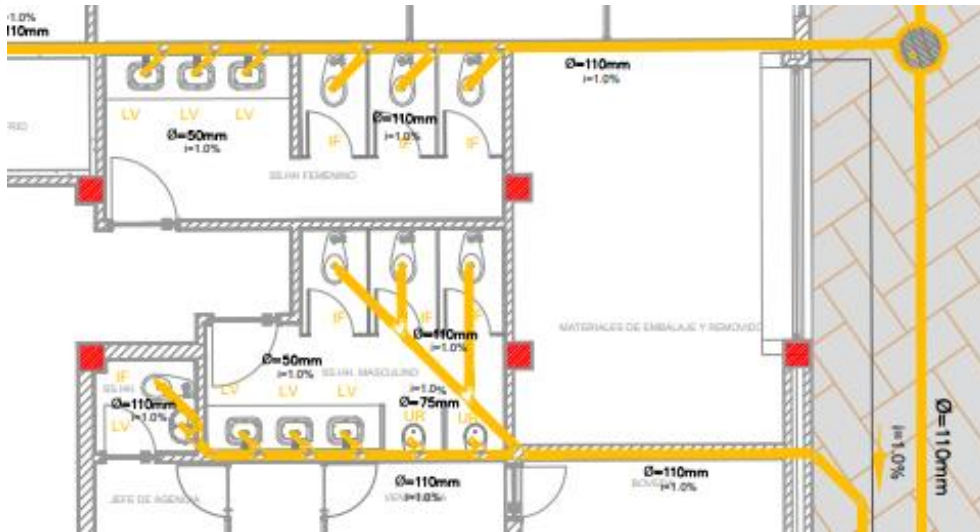


Figura 55. Vista en planta- Instalaciones sanitarias baño masculino

Fuente: (CVA-HIDROPLAN, 2019)

Se presentan detalles constructivos de las instalaciones hidrosanitarias y de agua potable de los aparatos hidrosanitarios: inodoro, urinario y lavabo o fregadero, en los cuales se visualizan los distintos accesorios hidrosanitarios que componen cada uno de los elementos y el detalle de cruce de las diferentes tuberías que conforman el sistema.

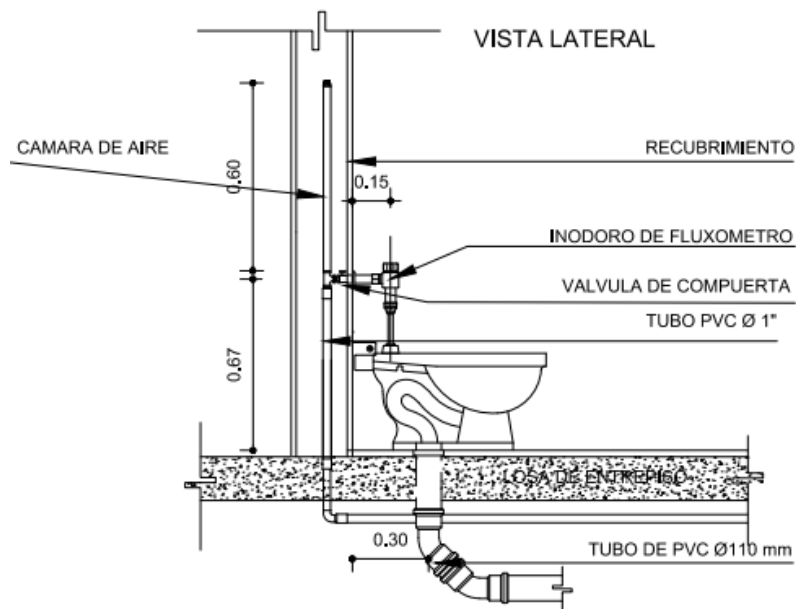


Figura 56. Detalle constructivo inodoro vista lateral

Fuente: (CVA-HIDROPLAN, 2019)

### **3.3. Integración BIM del proyecto**

La integración de la metodología BIM en este trabajo corresponderá al denominado “Little BIM”, donde se modelarán en un software BIM cada uno de los prototipos configurados por las distintas especialidades en estudio, partiendo de diseños ya establecidos en modelos CAD bajo la metodología tradicional, logrando así integrar en un solo modelo BIM todas las especialidades y aplicar la herramienta de “Class Detection”. Finalmente, se elaborará el presupuesto, con el fin de demostrar la hipótesis planteada.

#### **3.3.1 Creación del entorno común de datos**

Como parte fundamental del trabajo colaborativo se necesita de un entorno común de datos en el cual se pueda compartir toda la información relacionada al desarrollo del presente documento. Este repositorio centralizado, por la familiarización con el mismo y su facilidad de uso, será la plataforma de Google Drive.

A través de la nube que ofrece Google Drive se cargarán y compartirán todos los documentos de información proporcionados por la empresa HIDROPLAN CÍA. LTDA. y todos aquellos que se irán elaborando en el transcurso de la modelación BIM. De esta manera se genera un ambiente colaborativo a manera de una simulación de trabajo multidisciplinar.

La carpeta compartida básicamente se compone de 2 subcarpetas, una que alberga toda la información y otra que abarca la elaboración.

La carpeta “INFORMACIÓN” contendrá todos los documentos proporcionados por HIDROPLAN necesarios para el desarrollo del trabajo de disertación, tales como los informes, estudios y planos elaborados para las distintas especialidades de interés como lo son la estructural, la hidrosanitaria, la arquitectura y los costos.

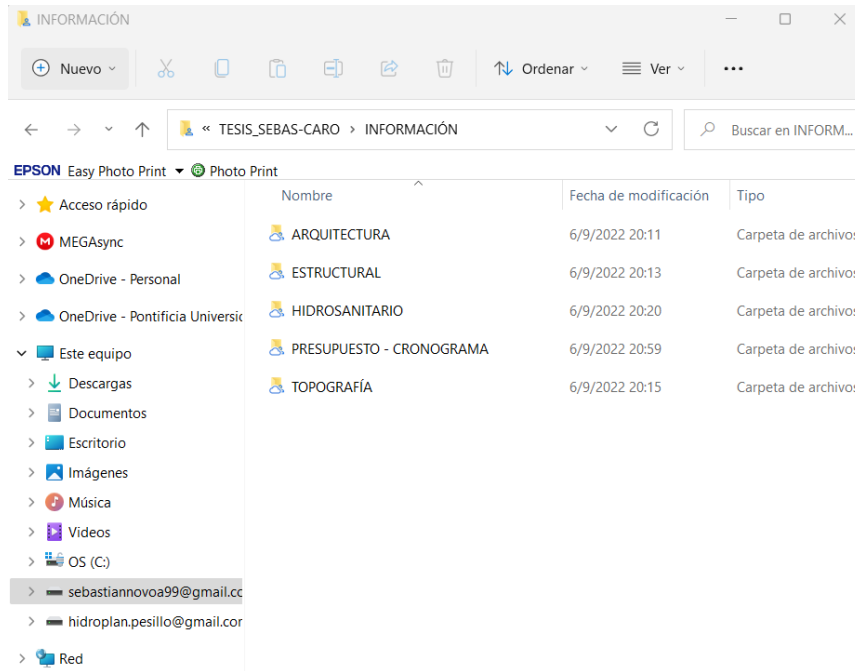


Figura 57. Carpeta compartida – INFORMACIÓN

Por otro lado, la carpeta “ELABORACIÓN” contendrá todos los documentos que se irán trabajando y generando a medida que avance el trabajo de disertación, como es el caso de la modelación en el software Revit de las distintas especialidades de interés del presente trabajo, la incorporación de dichos modelos en Navisworks y la generación de costos.

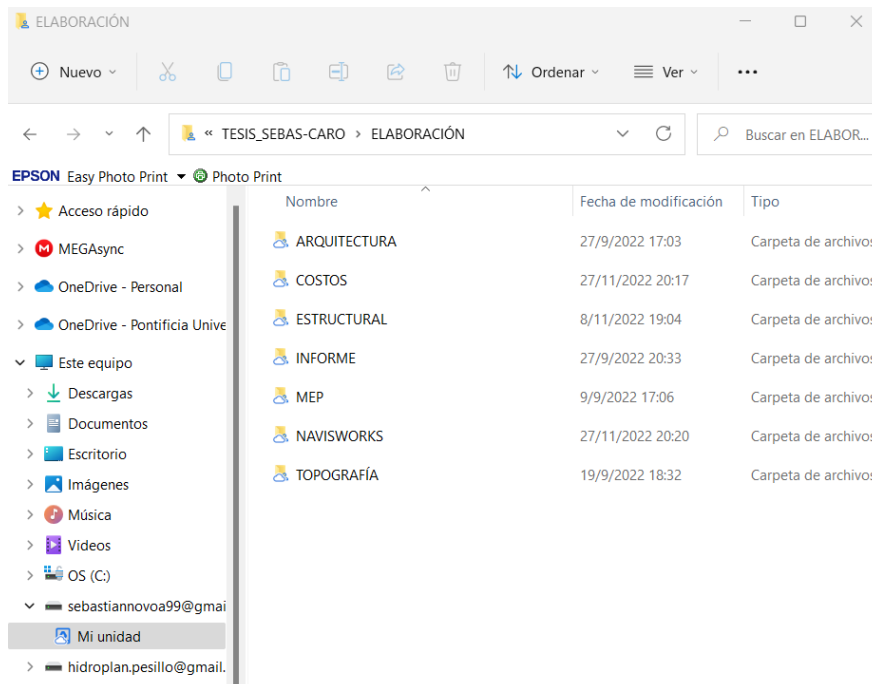


Figura 58. Carpeta compartida - ELABORACIÓN

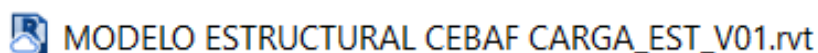
La metodología BIM establece que para guardar los diferentes archivos generados para el proyecto es necesario llevar un orden y manejar una nomenclatura previamente acordada entre las diferentes especialidades que conforman el proyecto.

Es por ello que cada uno de los documentos contenidos dentro de las subcarpetas observadas en las figuras anteriores serán nombrados siguiendo una denominación específica para llevar una mejor organización y que se los pueda identificar fácilmente.

Dicha denominación ha sido determinada por el siguiente orden:

NOMBRE DEL ARCHIVO\_ABREVIACIÓN ESPECIALIDAD\_VERSIÓN DEL ARCHIVO

Tal es el caso de la estructura, componente para el que se desarrolla el archivo de modelación de la misma en el software Revit y el cual ha sido creado de la siguiente manera:



*Figura 59. Denominación archivo modelado de estructura*

El mismo criterio se manejará para guardar los diferentes archivos generados en las especialidades de arquitectura, hidrosanitaria, topografía y costos del proyecto.

### ***3.3.2 Geolocalización de la estructura en REVIT***

La metodología BIM busca integrar todas las etapas de un proyecto con el fin de realizar los modelos lo más cercano posible a la realidad. Revit permite implantar el proyecto en las coordenadas que este se ubicará y con esto se puede gestionar de mejor manera en el ámbito arquitectónico aspectos como la iluminación natural. De igual manera esto logra un efecto más realista en la generación de renders.

Al presente modelo se lo denominará: modelo en sitio; siendo el que contendrá la topografía del terreno y las coordenadas del punto de implantación.

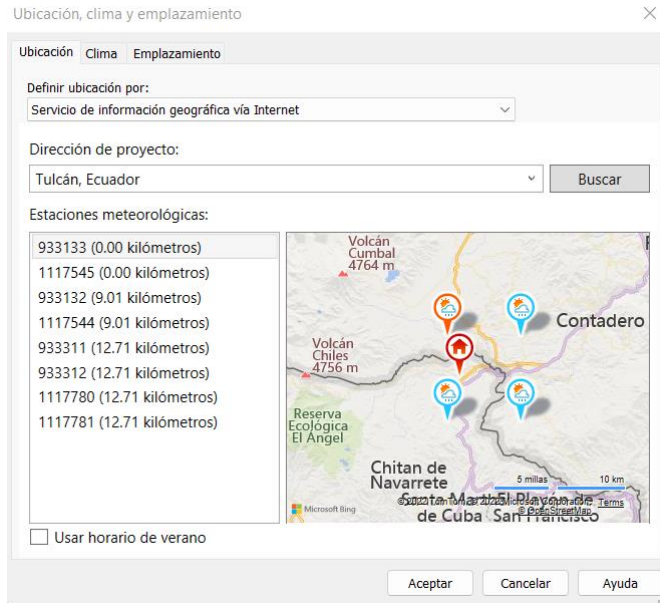
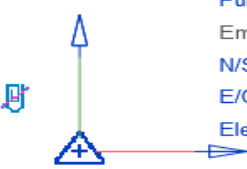



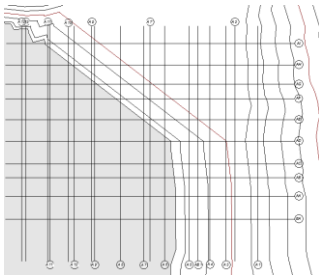
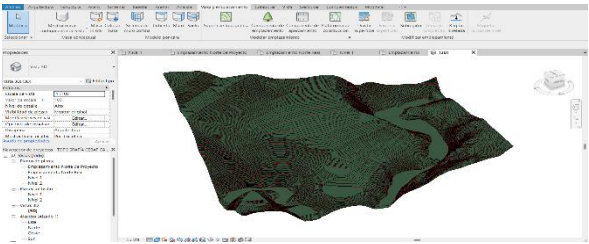
Figura 60. Cuadro de diálogo-Ubicación en Revit

Partiendo del concepto del trabajo colaborativo, es necesario generar referencias externas por medio de los Revit Link, para lo cual es importante partir de un modelo base que contendrá la topografía correctamente georreferenciada y un emplazamiento compartido adecuado. El proceso por seguir será generar este modelo será detallado en la siguiente tabla.

Tabla 5

MEI Modelo de sitio

<b>MEI: MODELO DE SITIO</b>	
<b>Nombre del archivo: TOPOGRAFÍA CEBAF CARGA_TOP_V01</b>	
1.-Emplazamiento Compartido	 <p><b>Punto de reconocimiento - Interno</b> Emplazamiento compartido: N/S 91105.6170 E/O 202478.2440 Elev 2785.0000</p>
2.-Vinculación del modelo CAD y generación de superficie	

3.- Creación de ejes y niveles	
4.- Trabajo Colaborativo	

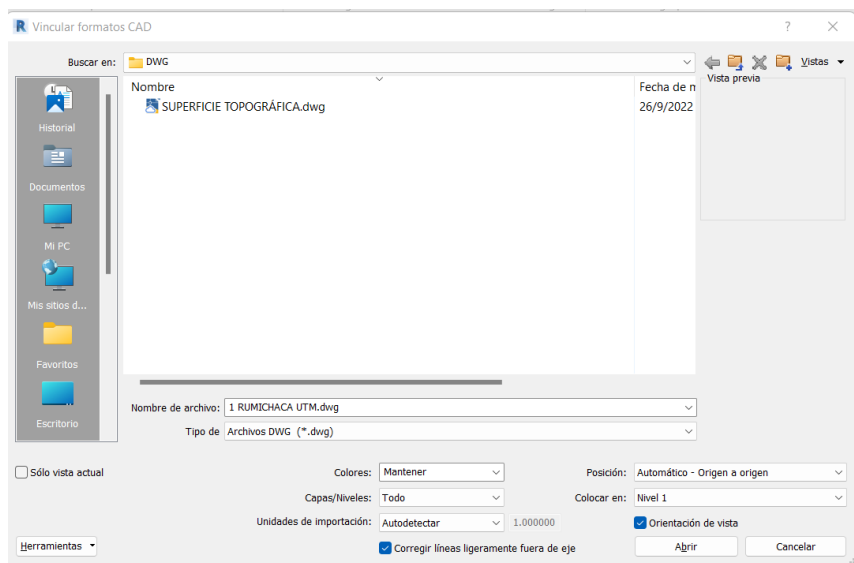
### 3.3.2.1 *Emplazamiento compartido*

Para iniciar un trabajo colaborativo con otras disciplinas es fundamental determinar el punto de reconocimiento interno y el punto de emplazamiento compartido para que así al existir varios modelos en las distintas disciplinas queden ubicados adecuadamente espacialmente.

Se ubican las coordenadas de un punto base del proyecto, el cual debe ser a nivel de piso terminado, para lo cual se toma un punto de coordenadas que se tiene en el modelo de la topografía entregada en Civil 3D y es necesario bloquear el movimiento de este punto en Revit, para evitar errores. Así también es necesario georreferenciar un punto fuera del proyecto, al que se denomina punto de reconocimiento interno.

### 3.3.2.2 *Vinculación del modelo CAD y generación de superficie*

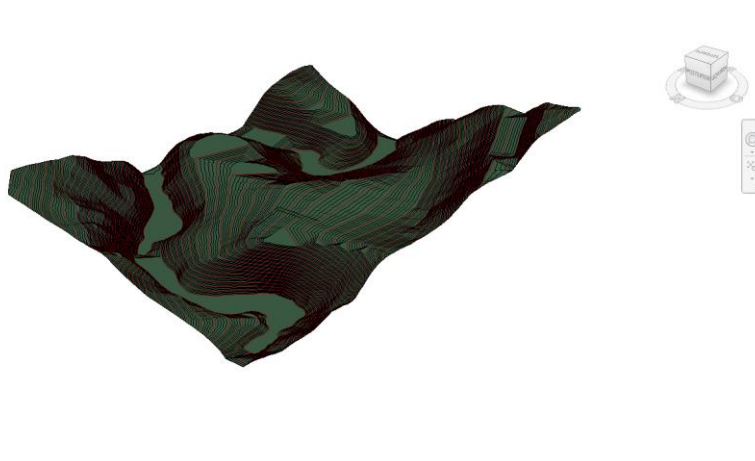
Al tener una superficie topográfica ya creada en civil 3D, se puede generar un vínculo a dicho archivo, para a través de este generar la topografía que corresponde al modelo en Revit.



*Figura 61. Cuadro de diálogo-Vincular formato CAD*

Se coloca en posición origen a origen para que el punto base del proyecto y el punto de reconocimiento interno se ubiquen en el punto correspondiente a la topografía generada.

Dentro de Revit existe la opción de dibujar los puntos correspondientes a la curva de nivel o generar la topografía desde una superficie ya existente y creada por medio de un software de ingeniería civil en formato DWG, por medio de la opción “crear desde importación”, acto seguido se genera la topografía y se puede apreciar lo compleja que es.



*Figura 62. Topografía terrena de implantación CEBAF-Carga*

Cuando se crea la superficie, esta queda orientada al norte real del proyecto, por lo que la creación de ejes y la modelación de estructuras puede resultar complicado, debido a que no se puede realizar con la opción ortogonal y es necesario utilizar ángulos. Sin embargo,

Revit permite generar dos planos, uno de ellos con orientación al norte real y otra al norte del proyecto, logrando así que el trabajo se realice de mejor manera.

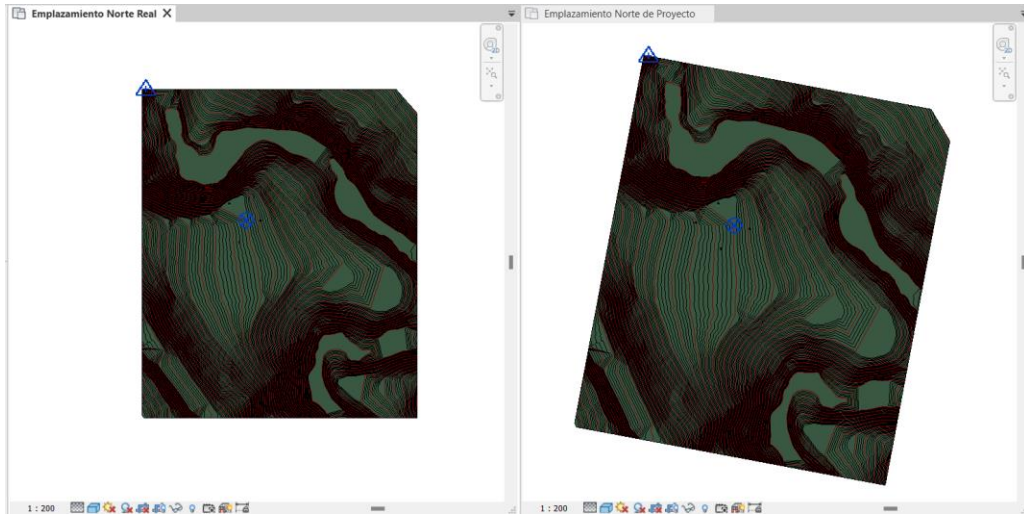


Figura 63. Planos de emplazamiento

### 3.3.2.3 Creación de ejes y niveles

Una vez que se tenga generada la topografía, se utiliza la vista en planta del emplazamiento norte del proyecto, para generar los ejes y niveles correspondientes.

Para esto, se importa el modelo CAD de la arquitectura como una plantilla para poder dibujar los ejes y crear los niveles de tal manera que visto junto con la topografía estos queden a nivel de suelo terminado.

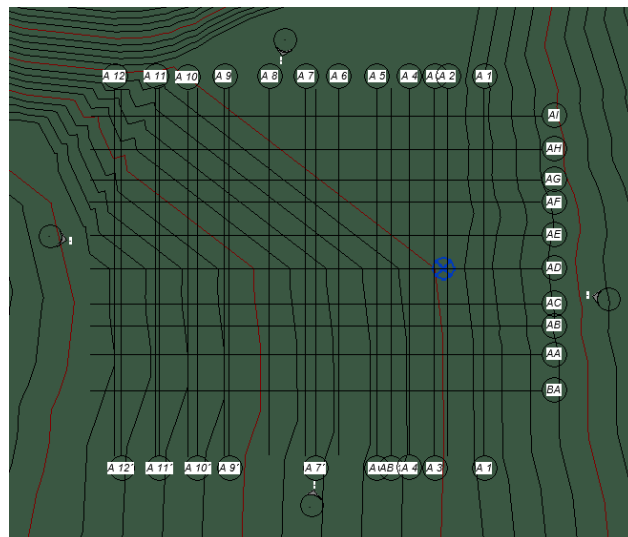


Figura 64. Creación de ejes

### 3.3.2.4 Trabajo Colaborativo

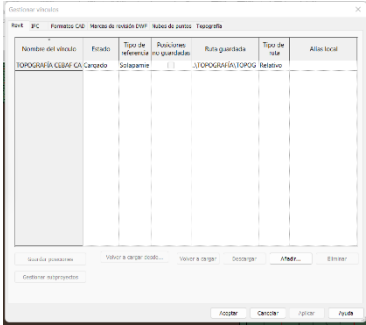
Este modelo será denominado como “modelo en sitio” y será el modelo base de todas las disciplinas, para que así se compartan las coordenadas. Para lograr el trabajo colaborativo es necesario que exista un entorno común de datos donde todos los modelos se guarden y sincronicen en tiempo real, de tal manera que todos los involucrados puedan tener acceso a estos.

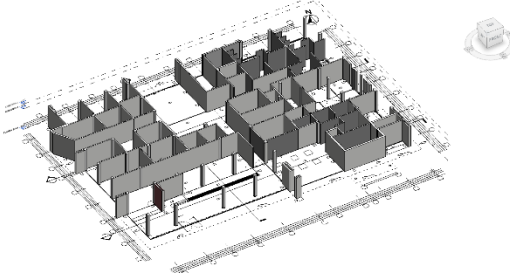
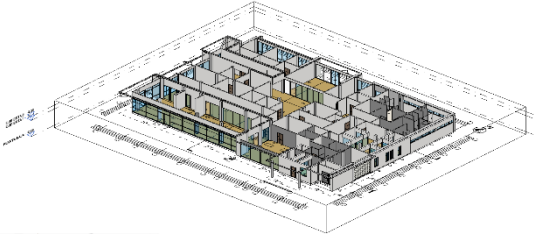
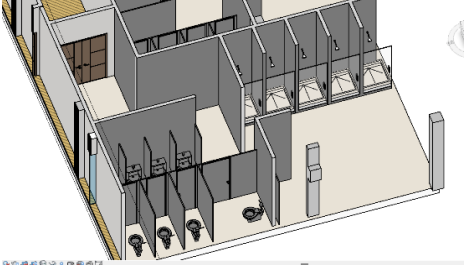
### 3.3.3 Modelación arquitectónica

Se realiza la modelación arquitectónica con el objeto de que este sea el modelo base donde se incorporarán las distintas disciplinas para su posterior detección de incongruencias. La modelación arquitectónica se la realiza siguiendo a detalle los planos de plantas, cortes y elevaciones. Es importante considerar que en el diseño arquitectónico se colocan dimensiones de columnas de prediseño y será en el modelo estructural donde se definirán las dimensiones de cada una, por otra parte, en este modelo no se colocan vigas, si no, únicamente columnas y muros. El proceso por seguir será detallado en la siguiente tabla.

Tabla 6

MEI: Modelo arquitectónico

<b>MEI: MODELO ARQUITECTÓNICO</b>	
<b>Nombre del archivo:</b> MODELO ARQUITECTÓNICO CEBAF CARGA_ARQ_V01	
<p>1.-Vinculación del modelo Revit y creación de ejes y niveles</p>	

<p>2.-Modelación de columnas, pisos y muros</p>	
<p>3.- Modelación de ventanas, muros cortinas y puertas</p>	
<p>4.- Modelación de mobiliario interior</p>	

### 3.3.3.1 Vinculación del modelo Revit y creación de ejes y niveles

Se crea un archivo Revit con plantilla arquitectónica, en el cual se genera un vínculo entre el modelo arquitectónico y el modelo topográfico, mediante la opción coordenadas compartidas, logrando así que se encuentre correctamente georreferenciado y que si existiese algún cambio en la localización de los ejes o del emplazamiento esto generará una notificación de alerta en el modelo arquitectónico y será necesario actualizar el vínculo.

Una vez que se genera el vínculo con el modelo en sitio, existirán ejes ya creados, pero para que estos puedan ser seleccionados por separado y no en bloque es necesario copiar los ejes y niveles dentro del proyecto arquitectónico y a su vez generar las vistas de dichos niveles.

### 3.3.3.2 Modelación de columnas, pisos y muros

Para iniciar con la modelación es necesario importar los modelos CAD correspondientes a planta baja y plano de techo y ubicarlos correctamente según los ejes ya creados.

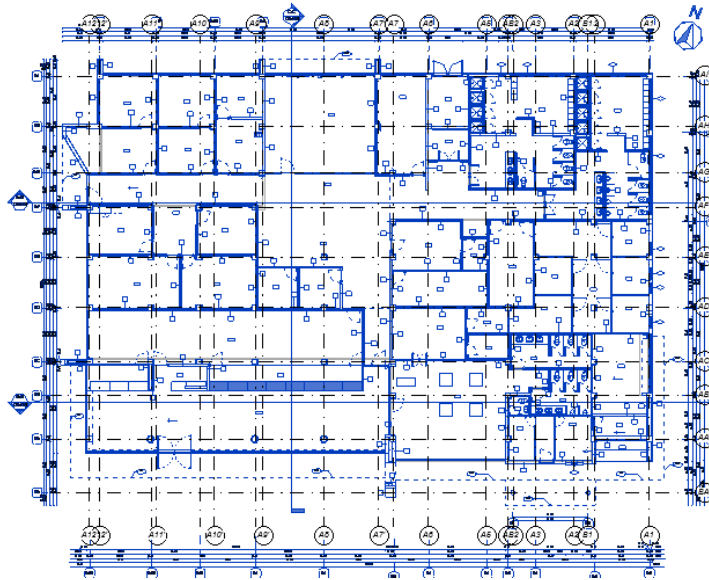


Figura 65. Vínculo CAD-Arquitectura

Para generar modelos basados en esta metodología, se debe detallar e identificar cada uno de los elementos, por lo cual es necesario generar elementos según su tipo. Como se mencionó anteriormente existen 16 tipos de muros, 14 detalles de panelería y dos tipos de columna, una de ellas cuadrada con dimensiones de 0.35x0.35 y otra circular con un radio de 15 centímetros.

Dentro de Revit se puede denominar y diseñar cada uno de los elementos con especificaciones para su estructura y acabado, por lo cual es importante que cada elemento creado sea identificado mediante un código que todos los interesados puedan comprender. En la siguiente figura se observa uno de los distintos muros empleados en el diseño arquitectónico, donde se detalla el acabado que tendrán en obra.

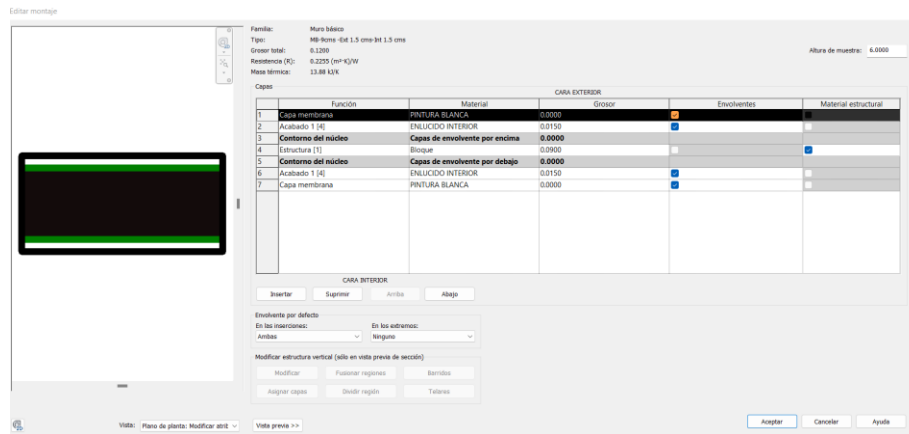


Figura 66. Detalle muro MB-9cms-Ext. 1.5 cm- Int. 1.5 cm

Al ser un edificio con doble altura se debe tener especial cuidado en la altura que cada muro y columna tendrán, para lo cual en algunas partes es necesario realizar cortes de secciones para lograr un mejor detalle de cada uno de ellos, estas vistas pueden ser guardadas para posteriormente usarlas en la fabricación de planos.



Figura 67. Sección supervisión de migración

El nivel de detalle se puede definir acorde a los acabados que tendrá la edificación, los pisos se realizan mediante el desarrollo de la silueta que conforma los límites de cada uno para posteriormente asignar un material que permita tener un modelo más realista.

### 3.3.3.3 Modelación de muros cortina, ventanas y puertas

Para realizar el modelo de los objetos correspondientes a ventanas, mamparas o muros cortinas y puertas es necesario utilizar los planos de detalle donde se encuentran un total de 13 paneles de vidrio entre y ventanas y mamparas, los cuales se componen de cristal oscuro con perfiles de aluminio y un total de 12 puertas con acabados de madera y de cristal.

Una de las ventajas de Revit es que permite identificar cada una de las familias de componentes que se utilizan en el modelo y poder generar información de una manera más

eficiente para todos los interesados, de igual manera visualmente permite identificar los distintos materiales, como se observan en la siguiente figura.

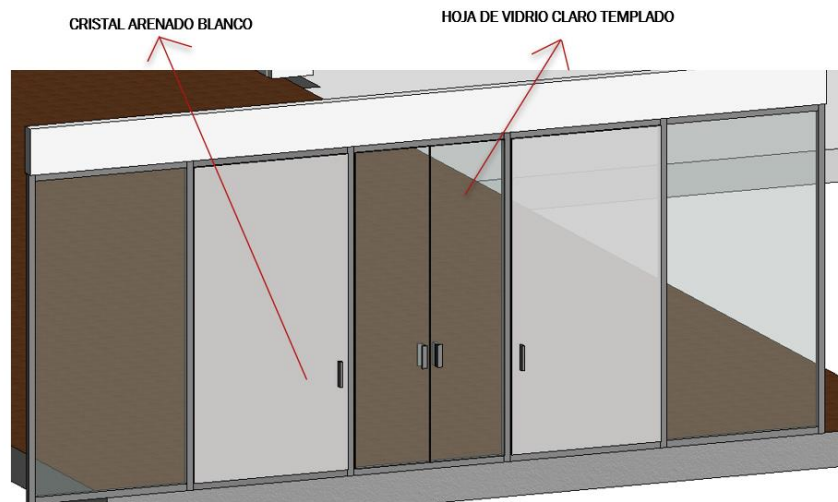


Figura 68. Cristalería diferente entre puertas

Al momento de modelar es importante colocar las alturas y dimensiones correspondientes de cada componente como se indican en los planos del diseño aprobado en la consultoría. Una herramienta útil de Revit es que permite visualizar las fachadas de la edificación a medida que se construye, y a su vez estas vistas se pueden utilizar en los planos entregables.

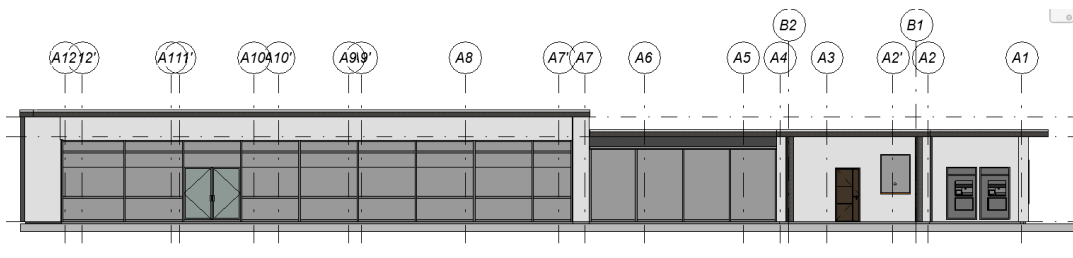
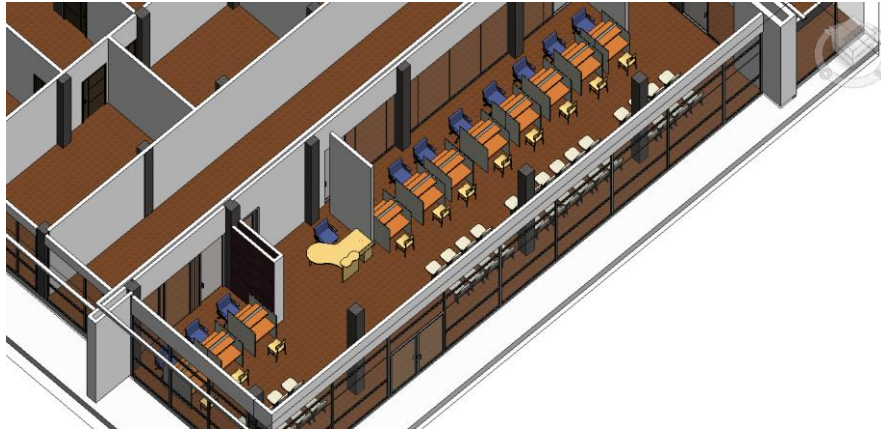


Figura 69. Fachada frontal de la edificación

### 3.3.3.4 Modelación del mobiliario interior

La modelación del mobiliario es útil para planificar espacios y a su vez para generar modelos más realistas y acogedores para presentar a los interesados del modelo final. Revit permite modelar componentes y familias de elementos de mobiliario que pueden ser ya creados por defecto a los cuales se los puede modificar las dimensiones y el material o a su vez se puede crearlos completamente acorde las necesidades que se tengan en el proyecto.

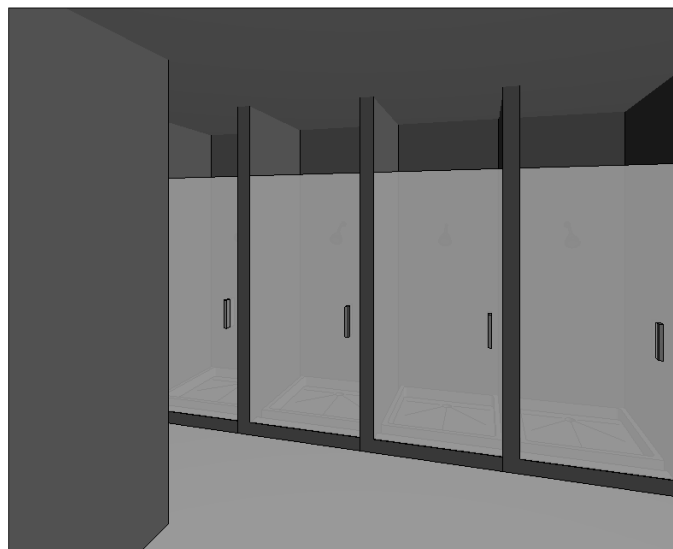


*Figura 70. Mobiliario área de atención al usuario*

En la figura anterior se muestra la distribución de espacios en el área de atención al usuario en migración, área de uso común que estará conformada únicamente por sillas para el área de espera y escritorios para los funcionarios que allí laboren. Así también se detalla el mobiliario de cada una de las distintas áreas que conforman el edificio terminal de carga.

Por otro lado, dentro del mobiliario para los aparatos hidrosanitarios y eléctricos existen los componentes arquitectónicos y los MEP, los últimos contienen por defecto las conexiones para las tuberías y cables respectivamente y así el responsable encargado de la modelación MEP podrá utilizar los mismos elementos utilizados en la fase arquitectónica.

Una vez finalizado todo el modelo se puede generar un render que facilite la explicación del proyecto para los distintos interesados si así se requiere, la siguiente figura muestra una imagen con efecto renderizado del sector de las duchas para los usuarios del CEBAF.



*Figura 71. Imagen renderizada-zona duchas*

### 3.3.4 Modelación estructural en Revit (Integración BIM)

La modelación estructural del edificio de carga es realizada a partir de las 16 láminas proporcionadas por HIDROPLAN. A diferencia del modelo arquitectónico que se compone de elementos de prediseño, para el modelo estructural, dichos elementos provienen de un cálculo y diseño previo, por ende, su configuración y dimensiones varían.

Adicionalmente, se incluyen componentes dentro del modelo estructural que no se contemplan dentro del arquitectónico como es el caso de la cimentación y las vigas.

Para la modelación estructural es importante tener en cuenta que cada elemento estructural puede dividirse en varios tipos. Es por ello que existe la necesidad de trabajar con todas las láminas proporcionadas y verificar que cada elemento modelado se encuentre posicionado de manera adecuada según se indique en los planos.

Otro factor a tener en cuenta para la modelación y el cual debe ser configurado desde un principio y asignado a sus elementos respectivos previo a ser modelados es el recubrimiento. Cada elemento estructural maneja un recubrimiento distinto, por lo que, se crean todos los recubrimientos necesarios establecidos en los planos estructurales.

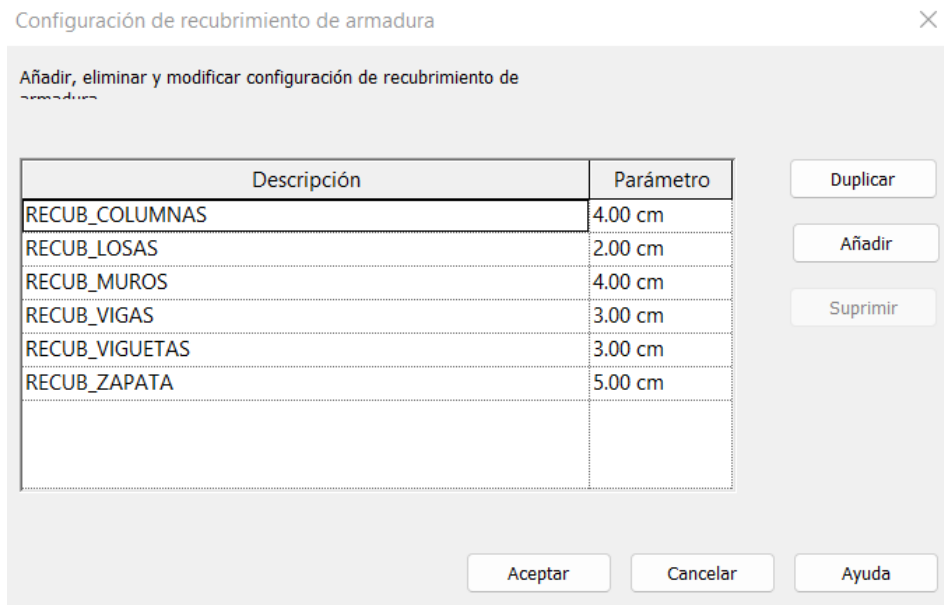


Figura 72. Recubrimientos elementos estructurales

Por otro lado, a cada tipo de varilla que conforme el acero transversal y longitudinal de los diferentes elementos estructurales se le asigna una marca diferente según la cual se distinguirá y clasificará el varillaje en la tabla de planificación del acero de refuerzo.

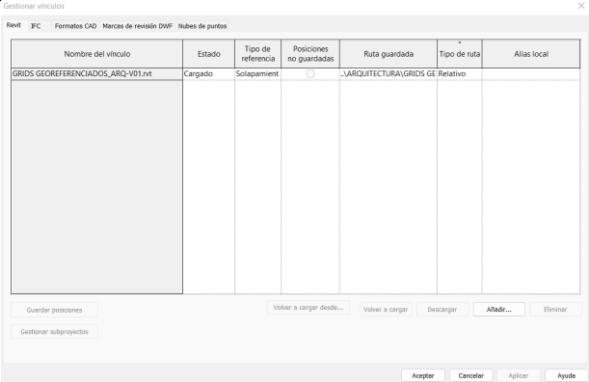
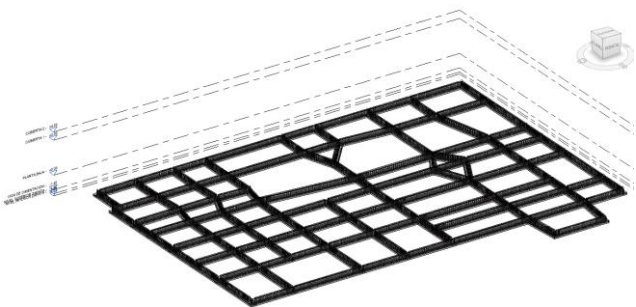
Seguir un orden en la modelación de los distintos elementos estructurales es fundamental para evitar errores al momento de asignación de marcas de acero además de posibles confusiones entre los diferentes tipos de secciones con las que se trabaja para cada elemento.

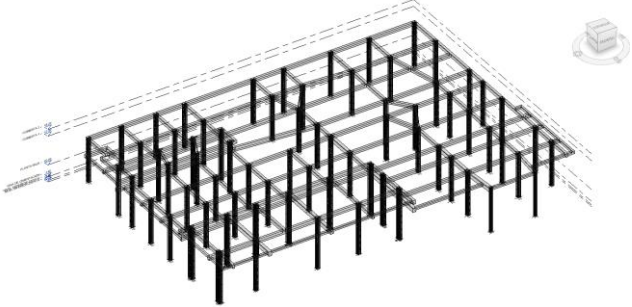
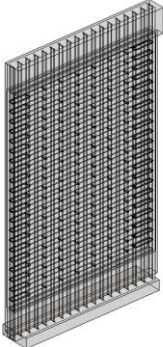
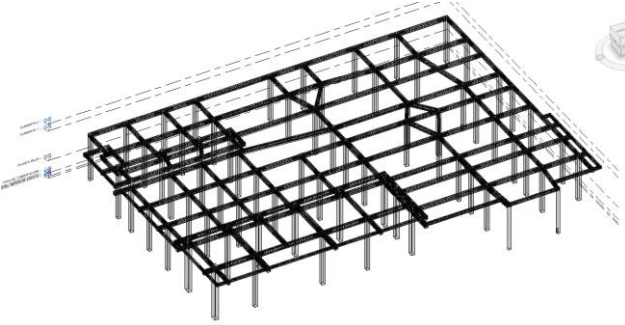
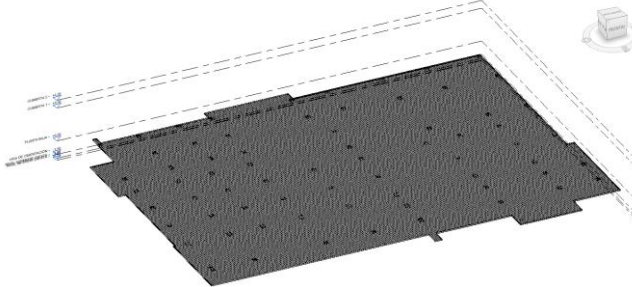
Es por ello que previo a comenzar con la modelación de cualquier proyecto en cualquier especialidad involucrada, es necesario establecer una secuencia de trabajo basada en los parámetros y componentes que definan la especialidad con la que se esté tratando.

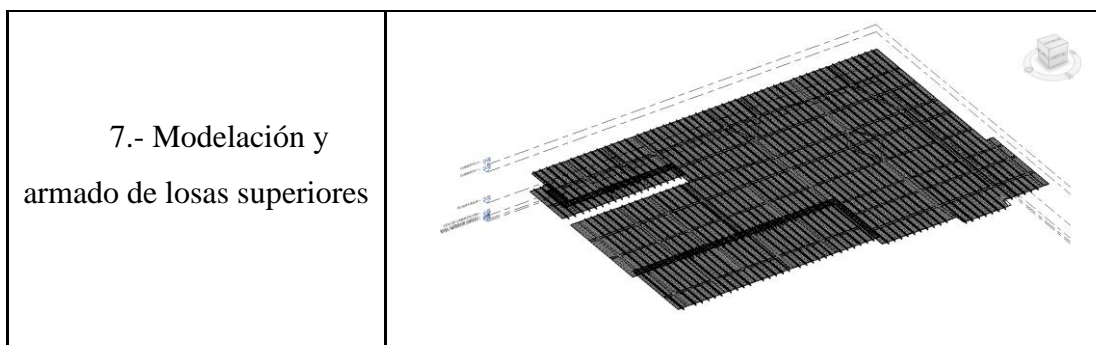
A continuación, se presenta el procedimiento a seguir para generar el modelo estructural. Este abarca todos los pasos contemplados desde la generación de la plantilla estructural y vinculación de modelos hasta la culminación de la modelación como tal.

Tabla 7

*MEI: Modelo de estructura*

MEI: MODELO DE ESTRUCTURA	
Nombre del archivo: MODELO ESTRUCTURAL CEBAF CARGA_EST_V01	
<p>1.- Vinculación del modelo Revit y creación de ejes y niveles</p>	
<p>2.- Modelación y armado de la cimentación</p>	

<p>3.- Modelación y armado de columnas</p>	 <p>A 3D perspective view of a rectangular grid of vertical reinforcement bars (columns) standing on a base. The grid is composed of several rows and columns of bars. A small icon of a cube on a circular base is located in the top right corner of the image area.</p>
<p>4.- Modelación y armado de muros</p>	 <p>A 3D perspective view of a vertical wall reinforcement mesh. The mesh consists of a dense grid of horizontal and vertical bars forming a rectangular panel. The bottom edge of the mesh is supported by a base.</p>
<p>5.- Modelación y armado de vigas</p>	 <p>A 3D perspective view of a horizontal grid of reinforcement bars (beams) supported by vertical columns. The grid is composed of several rows and columns of bars. A small icon of a cube on a circular base is located in the top right corner of the image area.</p>
<p>6.- Modelación y armado de contrapiso</p>	 <p>A 3D perspective view of a horizontal slab reinforcement mesh. The mesh consists of a dense grid of horizontal and vertical bars forming a rectangular panel. A small icon of a cube on a circular base is located in the top right corner of the image area.</p>



### 3.3.4.1 Vinculación del modelo Revit y creación de ejes y niveles

Se crea un archivo Revit con plantilla estructural para la modelación de la estructura. Dentro de este se genera un vínculo con el modelo Revit que contiene la topografía y los ejes y niveles georeferenciados, a partir del cual se trabajará todo el modelo estructural.

Ya con el vínculo generado, se copian los ejes y niveles en el archivo del modelo estructural con el fin de poder trabajar sobre ellos y así poder colocar los diferentes elementos estructurales según se especifique en los planos.

Además, se realizan ciertas modificaciones únicamente de visualización y caracterización al archivo de estructuras, añadiendo los niveles correspondientes a la cimentación y ocultando ejes prescindibles para la estructura.

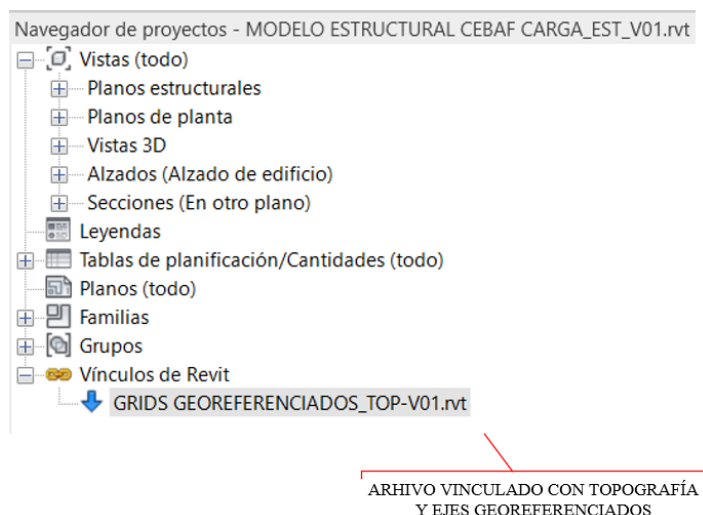


Figura 73. Vínculo de Revit en archivo de estructuras

Como se puede observar, el vínculo que contiene los ejes y niveles georeferenciados se encuentra vinculado al archivo de estructuras, por lo tanto, en el caso de que desde el archivo

de dicho vínculo se realice alguna modificación, dicho cambio será alertado en el de estructuras.

#### 3.3.4.2 *Modelación y armado de la cimentación*

Para empezar con la modelación de la cimentación se importa el archivo CAD que contiene el plano de esta de tal manera que quede alineado con los ejes previamente vinculados.

Una vez que el plano de la cimentación haya sido insertado en el Revit en el nivel correspondiente se modela sobre el mismo las zapatas corridas y vigas de cimentación ocupando las herramientas proporcionadas por el software para modelación de cimentaciones.

Todas las zapatas corridas de la cimentación cuentan con el mismo ancho y espesor, variando únicamente las vigas apoyadas sobre ellas, las cuales a pesar de mantener un mismo peralte, su ancho difiere en ciertas porciones de los ejes. Por ello, 2 tipos diferentes de vigas de cimentación tienen que ser creados en el archivo, mismos que serán asignados según se presente en el plano.

Con la cimentación ya modelada, se procede a armar la misma de acuerdo a lo indicado en las diferentes vistas y detallamiento de las láminas. Se arma primero toda la estructura referente a la zapata para posteriormente hacerlo con las vigas.



*Figura 74. Cimentación armada*

Las vigas prácticamente amarran a las columnas, por lo tanto, entre ellas se genera un espacio para las columnas que tendrán como base las zapatas corridas y llegarán a una altura determinada dependiendo del tipo de columna al que cada una corresponda.

### 3.3.4.3 Modelación y armado de columnas

Para la modelación de las columnas se toma en cuenta el tipo y número de columnas especificados en los planos. Estas cuentan con 5 tipos diferentes de secciones y varían entre dos alturas detalladas en los planos.

Previo a la asignación de columnas se configura cada una de las secciones mencionadas detalladas en los planos estructurales. Cuatro de ellas poseen una sección rectangular, mientras que la restante es circular.

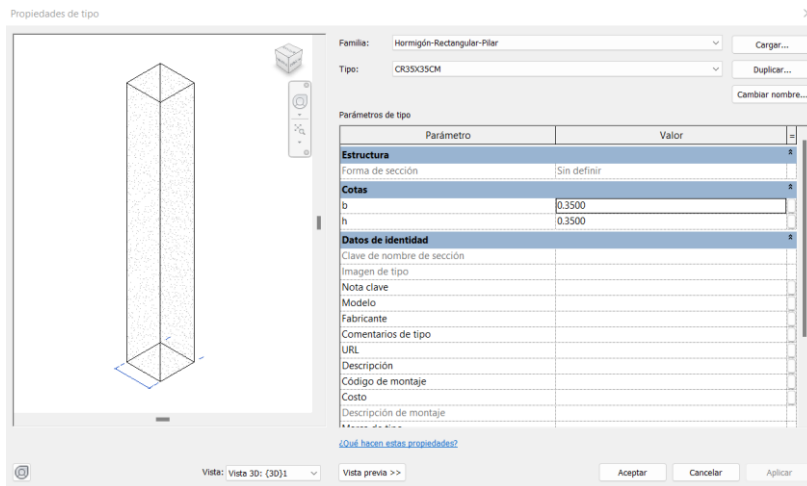
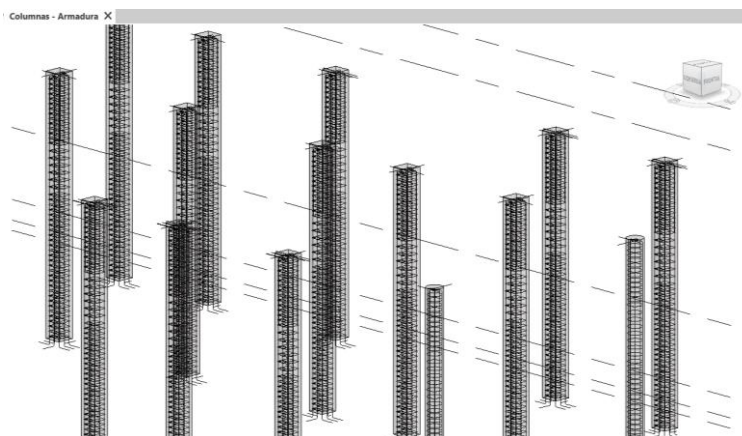


Figura 75. Creación sección de columna 1

Después de colocar cada columna según su tipo a la posición correspondida se comienza por armar la misma siguiendo el detalle del acero longitudinal y transversal que componen cada una.

La longitud y configuración tanto de las varillas longitudinales como de los estribos de la columna se aprecian en los planos, tomando en cuenta que, además, la planilla de hierros también proporciona la información necesaria para conocer dimensiones y ubicación de las distintas marcas de varillas.



*Figura 76. Columnas armadas*

La cimentación ya modelada se la oculta para evitar confusiones y que no exista una excesiva acumulación de elementos estructurales y acero de refuerzo a la vista.

Las columnas respetan cada detalle marcado en los planos, incluyendo el recubrimiento correspondiente, el doblado de las varillas longitudinales, el espaciamiento entre estribos, los diámetros y las alturas.

#### **3.3.4.4 Modelación y armado de muros**

La estructura la componen únicamente 3 muros distribuidos en diferentes lugares de la misma. De los 3 muros, 2 corresponden a un mismo tipo de muro al tener el mismo espesor y longitud mientras que el segundo tipo posee un ancho y longitud menor.

Por consiguiente, se crean 2 tipos de muros, uno para cada ancho definido y al altura de cada uno se la regula con las restricciones de base y superior.

El armado longitudinal de los 3 muros que componen la estructura, básicamente, es el mismo. Su armado es asignado como refuerzo por área respetando lo especificado en el plano y añadido el acero transversal correspondiente.

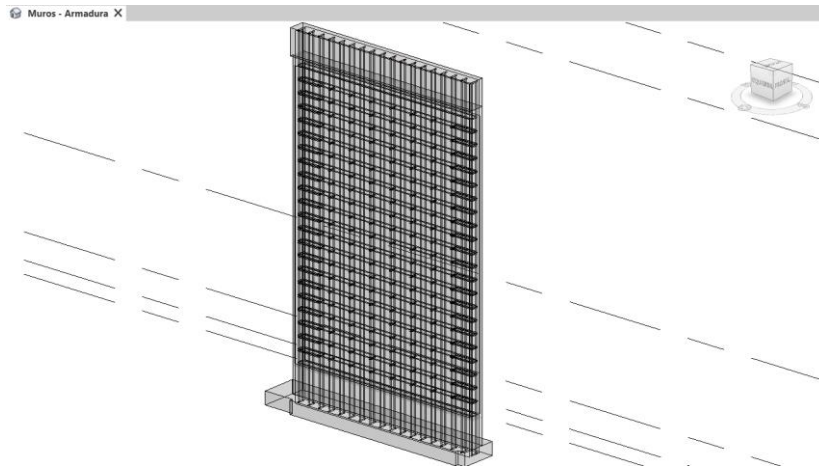


Figura 77. Muro armado

En la Figura 77, se observa al muro tipo 1 aislado del resto de componentes estructurales ya modelados. El muro tipo 1 está restringido superiormente por la losa de la primera altura mientras que el muro tipo 2 está restringido en su parte superior por la segunda altura.

### 3.3.4.5 Modelación y armado de vigas

Se modelan las vigas para ambas alturas de la estructura, tomando en cuenta de igual forma los distintos tipos de sección que estas poseen.

Por ende, primero se generan los 7 tipos de secciones diferentes para las vigas para que luego estas puedan ser asignadas en conjunto a sus ubicaciones respectivas.

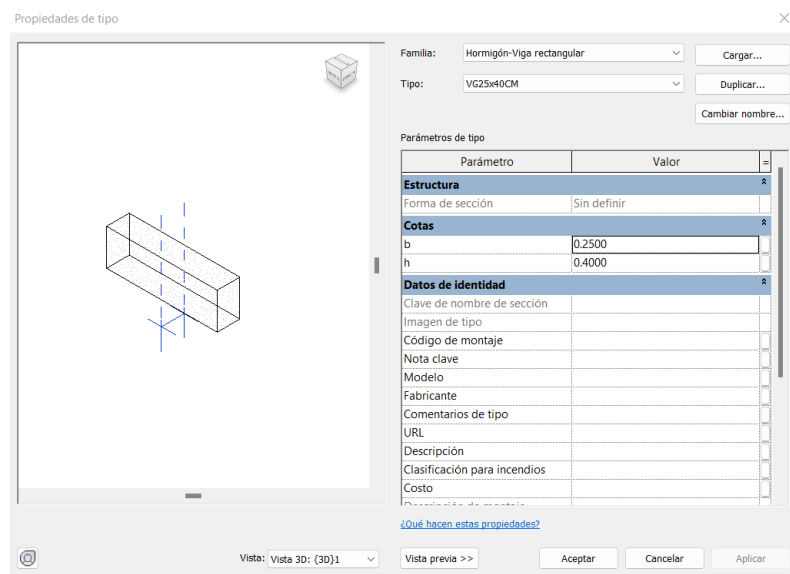
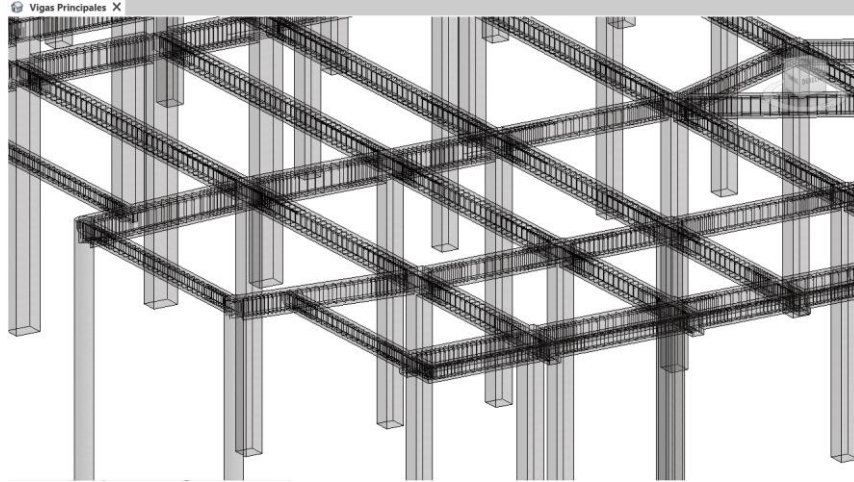


Figura 78. Creación sección de viga 25x40

Ya con todas las vigas modeladas para ambas alturas de la estructura se coloca el acero de refuerzo según el detallamiento de los planos. Se verifica que se ocupen correctamente

los diferentes diámetros de varilla, tanto para el acero transversal como para el longitudinal, según corresponda al tipo de viga que se esté armando y se respetan las longitudes y traslapes establecidos en los planos.



*Figura 79. Vigas armadas*

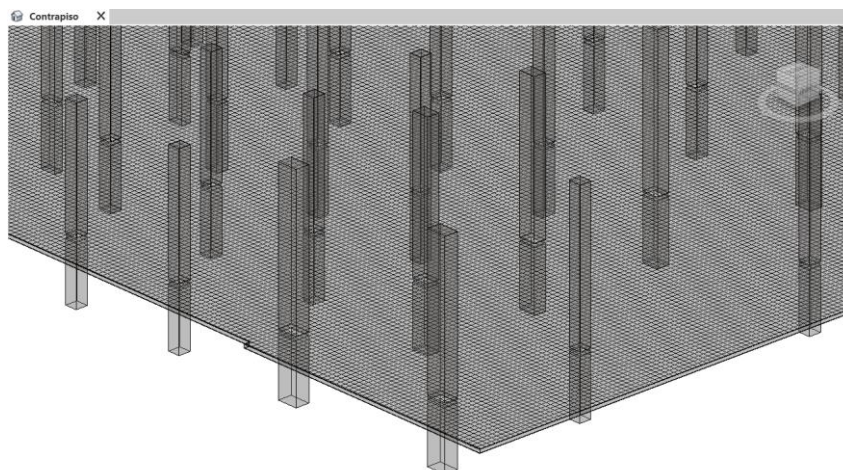
Al igual que con el resto de los componentes estructurales, a través de las marcas definidas en la planilla de hierros se identifica de mejor manera la configuración de los tipos de varillas utilizadas en cada viga y sus longitudes respectivas.

#### **3.3.4.6 Modelación y armado de contrapiso**

El contrapiso es modelado en base a lo dispuesto en los planos de planta del archivo CAD proporcionado por HIDROPLAN.

Este se lo modela en el nivel de planta baja siguiendo el contorno establecido en los planos. Se verifica que las columnas que vienen desde la cimentación no sean cortadas por el contrapiso, sino que sean continuas hasta su restricción superior respectiva.

El armado del contrapiso está compuesto únicamente por una malla la cual es asignada a toda su área de acuerdo con el diámetro de varilla establecido en los planos y el espaciamiento entre varillas en ambos sentidos.



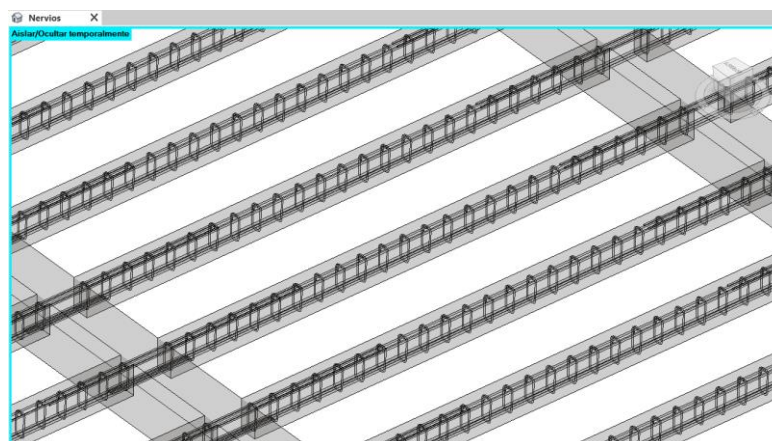
*Figura 80. Contrapiso armado*

Esta losa, al ser de contrapiso, solo posee el mallado como armado, distinto a lo que ocurre con las losas superiores, en donde a más de la malla de acero, están conformadas por nervios armados en una dirección.

### **3.3.4.7 Modelación y armado de losas superiores**

La modelación de las losas superiores para ambas alturas determinadas por los niveles establecidos se compone, al igual que el contrapiso, de una malla electrosoldada en la loseta de compresión y un conjunto de nervios en una dirección para dar como resultado una losa nervada.

Los nervios, a diferencia de otros elementos como las vigas principales y las columnas, están conformados por un solo tipo de sección. Estos se los modela al igual que lo realizado con las vigas y posterior a ello se los coloca en la dirección correspondiente especificada en el plano.



*Figura 81. Contrapiso armado*

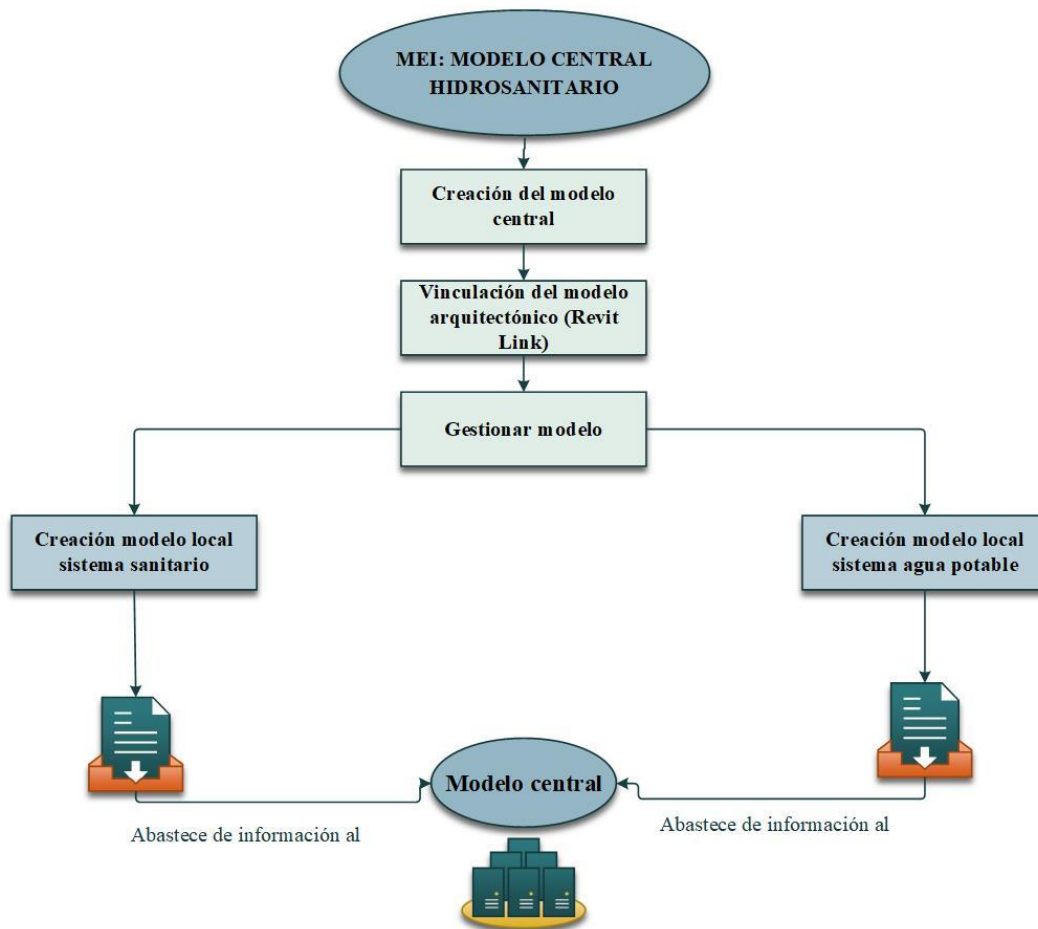
Para poder identificar los nervios en las losas superiores con mayor facilidad se aíslan estos en conjunto con las vigas principales en una vista en donde solo dichos componentes estructurales puedan ser observados.

A pesar de tener una misma sección para todos los nervios, el armado se diferencia por 9 diferentes tipos según la cantidad de nervios que conformen cada eje. Por lo tanto, 9 tipos de armados se crean variando en su cantidad de varillas y traslapes y al resto el armado únicamente se los asigna como copia.

### ***3.3.5 Modelación proyecto hidrosanitario en Revit (Integración BIM)***

Se realiza la modelación hidrosanitaria con el objeto de ubicar las tuberías de desagüe y agua potable de tal manera que se logre coordinar adecuadamente los espacios requeridos para cumplir con los ángulos y pendientes dispuestos en la norma y a su vez evitar que las tuberías de las distintas ocupaciones se encuentren ubicadas en lugares con poco espacio que no logren ser construidas como se indica en los planos y que se deban realizar adecuaciones en obra.

Para la realización de este modelo se utilizará una de las opciones de Revit que facilitan el trabajo colaborativo, la cual consiste en la creación de un modelo central que se alimentará de dos modelos locales específicamente, logrando así que dos especialistas trabajen en su propio modelo y estos se vayan sincronizando de manera automática y sean notificados si la otra persona realiza cambios en su trabajo. El desarrollo de este proceso se detalla a continuación.



MODELO HIDRO SANITARIA\_MEP\_CENTRALIZADO\_V01

Figura 82. Proceso para crear el modelo centralizado MEP

### 3.3.5.1 Creación del modelo Central

Se genera un nuevo archivo en Revit que posea una plantilla de fontanería y mediante la opción colaborar se crea un archivo central, para lograr este cometido el software solicitará una nube o un entorno común de datos donde se deba guardar este modelo central y los modelos locales que se generarán a partir de este.

Una vez que crea este archivo es recomendable que sea allí donde se vinculen los ejes y se coordinen los aparatos provenientes del modelo arquitectónico para que los subproyectos ya posean estos elementos. Por otra parte, se menciona que una vez realizado esto, sea únicamente en los modelos locales donde se realicen cambios de cada una de las disciplinas que abarcan y el modelo central sirva para presentar la información conjunta y este sea el que actualice los subproyectos.

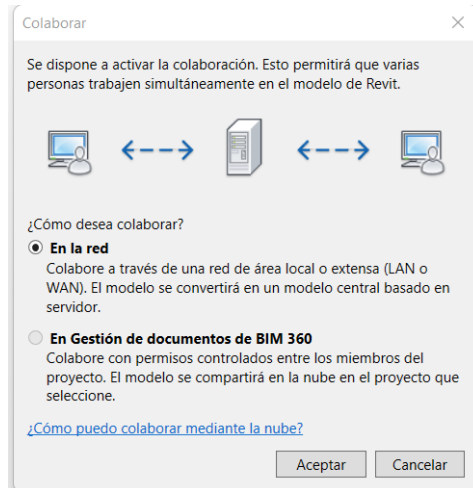


Figura 83. Cuadro de diálogo de la opción colaborar en Revit

### 3.3.5.2 Vinculación del modelo arquitectónico (Revit Link)

Se vincula el modelo arquitectónico mediante el uso de Revit link con la finalidad de generar archivos con coordenadas compartidas y generar una relación entre el modelo arquitectónico y el hidrosanitario de tal manera que, si se realiza un cambio en su arquitectura, se pueda notificar a los responsables para que ellos realicen los cambios respectivos en su especialidad.

Por otra parte, cuando se realizan modelos hidrosanitarios es necesario utilizar una plantilla de fontanería, la cual permite visualizar los elementos estructurales y mamposterías con una transparencia que permita resaltar únicamente los aparatos hidrosanitarios. Al vincular el modelo arquitectónico se puede utilizar los mismos aparatos hidrosanitarios que fueron colocados y así lograr evitar errores en la ubicación, tamaño y características establecidas anteriormente.

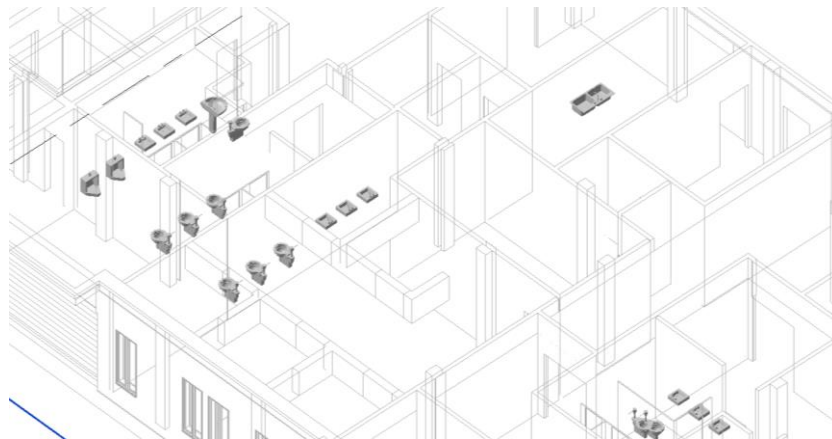


Figura 84. Visualización-fontanería

### 3.3.5.3 Gestionar modelo

Una vez generado el vínculo es necesario gestionar y coordinarlos por lo que se copian los ejes y niveles conjunto con los aparatos hidrosanitarios para que se puedan editar dentro de este nuevo modelo respetando la ubicación planificada de cada una de ellas en la disciplina arquitectónica.

Revit MEP permite modelar las tuberías a partir de los aparatos hidrosanitarios, por lo cual estos deben contener los conectores de tubería, dentro de las familias predeterminadas en el software existen algunos aparatos MEP que pueden ser utilizados directamente, sin embargo si alguno de los elementos utilizados en la disciplina arquitectura no posee estas características, se puede editar la familia y generar todos los conectores de tubería que se necesiten para el desagüe y para el ingreso del agua potable con el respectivo diámetro de cada uno.

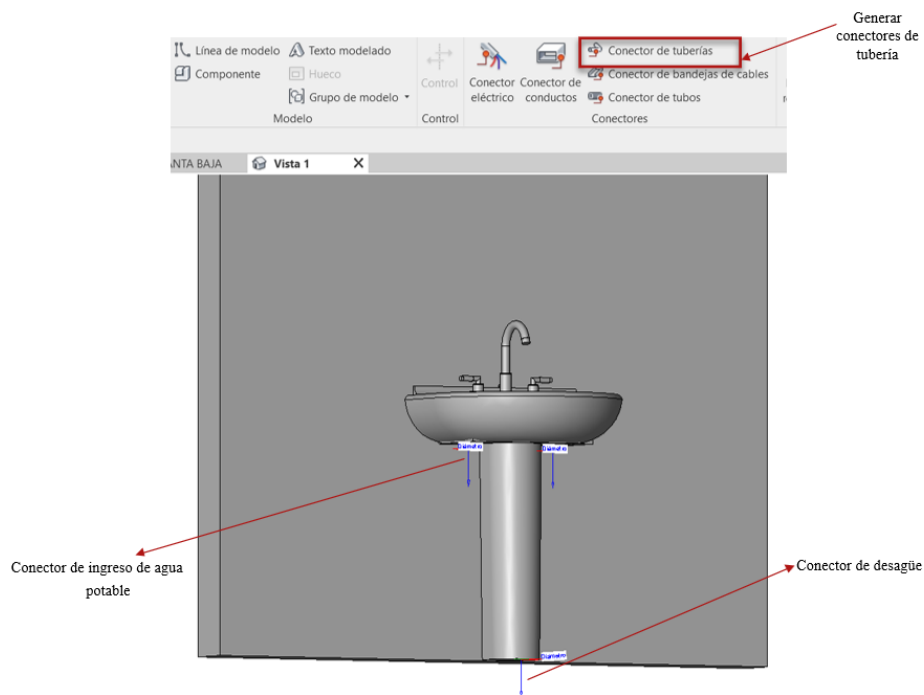


Figura 85. Edición de familias en REVIT MEP

Cuando se tiene el modelo central totalmente coordinado, se realiza un guardar como y se generan los dos modelos locales que generarán la información en el modelo central.

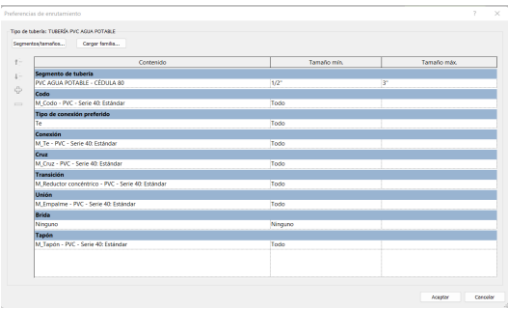
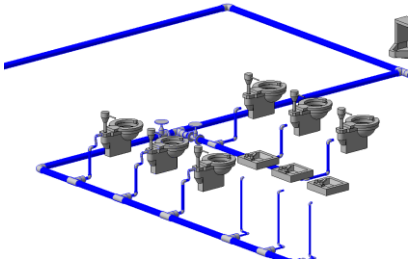
### 3.3.6 Modelación de red de agua potable

El modelo local destinado para la modelación de la red de agua potable que consiste en la modelación de tuberías, accesorios y válvulas correspondientes al diseño entregado por

HIDROPLAN bajo la metodología BIM. El proceso que se desarrollará en este modelo se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 8

MEI: Modelo red de agua potable

<b>MEI: MODELO RED DE AGUA POTABLE</b>	
<b>Nombre del archivo:</b>	<b>MODELO RED DE AGUA POTABLE_MEP_LOCAL_V01</b>
1.-Configurar parámetros de tubería y accesorios	
2.- Modelación de tuberías y uniones y accesorios	

### 3.3.6.1 Configurar parámetros de tubería y accesorios

Una vez generado el modelo local se configuran las unidades del modelo dentro de la disciplina de fontanería y se colocan las tuberías en pulgadas, posterior a esto se configura los diámetros de las tuberías y el material que se ocuparán en el diseño. Así también, se selecciona el tipo de accesorio a emplearse en la disciplina hidrosanitaria.

Se selecciona el material de la tubería y el aspecto que se visualizará en el modelo y en los planos y en la renderización, esto se lo hace con el objeto de que una vez se incorporen las tuberías de agua potable y aguas residuales en el modelo centralizado se pueda diferenciar cada una e identificarlas adecuadamente. Para las tuberías de agua potable se selecciona el color azul.

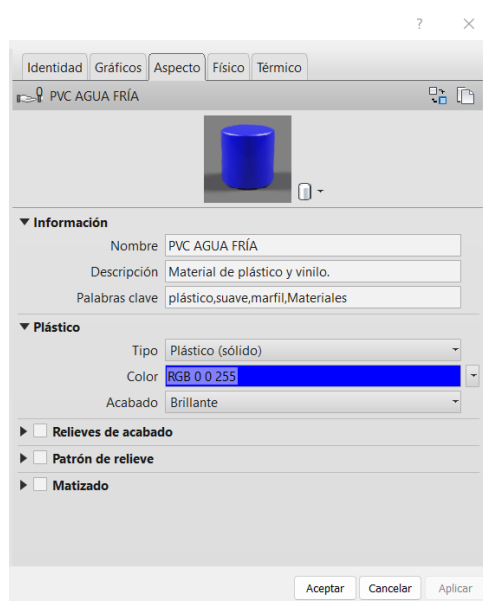


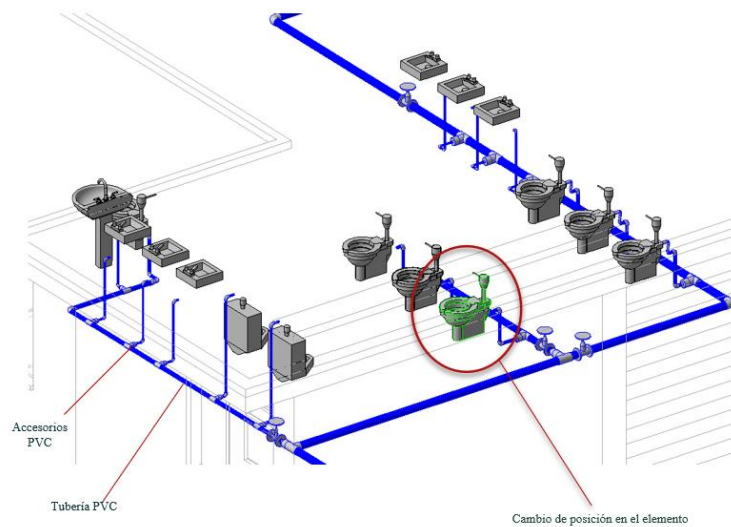
Figura 86. Cuadro de diálogo del aspecto del material

### 3.3.6.2 Modelación de tuberías y uniones

La modelación de las tuberías se realiza acorde a lo especificado en el plano, por lo que se selecciona el diámetro y el tipo de tubería que se configura previamente. El trazado de tuberías se puede realizar partiendo del conector de ingreso de los aparatos sanitarios o modelándolos de manera aparte, se permite colocar el desface central de estas para colocar las tuberías verticales.

Para la red de agua potable no es necesario que exista una pendiente y se pueden ocupar ángulos de 90° cuando se requieran cambios de dirección. Por otra parte, Revit permite generar conexiones automáticas recomendadas cuando se seleccionan los aparatos pertenecientes al mismo circuito y evita que se generen errores cuando existan elevaciones diferentes.

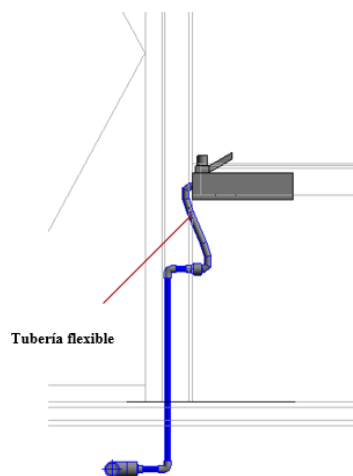
Los diferentes tipos de uniones como codos, tee, reductores, etc. Se generan de manera automática utilizando el tipo de material que se seleccionó en la configuración de estas, esto se realiza cuando se producen cambios de dirección o cambios de diámetro.



*Figura 87. Red de distribución de agua potable-baños*

Debido a que se tiene un vínculo con el modelo arquitectónico cuando se mueve algún aparato hidrosanitario este se marca de un color verde para informar a los responsables que existe ya una variante con respecto al modelo base y poder solicitar el cambio o la corrección en las otras disciplinas. Después de modelar todas las tuberías se ubican las válvulas correspondientes al diseño con su diámetro y posición adecuada.

Debido a que BIM trata de simular lo más cercano a la realidad, es importante que se modele las tuberías hasta lo denominado “ puntos de agua” y se coloquen las tuberías flexibles como conexión del punto al aparato. De igual manera se pueden generar vistas de sección para visualizar de mejor manera el trabajo realizado.



*Figura 88. Vista de sección-Lavamanos-Agua Potable*

Revit permite que la visualización del modelo se lo realice en modo realístico, pero también se los puede visualizar con modelos lineales, muy similar a los planos realizados en AutoCAD.

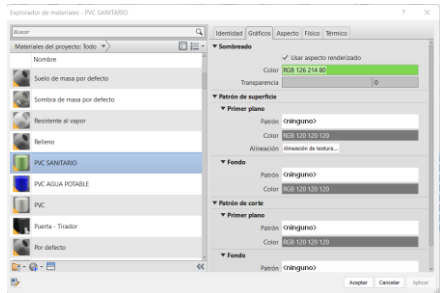
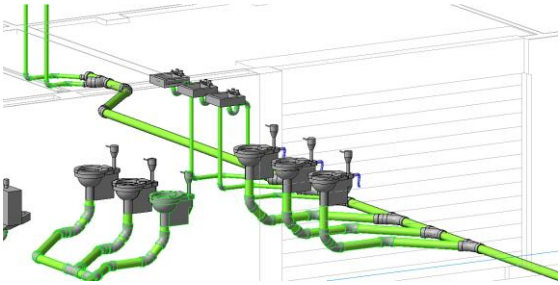
### 3.3.7 Modelación de la red de aguas residuales

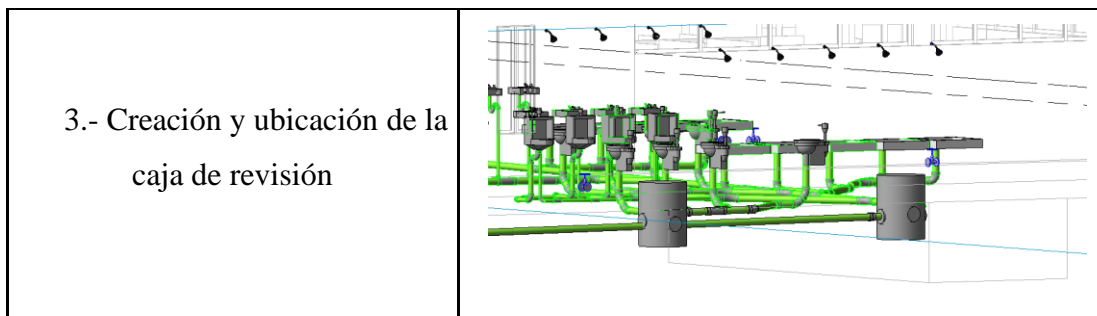
El segundo modelo local corresponde a la red de agua residual, debido a que el primer modelo se sincroniza con el central, en este modelo también se podrán visualizar los cambios realizados en el modelo de agua potable y esto genera un beneficio puesto que se puede evitar el cruce de tuberías de distintas redes. Una vez finalizado el modelo, el central será un modelo completo y se podrán obtener las tablas de planificación que serán de gran ayuda en el presupuesto.

En la siguiente tabla se detalla el proceso a realizar en este modelo.

Tabla 9

MEI: Modelo de agua residual

MEI: MODELO RED DE AGUA RESIDUAL				
Nombre del archivo:	MODELO	RED	DE	AGUA
RESIDUAL_MEP_LOCAL_V01				
1.-Configurar parámetros de tubería y accesorios				
2.- Modelación de tuberías y uniones				



### 3.3.7.1 *Configurar parámetros de tubería y accesorios*

Al igual que en el modelo anterior es necesario configurar el material, diámetros y tipos de accesorios que serán usados en el modelo. Una de las opciones de Revit es colocar un color identificativo a las tuberías para poder diferenciarlas, esto será útil más adelante cuando se realice la coordinación del proyecto.

### 3.3.7.2 *Modelación de tuberías y uniones*

Se selecciona la tubería configurada previamente y a partir del conector de desagüe se empieza a modelar las tuberías con el desfase necesario para que no se interseque con las tuberías de agua potable. Es importante mencionar que para este modelo el trazado debe estar a 45°. Al igual que en el modelo pasado las uniones se generan de manera automática a medida que se necesite un cambio de dirección o de diámetro. Por otro lado, se selecciona la pendiente de diseño y la dirección del flujo al que se requiere según los diseños entregados.

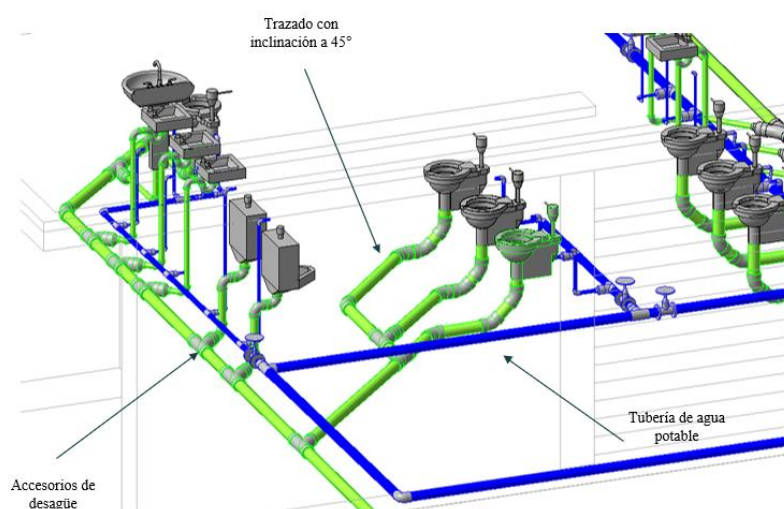
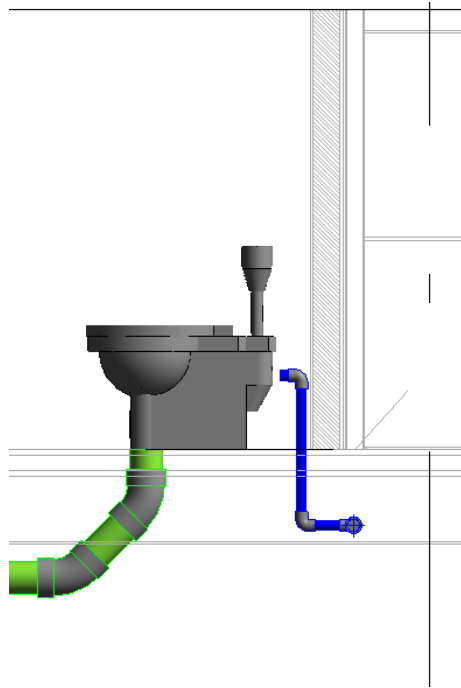


Figura 89. Red de desagüe

Dentro de este modelo es necesario modelar los sifones que se requieren en los lavabos y aparatos que no posean internamente uno, para lograr este cometido Revit permite hacer cortes de secciones para poder modelar de mejor manera la inclinación a 45° que debe tener el desagüe del inodoro y al modelar los accesorios con sus dimensiones comerciales y lograr calcular el espacio real que estos ocuparán y asegurarse que el trazado no se interrumpa con las otras redes.

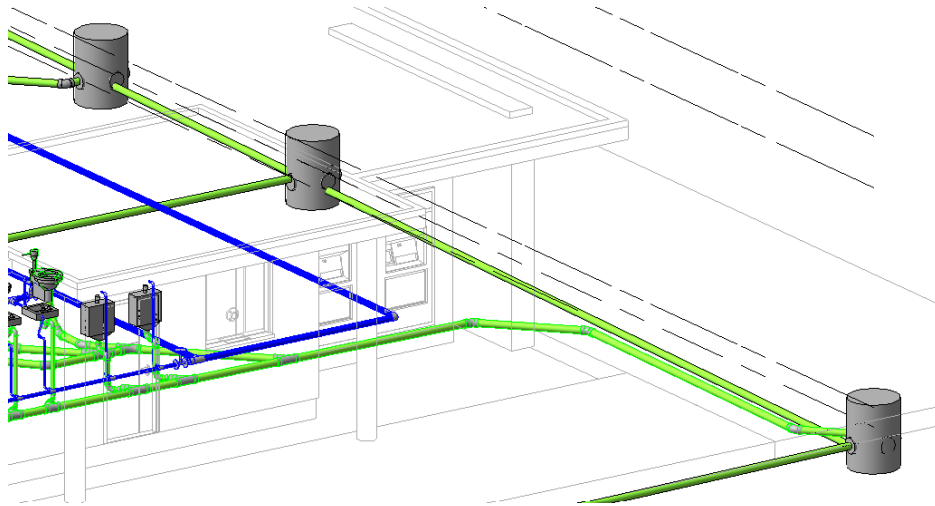


*Figura 90. Vista-corte de inodoro*

### **3.3.7.3 Creación y ubicación de la caja de revisión**

La red principal de tubería debe conectarse a cajas de revisión que se encuentran ya definidas en los planos aprobados de diseño, por lo cual para poder implementarlas se crea una familia que contenga la caja de revisión con las medidas y la forma de diseño y a su vez se le colocan los conectores de entrada y salida para tubería correspondiente a la caja de revisión con sus entradas y salidas de la tubería.

Cuando se crean familias en Revit estas pueden ser guardadas para su modificación o futuro uso en otros proyectos.



*Figura 91. Cajas de revisión en el modelo*

Finalmente se tiene todo el sistema de red hidrosanitario y se pueden generar planos y obtener las tablas de planificación BIM arrojadas por el modelo.

### ***3.3.8 Coordinación de modelos REVIT en Navisworks***

El modelo de coordinación se lo realiza por medio del software Navisworks en el cual se busca integrar todos los modelos Revit en uno solo y se aplica uno de los fundamentos de BIM llamado Clash Detection buscar los posibles conflictos que existan al unirlos y las posibles soluciones que se puedan plantear para lograrlo, en el siguiente diagrama de flujo se presenta el proceso para realizar la coordinación de modelos.

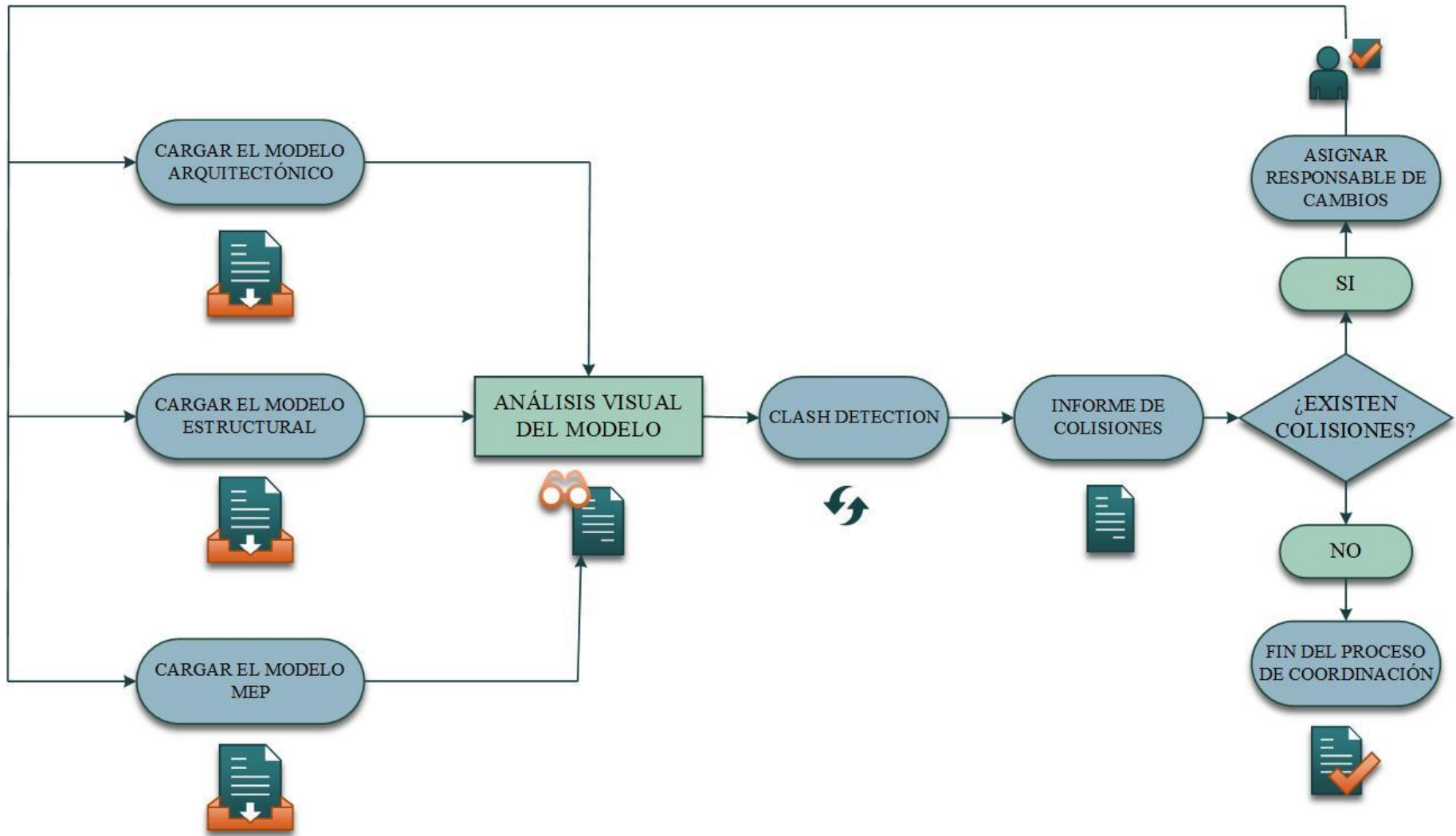


Figura 92. Diagrama de flujo-Modelo de coordinación

### 3.3.8.1 *Cargar los modelos Revit*

Para iniciar el proceso de coordinación es necesario importar los modelos Revit de arquitectura, estructura e hidro sanitaria a Navisworks y generar un modelo de coordinación en el que se agreguen todos los modelos con extensión “nwf” creados previamente. Se realiza un análisis visual del modelo una vez que este cargado para verificar que no existan incongruencias en el emplazamiento de ambos modelos.

Así también se puede realizar un recorrido renderizado, con la visualización de una tercera persona para tener una primera inspección visual del modelo y realizar anotaciones, mediciones y generar notas para que el responsable de su disciplina pueda corregirlo de ser necesario.



*Figura 93. Visualización renderizada del modelo-Navisworks*

### 3.3.8.2 *Clash Detection*

Una de las funciones principales de este software es identificar posibles colisiones que se puedan presentar entre los modelos de las distintas disciplinas una vez que estos sean integrados en uno solo. Navisworks genera un análisis automático mediante su función “clash detective”, la cual permite analizar interferencias entre dos modelos y especificar los niveles de tolerancia.

Se presenta una ventana que muestra los resultados del número total de conflictos y una vista previa de cada uno de los conflictos, sobre la cual se puede navegar para identificar el ángulo que colabore de mejor manera para visualizar dicho conflicto. Se realiza una inspección para clasificarlos por conflictos nuevos, aprobados, activos, revisado y resuelto. Se puede escribir el responsable de modificar los cambios

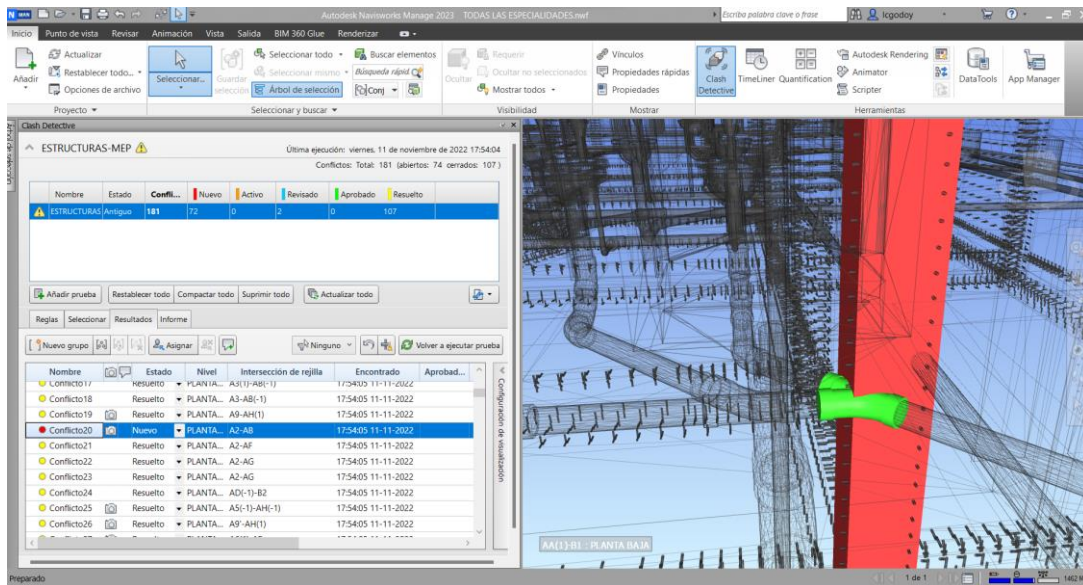


Figura 94. Conflicto detectado en Navisworks

El informe de colisiones será arrojado únicamente con el contenido que se requiera para su presentación y se podrá exportar en formato xml o html en formato de tabulación.

### 3.4. Ingeniería de costos del proyecto

#### 3.4.1 Evaluación de rubros correspondientes a las áreas en estudio

Los rubros a ser evaluar para la generación del presupuesto serán los relacionados a las áreas de enfoque planteadas para el desarrollo del presente trabajo de investigación. Dichas áreas corresponden específicamente a los componentes estructural e hidrosanitario de la edificación.

El consorcio CVA-HIDROPLAN presentó un presupuesto generalizado de todas las estructuras y edificaciones que componen el CEBAF de carga, tal como se indica en la Figura 95, A partir del cual, con el fin de realizar la comparación entre este y el presupuesto con cantidades BIM, se realizó un desglose de los distintos componentes y accesorios que conformaban los rubros propuestos.

PROYECTO: "ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE DOS CABECERAS DE CARGA Y DOS CABECERAS DE PASAJEROS EN EL PASO DEFRONTERA DE RUMIHACA UBICADOS ENTRE ECUADOR Y COLOMBIA"

TABLA DE CANTIDADES DE PRECIOS

Nro.	Cod.Esp.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
503		TERMINAL DE CARGA ECUADOR			\$0.00	\$0.00
586		SISTEMA HIDROSANITARIO INTERIOR			\$0.00	\$117.870.21
587	HT-002	CONEXIONES DOMICILIARIAS PVC 2"	U	1.00	\$224.62	\$224.62
588	HT-003	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULAS CHECK 1 1/2"	U	2.00	\$58.20	\$116.40
589	HT-004	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULAS CHECK 2"	U	14.00	\$86.10	\$1,205.40
590	HT-005	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULAS CHECK 2 1/2"	U	1.00	\$120.06	\$120.06
591	HT-006	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULAS CHECK 3"	U	6.00	\$104.48	\$626.88
592	HT-007	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULAS DE COMPUERTA 1/2"	U	40.00	\$24.40	\$976.00
593	HT-008	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULAS DE COMPUERTA 3/4"	U	8.00	\$30.55	\$244.40
594	HT-009	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULAS DE COMPUERTA 1"	U	22.00	\$34.18	\$751.96
595	HT-010	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULAS DE COMPUERTA 3 1/2"	U	1.00	\$185.76	\$185.76
596	HT-012	PUNTO DE LAVAMANOS AGUA POTABLE PVC 1/2" (INCLUYE ACCESORIOS)	PTO	20.00	\$11.30	\$226.00
597	HT-013	PUNTO DE LAVAPLATOS AGUA POTABLE PVC 1/2" (INCLUYE ACCESORIOS)	PTO	11.00	\$11.30	\$124.30
598	HT-014	PUNTO DE DUCHA AGUA POTABLE PVC 1/2" (INCLUYE ACCESORIOS)	PTO	9.00	\$11.30	\$101.70
599	HT-015	PUNTO DE INODORO AGUA POTABLE PVC 1" (INCLUYE ACCESORIOS)	PTO	22.00	\$19.55	\$430.10
600	HT-016	PUNTO DE URINARIO AGUA POTABLE PVC 3/4" (INCLUYE ACCESORIOS)	PTO	8.00	\$13.86	\$110.88
601	HT-017	PUNTO DE LLAVE DE MANGUERA AGUA POTABLE PVC 1/2" (INCLUYE ACCESORIOS)	PTO	3.00	\$15.92	\$47.76
602	HT-018	TUBERIA Y ACCESORIOS PVC ROSCABLE DE 1/2"	M	52.00	\$6.88	\$357.36
603	HT-019	TUBERIA Y ACCESORIOS PVC ROSCABLE DE 3/4"	M	17.00	\$10.60	\$180.20
604	HT-020	TUBERIA Y ACCESORIOS PVC ROSCABLE DE 1"	M	178.00	\$13.38	\$2,381.64
605	HT-021	TUBERIA Y ACCESORIOS PVC ROSCABLE DE 1 1/2"	M	24.00	\$15.70	\$376.80
606	HT-022	TUBERIA Y ACCESORIOS PVC ROSCABLE DE 2"	M	1,259.00	\$26.60	\$33,489.40
607	HT-023	TUBERIA Y ACCESORIOS PVC ROSCABLE DE 2 1/2"	M	3.00	\$28.44	\$85.32
608	HT-024	TUBERIA Y ACCESORIOS PVC ROSCABLE DE 3"	M	84.00	\$24.10	\$2,024.40
609	HT-025	PUNTO DE DESAGUE DE LAVAMANOS PVC 50 MM (INCLUYE ACCESORIOS)	PTO	20.00	\$15.16	\$303.20
610	HT-026	PUNTO DE DESAGUE DE LAVAPLATOS PVC 50 MM (INCLUYE ACCESORIOS)	PTO	11.00	\$15.16	\$166.76
611	HT-027	PUNTO DE DESAGUE DE DUCHA PVC 75 MM (INCLUYE ACCESORIOS)	PTO	9.00	\$24.71	\$222.39
612	HT-028	PUNTO DE DESAGUE DE INODORO PVC 110 MM (INCLUYE ACCESORIOS)	PTO	22.00	\$30.11	\$662.42
613	HT-029	PUNTO DE DESAGUE DE URINARIO PVC 75 MM (INCLUYE ACCESORIOS)	PTO	8.00	\$24.71	\$197.68
614	HT-030	PUNTO DE DESAGUE SIFON DE PISO PVC 50 MM (INCLUYE ACCESORIOS)	PTO	2.00	\$15.16	\$30.32
615	HT-031	PUNTO DE DESAGUE DE CUBIERTA PVC 50 MM (INCLUYE ACCESORIOS)	PTO	10.00	\$15.16	\$151.60
616	HT-032	TUBERIA Y ACCESORIOS PVC DESAGUE DE 50 MM	M	84.00	\$17.99	\$1,511.16
617	HT-033	TUBERIA Y ACCESORIOS PVC DESAGUE DE 75 MM	M	6.00	\$29.65	\$177.90
618	HT-034	TUBERIA Y ACCESORIOS PVC DESAGUE DE 110 MM	M	265.00	\$37.48	\$9,932.20

Figura 95. Presupuesto-Componente Hidrosanitario-CVA-HIDROPLAN

Fuente: (CVA-HIDROPLAN, 2019)

Este desglose se lo realizó a partir de los planos, planillas de acero y tablas de cuantificación de materiales entregados por HIDROPLAN. El presupuesto elaborado a partir de dicho desglose se encuentra ubicado en el Anexo 7.1.

A continuación, se presentan las cantidades de obra generadas en los diseños elaborados por el consorcio encargado del estudio del proyecto para cada una de las áreas mencionadas.

### 3.4.1.1 Cantidades de obra (Componente Estructural)

La estructura del edificio de carga se encuentra diseñada a base de hormigón armado, por lo tanto, los dos elementos primarios a tomarse en cuenta para las cantidades de obra son únicamente el hormigón y el acero de refuerzo.

Las cantidades de obra de dichos componentes se las obtiene de una sumatoria de la cuantificación parcial presentada en cada una de las tablas extraídas de la planilla de hierros presentadas a lo largo de los 17 planos de la estructura entregados por la empresa HIDROPLAN.

PLANILLA DE HIERROS															
MUROS															
CARACTERÍSTICAS						DIMENSIONES ( m )						Longitud		Peso	
Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro ( mm )	a	b	c	d	e	f	Parcial (m)	Total (m)	Unitario (Kg)	Total (Kg)
TCE 584	C	44	1	44	Ø12	0.15	3.10	0.15				3.40	149.60	0.89	132.84
TCE 585	C	32	1	32	Ø16	0.15	5.30	0.30				5.75	184.00	1.58	290.35
TCE 586	O	44	1	44	Ø12	0.40	0.15	0.40	0.15	0.10	0.10	1.30	57.20	0.89	50.79
TCE 587	C	308	1	308	Ø12	0.10	0.18	0.10				0.38	117.04	0.89	103.93
<b>TOTALES</b>												PESO ACERO PISO (Kg)=		577.92 kg	
												VOLUMEN DE HORMIGÓN PISO (m3)=		2.77 m3	
Obra:												Ubicación:			
PLANILLA DE HIERROS															
MUROS															
CARACTERÍSTICAS						DIMENSIONES ( m )						Longitud		Peso	
Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro ( mm )	a	b	c	d	e	f	Parcial (m)	Total (m)	Unitario (Kg)	Total (Kg)
TCE 588	C	10	1	10	Ø16	0.15	5.30	0.30				5.75	57.50	1.58	90.74
TCE 589	O	44	1	44	Ø12	0.20	0.90	0.20	0.90	0.10	0.10	2.40	105.60	0.89	93.77
TCE 590	O	44	1	44	Ø12	0.20	0.65	0.20	0.65	0.10	0.10	1.90	83.38	0.89	74.04
TCE 591	O	44	1	44	Ø12	0.20	0.35	0.20	0.35	0.10	0.10	1.30	57.20	0.89	50.79
TCE 592	C	44	1	44	Ø12	0.10	0.20	0.10				0.40	17.60	0.89	15.63
<b>TOTALES</b>												PESO ACERO PISO (Kg)=		234.24 kg	
												VOLUMEN DE HORMIGÓN PISO (m3)=		1.10 m3	

Figura 96. Tablas planilla de hierros planos estructurales

Fuente:(CVA-HIDROPLAN, 2019)

Se contabilizaron un total de 592 tipos de marcas ocupadas para cuantificar y detallar el acero ocupado para armar los diferentes elementos estructurales que conforman la edificación.

Asimismo, debajo de la cuantificación parcial del acero de refuerzo presentada en cada tabla, como se observa en la Figura 96, se muestra una cuantificación del hormigón que alberga dicha cantidad de acero de refuerzo.

Tabla 10

Cuantificación del acero de refuerzo de cada elemento estructural – CVA-HIDROPLAN

<b>ACERO DE REFUERZO (CVA-HIDROPLAN)</b>	
<b>Elemento anfitrión</b>	<b>Peso (kg)</b>
Cimentación (suelo)	11318.38
Vigas y nervios (armazón estructural)	12746.10
Columnas (pilar estructural)	18763.35
Muros (muro)	812.16
Contrapiso (suelo)	1100
Losa superior	483.15
<b>TOTAL ACERO DE REFUERZO</b>	<b>45223.14</b>

En la Tabla 10, se muestran los cálculos resultantes de la acumulación de cantidades del acero de refuerzo contenido en cada uno de los componentes estructurales de la edificación.

Análogamente, la siguiente tabla presenta las cantidades totales del hormigón atribuido a cada uno de los elementos anteriormente ya descritos.

Tabla 11

*Cuantificación del volumen de hormigón de cada elemento estructural – CVA-HIDROPLAN*

<b>TABLA DE PLANIFICACIÓN DE HORMIGÓN</b>		
<b>Elemento</b>	<b>Material estructural</b>	<b>Volumen (m3)</b>
Cimentación	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	92.21
Vigas y nervios	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	115.14
Columnas	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	50.10
Muros	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	3.87
Contrapiso	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	110
Losa superior	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	4.59
<b>TOTAL, HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2</b>		<b>375.91</b>

### **3.4.1.2 Cantidades de obra (Componente Hidrosanitario)**

El componente hidrosanitario del edificio terminal de carga se compone únicamente por la red de distribución de agua potable, y red de distribución sanitaria, por tanto, las cantidades de obra se componen de tuberías, accesorios como codos, te, reductores, válvula de compuerta, entre otros.

Las cantidades de obra de dichos componentes fueron entregadas por el consorcio dueño del diseño y se encuentran en los tres planos correspondientes a esta disciplina.

En las siguientes tablas se presenta la cuantificación de material hidrosanitario de agua potable realizado por parte del consorcio para realizar su presupuesto

Tabla 12

*Cuantificación del metrado de tuberías agua potable – CVA-HIDROPLAN*

<b>TABLAS DE PLANIFICACIÓN TUBERÍAS AGUA POTABLE</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Tubería PVC roscable DIAM. 1 1/2"	M	21
Tubería PVC roscable DIAM. 1"	M	21
Tubería PVC roscable DIAM. 1/2"	M	31
Tubería PVC roscable DIAM. 2"	M	51
Tubería PVC roscable DIAM. 2 1/2"	M	2
Tubería PVC roscable DIAM. 3/4"	M	8
Tubería PVC roscable DIAM. 3"	M	67
Total general		201.00

Tabla 13

*Cuantificación de los accesorios de agua potable – CVA-HIDROPLAN*

<b>TABLAS DE PLANIFICACIÓN ACCESORIOS AGUA POTABLE</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Tee PVC roscable DIAM. 1 1/2"	U	6
Tee PVC roscable DIAM. 2 1/2"	U	2
Tee PVC roscable DIAM. 2"	U	19
Tee PVC roscable DIAM. 3"	U	22
Codo PVC 90° roscable DIAM. 1 1/2"	U	3
Codo PVC 90° roscable DIAM. 1/2"	U	60
Codo PVC 90° roscable DIAM. 3/4"	U	12
Codo PVC 90° roscable DIAM. 1"	U	30
Codo PVC 90° roscable DIAM. 2"	U	8
Codo PVC 90° roscable DIAM. 3"	U	22
Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 1 1/2"-1"	U	3
Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 1 1/2"-1/2"	U	5
Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 1"-1/2"	U	2
Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 2 1/2"-1"	U	3
Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 2"-1"	U	5
Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 2"-1/2"	U	10
Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 3"-1 1/2"	U	1
Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 3"-1"	U	8
Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 3"-1/2"	U	6
Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 3"-2 1/2"	U	1
Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 3"-2"	U	3
Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 1 1/2"-3/4"	U	3
Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 2"-3/4"	U	3
<b>Total general</b>		<b>237.00</b>

Tabla 14

*Cuantificación de las válvulas de compuerta – CVA-HIDROPLAN*

<b>TABLAS DE PLANIFICACIÓN VÁLVULAS DE COMPUERTA</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Sum/inst válvula compuerta 50-300mm DIAM. 1 1/2"	U	2
Sum/inst válvula compuerta 50-300mm DIAM. 2 1/2"	U	1
Sum/inst válvula compuerta 50-300mm DIAM. 2"	U	14
Sum/inst válvula compuerta 50-300mm DIAM. 3"	U	6
<b>Total general</b>		<b>23.00</b>

De igual manera se enlistan las cuantificaciones realizadas para la tubería y accesorios de desagüe todos de ellos con ángulo de 45.

Tabla 15

*Cuantificación del metrado de tubería de desagüe – CVA-HIDROPLAN*

<b>TABLAS DE PLANIFICACIÓN TUBERÍAS DE DESAGUE</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Tubería PVC desagüe DIAM. 50mm	M	30
Tubería PVC desagüe DIAM. 75mm	M	5
Tubería PVC desagüe DIAM. 110mm	M	150
Total general		185.00

Tabla 16

*Cuantificación de los accesorios de desagüe – CVA-HIDROPLAN*

<b>TABLAS DE PLANIFICACIÓN ACCESORIOS DESAGUE</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Codo PVC 45° desagüe DIAM. 50mm	U	15
Codo PVC 45° desagüe DIAM. 75mm	U	25
Codo PVC 45°desagüe DIAM. 110mm	U	69
Reductor PVC desagüe DIAM. 75mm-50mm	U	1
Reductor PVC desagüe DIAM. 110mm-50mm	U	14
Reductor PVC desagüe DIAM. 110mm-75mm	U	4
Sifón PVC DIAM. 50mm	U	18
Yee PVC 45° desagüe DIAM. 50mm	U	6
Yee PVC 45° desagüe DIAM. 75mm	U	2
Yee PVC 45° desagüe DIAM. 110mm	U	40
Total general		180.00

### **3.4.2 Cálculo de cantidades de obra con la metodología BIM**

Una vez finalizado cada uno de los modelos, el software Revit genera tablas de planificación en las cuales se cuantifican cada uno de los distintos elementos implementados en el modelo, estas tablas se generan acorde las necesidades de los interesados. Una de las grandes ventajas de estas tablas es que son dinámicas, por lo que si se modifica algún elemento dentro del modelado esto también se verá reflejado en ellas, logrando así una aplicación de la metodología BIM.

Para fines de este trabajo se obtendrán dichas tablas de los modelos estructurales e hidrosanitarios, con el objetivo de obtener la cuantificación de acero de refuerzo, hormigón y tuberías, uniones, accesorios y aparatos hidrosanitarios.

### 3.4.2.1 *Tablas de planificación BIM (Componente Estructural)*

A partir del modelo estructural se pueden generar planillas de acero de manera más eficientes. Esto se logran a partir de las marcas que se crean a medida que estas se modelan. En el Anexo 7.2 se encuentran el detalle de cada una de las marcas, el elemento que las abarca, la longitud de las marcas, su diámetro y la cantidad que existe de cada una de ellas conjunto con su peso.

A continuación, se presenta una tabla resumen de la cantidad de acero utilizado en el proyecto en estudio acorde los resultados arrojados del modelo estructural, cuantificando el peso en kilogramos de dicho material, lo cual servirá más adelante para el cálculo de presupuestos y cronogramas.

Tabla 17

*Cuantificación en peso del acero de refuerzo de cada elemento estructural – Revit*

<b>TABLA DE PLANIFICACIÓN ACERO DE REFUERZO</b>		
<b>Categoría de anfitrión</b>	<b>Diámetro de barra</b>	<b>Peso (kg)</b>
Armazón estructural	8 mm	1797.59
Armazón estructural	10 mm	4210.37
Armazón estructural	12 mm	2969.72
Armazón estructural	14 mm	4764.00
Total Armazón estructural		13741.69
Cimentación estructural	8 mm	881.83
Cimentación estructural	10 mm	6090.08
Cimentación estructural	12 mm	1619.59
Cimentación estructural	16 mm	2465.52
Cimentación estructural	20 mm	72.28
Cimentación estructural	22 mm	573.56
Cimentación estructural	25 mm	306.34
Total Cimentación estructural		12009.20
Muro	8 mm	11.29
Muro	12 mm	516.94
Muro	16 mm	186.02
Muro	20 mm	66.59
Muro	22 mm	355.13

Muro	25 mm	138.64
Total Muro		1274.60
Pilar estructural	10 mm	7.58
Pilar estructural	12 mm	8442.87
Pilar estructural	16 mm	6770.71
Total Pilar estructural		15221.17
Suelo superior	5.5 mm	2699.62
Suelo inferior	5.5 mm	2838.27
Total Suelo		5537.89
<b>Total general:</b>		<b>47784.55</b>

Así también se realizó la cuantificación del volumen del hormigón empleado en los distintos elementos estructurales, de igual manera dichas cantidades serán las empleadas durante todo el proceso de la aplicación de ingeniería de costos.

Tabla 18

*Cuantificación del volumen de hormigón de cada elemento estructural-Revit*

TABLA DE PLANIFICACIÓN DE HORMIGÓN		
Elemento	Material estructural	Volumen (m3)
Cimentación	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	100.83
Vigas y nervios	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	95.50
Columnas	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	50.40
Muros	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	6.76
Contrapiso	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	113.08
Losa superior	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	41.24
<b>TOTAL, HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2</b>		<b>407.81</b>

### 3.4.2.2 *Tablas de planificación BIM (Componente Hidrosanitario)*

De la misma manera que se puede realizar una cuantificación de materiales en el modelo estructural, se parte del modelo central hidrosanitario para obtener las cantidades exactas del trazado existente para las conexiones tanto de agua potable como sanitaria, de esta manera se incluyen las tuberías verticales que existen en dicho diseño incluidos todos los accesorios.

A continuación, se presentan las tablas de cantidades de tubería con su respectivo diámetro tanto para tuberías sanitarias como para agua potable.

Tabla 19

*Cuantificación de metrado de tubería de agua potable-Revit*

TABLAS DE PLANIFICACIÓN TUBERÍAS RED DE AGUA POTABLE			
Clasificación de sistema	Tipo	Diámetro	Longitud (m)
Agua fría sanitaria	TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	1/2"	33
Agua fría sanitaria	TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	1"	15
Agua fría sanitaria	TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	1 1/2"	22
Agua fría sanitaria	TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	2"	53
Agua fría sanitaria	TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	2 1/2"	2
Agua fría sanitaria	TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	3/4"	8
Agua fría sanitaria	TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	3"	70
Total general			208.36

Tabla 20

*Cuantificación de metrado de tubería sanitaria-Revit*

TABLAS DE PLANIFICACIÓN TUBERÍAS RED DE AGUA SANITARIA			
Clasificación de sistema	Tipo	Diámetro	Longitud (m)
Sanitario	TUBERÍA PVC SANITARIA	50 mm	38
Sanitario	TUBERÍA PVC SANITARIA	75mm	7
Sanitario	TUBERÍA PVC SANITARIA	110mm	171
Total general			216

En las Tablas 19 y 20 se presentan los accesorios implementados tanto en la red de agua potable como en la red sanitaria respectivamente, la cuantificación se realiza por tipo de accesorio y por diámetro de los mismos, de tal manera que dichos elementos puedan ser identificados al momento de realizar el presupuesto.

Tabla 21

*Cuantificación de accesorios tipo uniones de tubería de agua potable-Revit*

TABLAS DE PLANIFICACIÓN ACCESORIOS RED DE AGUA POTABLE				
Clasificación de sistema	Familia	Ángulo	Tamaño	Recuento
Agua fría sanitaria	M_Codo - PVC - Serie 40	90	1 1/2"ø-1 1/2"ø	3
Agua fría sanitaria	M_Codo - PVC - Serie 40	90	1"ø-1"ø	35

Agua fría sanitaria	M_Codo - PVC - Serie 40	90	1/2"ø-1/2"ø	64
Agua fría sanitaria	M_Codo - PVC - Serie 40	90	2"ø-2"ø	9
Agua fría sanitaria	M_Codo - PVC - Serie 40	90	3"ø-3"ø	23
Agua fría sanitaria	M_Codo - PVC - Serie 40	90	3/4"ø-3/4"ø	12
Agua fría sanitaria	M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40	-	1 1/2"ø-1"ø	1
Agua fría sanitaria	M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40	-	1 1/2"ø-1/2"ø	6
Agua fría sanitaria	M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40	-	1"ø-1/2"ø	2
Agua fría sanitaria	M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40	-	2 1/2"ø-1"ø	3
Agua fría sanitaria	M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40	-	2"ø-1"ø	5
Agua fría sanitaria	M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40	-	2"ø-1/2"ø	12
Agua fría sanitaria	M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40	-	3"ø-1 1/2"ø	2
Agua fría sanitaria	M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40	-	3"ø-1"ø	10
Agua fría sanitaria	M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40	-	3"ø-1/2"ø	8
Agua fría sanitaria	M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40	-	3"ø-2 1/2"ø	1
Agua fría sanitaria	M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40	-	3"ø-2"ø	3
Agua fría sanitaria	M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40	-	1 1/2"ø-3/4"ø	2
Agua fría sanitaria	M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40	-	2"ø-3/4"ø	4
Agua fría sanitaria	M_Te - PVC - Serie 40	90	1 1/2"ø-1 1/2"ø-1 1/2"ø	7
Agua fría sanitaria	M_Te - PVC - Serie 40	90	2 1/2"ø-2 1/2"ø-2 1/2"ø	2
Agua fría sanitaria	M_Te - PVC - Serie 40	90	2"ø-2"ø-2"ø	20
Agua fría sanitaria	M_Te - PVC - Serie 40	90	3"ø-3"ø-3"ø	24
Agua fría sanitaria: 258				258

Tabla 22

*Cuantificación de accesorios tipo uniones de tubería sanitaria-Revit*

TABLAS DE PLANIFICACIÓN ACCESORIOS RED DE AGUA SANITARIA				
Clasificación de sistema	Familia	Ángulo	Tamaño	Recuento
Sanitario	M_Codo - PVC - Serie 40 - DWV	45	50mm ø-50mm ø	45
Sanitario	M_Codo - PVC - Serie 40 - DWV	45	75mm ø-75mm ø	25
Sanitario	M_Codo - PVC - Serie 40 - DWV	45	110mm ø-110 mmø	69
Sanitario	M_Reductor - PVC - Serie 40 - DWV	-	75mm ø-50mm ø	1
Sanitario	M_Reductor - PVC - Serie 40 - DWV	-	110mm ø-50mm ø	14
Sanitario	M_Reductor - PVC - Serie 40 - DWV	-	110mm ø-75mm ø	4
Sanitario	M_Sanitario con yee - PVC - Serie 40 - DWV	45	50mm ø-50mm ø-50mm ø	6

Sanitario	M_Sanitario con yee - PVC - Serie 40 - DWV	45	75mm ø-75mm ø-75mm"ø	2
Sanitario	M_Sanitario con yee - PVC - Serie 40 - DWV	45	110mm ø-110mm ø-110mm ø	40
Sanitario	M_Sifón P - PVC - Serie 40 - DWV	-	50mm ø-50mm ø	18
Agua fría sanitaria: 228				228

Tabla 23

*Cuantificación de válvula de compuerta por su diámetro-Revit*

TABLA DE PLANIFICACIÓN DE ACCESORIOS DE TUBERÍAS			
Familia	Clasificación de sistema	Tamaño	Recuento
M_Válvula de compuerta - 50-300 mm	Agua fría sanitaria	1 1/2"ø-1 1/2"ø	2
M_Válvula de compuerta - 50-300 mm	Agua fría sanitaria	2 1/2"ø-2 1/2"ø	1
M_Válvula de compuerta - 50-300 mm	Agua fría sanitaria	2"ø-2"ø	3
M_Válvula de compuerta - 50-300 mm	Agua fría sanitaria	3"ø-3"ø	6
Total general: 12			12

### 3.4.3 *Elaboración de rubros, análisis de precios unitarios y presupuesto BIM*

Se elabora el presupuesto de los componentes estructural e hidrosanitario mediante el uso del software ProExcel, en el que se realiza un análisis de precios unitarios (APU) correspondientes a los materiales desglosados previamente de las disciplinas en cuestión. Se emplea como base los precios cotizados y obtenidos para la consultoría realizada en el año 2019. Estos se elaboran con la finalidad de corroborar si existe alguna incongruencia en las cantidades, que afecte de manera importante al presupuesto elaborado por el consorcio.

Los costos directos del proyecto abarcan todos los componentes que integran cada uno de los rubros que forman parte del mismo. Dichos componentes son: equipos y herramientas, materiales, mano de obra y transporte.

Los APUs se manejan con un solo rendimiento establecido en horas sobre unidad. Además, se utiliza el criterio del 5% de la mano de obra para el cálculo de la herramienta menor.

Todos los rubros cuentan en su mano de obra con el 10% de la participación del maestro mayor y una cuadrilla correspondiente de albañilería y plomería según corresponda.

Dentro del componente estructural se cuenta con un total de 9 rubros mientras que para el componente hidrosanitario se manejan 47 rubros. En el Anexo 7.3, se puede visualizar

algunos de los APUs más representativos correspondientes al hormigón, acero, tuberías y accesorios que conforman dichos rubros.

En la siguiente tabla se presenta el total correspondiente a los costos directos de cada una de las disciplinas en estudio.

Tabla 24

*Desglose de los componentes de los costos directos*

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	
<i>COMPONENTE</i>	<i>COSTO</i>
<b>DISCIPLINA ESTRUCTURAL</b>	
EQUIPO Y HERRAMIENTAS	\$ 4400.25
MATERIALES	\$ 131802.64
MANO DE OBRA	\$ 23144.64
TRANSPORTE	-
<b>TOTAL COM. ESTRUCTURAL</b>	<b>\$ 182123.56</b>
<b>DISCIPLINA HIDROSANITARIO</b>	
EQUIPO Y HERRAMIENTAS	\$ 61.72
MATERIALES	\$ 4206.24
MANO DE OBRA	\$ 1263.51
TRANSPORTE	-
<b>TOTAL COM. HIDROSANITARIA</b>	<b>\$ 5531.47</b>

Para los costos indirectos se mantiene el porcentaje que manejó el consorcio (20%). Logrando así que el valor total del presupuesto corresponda a \$ 198,503.29.

Tabla 25

*Resumen presupuesto componentes estructural e hidrosanitario*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>COMPONENTE ESTRUCTURAL</b>	
CIMENTACIÓN	\$ 43.911.59
CONTRAPISO	\$ 24.590.45
COLUMNAS	\$ 44.662.41
MUROS	\$ 4.356.62
LOSA SUPERIOR	\$ 25.705.42
VIGAS Y NERVIOS (ARMAZÓN ESTRUCTURAL)	\$ 48.632.18
<b>COMPONENTE HIDROSANITARIO</b>	
<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>	
TUBERÍAS	\$ 1.585.28
ACCESORIOS	\$ 2.575.31
<b>SISTEMA DE DESAGUE</b>	
TUBERÍAS	\$ 1.258.24

ACCESORIOS	\$	1.225.79
<b>TOTAL</b>	<b>\$</b>	<b>198.503.29</b>

El presupuesto detallado se encuentra en el Anexo 7.4.

### 3.4.4 Cronograma con cantidades BIM

Para la realización del cronograma de actividades se ocupan dos softwares, el ProExcel y el Project. El primero, al tener ya toda la información de los rubros cargada en su base para el presupuesto previamente elaborado, se encarga de calcular la duración en días de la ejecución de cada rubro ocupando el siguiente concepto:

$$\text{Días laborables} = \frac{\text{Rendimiento} \left( \frac{\text{horas}}{\text{unidad}} \right) \times \text{Cantidad}(\text{unidad}) * 1 \text{ día}}{8 \text{ horas}}$$

Dichos cálculos se los exporta hacia Project, y una vez que se haya configurado los tiempos de trabajo dentro de este, se comienza a relacionar y enlazar las diferentes actividades para poder obtener el diagrama de Gantt.

Si bien la estructura de los rubros o actividades ya se encuentra definida por lo realizado en el presupuesto, para el cronograma, el componente hidrosanitario se simplifica únicamente a 2 actividades, siendo estos los sistemas de agua potable y de desagüe, que para el presupuesto correspondían a actividades generales.

Dicho cambio se realiza con el fin de poder asignar a la ejecución del componente hidrosanitario un tiempo más real, ya que, si este se lo obtiene únicamente a través de rendimientos y cantidades, al tener desglosados los rubros como tuberías y accesorios y sin poder establecer un enlace entre todos ellos, el tiempo resultaría ser errado.

Asimismo, la duración del componente hidrosanitario no influye en el tiempo total que resulte de la ejecución de las 2 disciplinas en estudio. La instalación de las tuberías y demás accesorios de agua potable y desagüe se ejecuta en conjunto con el armado de la losa de contrapiso de la edificación, y al no tener una duración representativa, culmina mucho antes de la fundición y desencofrado de la losa superior que son las actividades con las que se da por terminado el componente estructural.

En el Anexo 7.5 se puede apreciar la totalidad del cronograma elaborado a partir de las cantidades BIM a manera del diagrama de Gantt.

### 3.4.4.1 Cronograma valorado de inversiones parciales y acumuladas

El cronograma valorado refleja una distribución del costo de cada rubro, repartido en el tiempo de duración de cada actividad.

Para la elaboración de dicho cronograma, se parte del diagrama de Gantt previamente estructurado en Project. Los porcentajes de participación de cada una de las actividades calculados por el software mencionado son asignados a las mismas en ProExcel, a partir del cual se genera el cronograma valorado con los montos de inversiones parciales y acumuladas por mes, además de la curva S.

La siguiente tabla resulta del cronograma valorado generado por ProExcel, la cual se presenta a manera de resumen de las inversiones mensuales necesarias para la ejecución de los componentes estructural e hidrosanitario.

Tabla 26

*Resumen cronograma valorado de inversiones parciales y acumuladas*

DESCRIPCIÓN	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
INVERSIÓN PARCIAL	\$12,931.59	\$53,408.39	\$54,297.52	\$33,170.01	\$19,979.02	\$24,716.75
PORCENTAJE PARCIAL	6.51%	26.91%	27.35%	16.71%	10.06%	12.45%
INVERSIÓN ACUMULADA	\$12,931.59	\$66,339.98	\$120,637.50	\$153,807.51	\$173,786.53	\$198,503.28
PORCENTAJE ACUMULADO	6.51%	33.42%	60.77%	77.48%	87.55%	100.00%

El cronograma valorado generado por ProExcel se presenta al final del documento en el Anexo 7.6.

## 4. CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1. Modelos finales

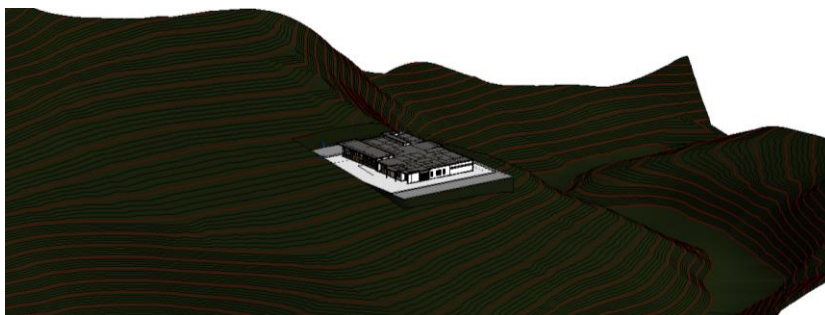
#### 4.1.1 Arquitectónico

El modelo arquitectónico será el implementado para gestionar espacios y diseños de cada una de las áreas que abarca el proyecto para las distintas entidades que allí prestarán servicios. Este modelo será la base mediante un vínculo para el trazado de la red hidrosanitaria. En la siguiente figura se presenta una vista previa del modelo arquitectónico terminado.



*Figura 97. Modelo arquitectónico terminado-Vista 3D*

A este modelo se le incorpora la topografía, para tener una visualización más cercana a la realidad del proyecto.

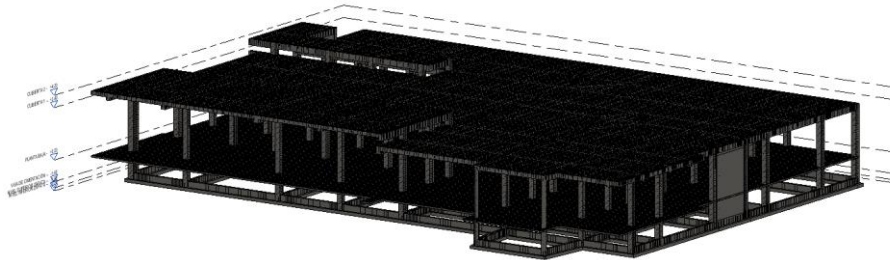


En el Anexo 7.7 se podrán observar los entregables (planos) de dicho modelo con un mayor detalle del mismo.

#### 4.1.2 Estructural

El prototipo final muestra la totalidad de los elementos estructurales modelados de acuerdo con lo presentado en los planos del proyecto. Claramente se pueden distinguir los niveles que componen la edificación, pudiendo apreciar el nivel de cimentación, el de PB y los que conforman la doble altura de la losa superior.

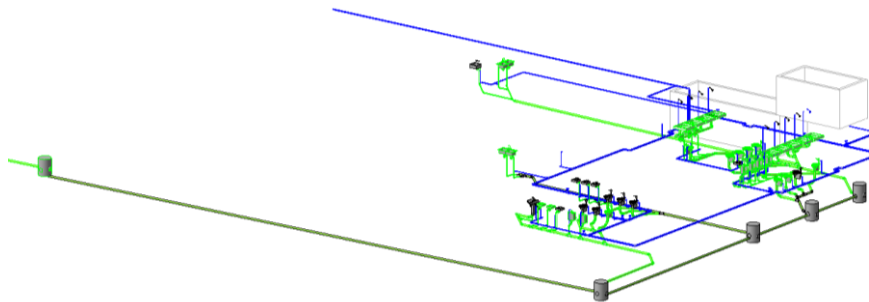
Por otro lado, el armado de cada componente no puede ser visto ya que para diferenciar con claridad los elementos, estos tienen que ser mostrados en la vista como sólidos.



En el Anexo 7.8 se pueden observar los componentes estructurales y su armado con mayor nivel de detalle.

### **4.1.3 Hidrosanitario**

El modelo hidrosanitario final abarca las tuberías, accesorios y aparatos hidrosanitarios tanto del trazado de red sanitaria conjunto con el trazado de la red de agua potable basados en los diseños 2D otorgados en formato CAD. A continuación, se ilustra una vista preliminar de dicho modelo.



*Figura 98. Modelo Hidrosanitario terminado-Vista 3D*

En el Anexo 7.9 se encuentran los entregables con un mayor detalle.

## **4.2. Detección de incompatibilidades e interferencias**

### **4.2.1 Incompatibilidades y soluciones**

Cuando se habla de incompatibilidades se hace mención a algunos de los posibles conflictos encontrados durante el proceso de modelación de las disciplinas arquitectónicas, estructural e hidrosanitaria en relación a los planos previamente entregados. A continuación, se presentan fichas que abarcan cada una de estas incompatibilidades diferenciando la disciplina en la que estas se encuentran.

Tabla 27

Incompatibilidad detectada N°1

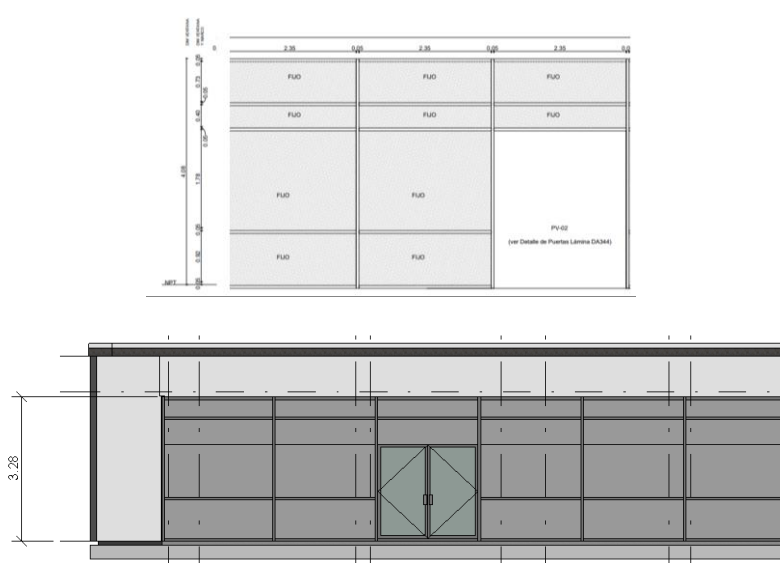
<b>INCOMPATIBILIDADES DETECTADAS</b>			
<b>RESPONSABLES</b>	Godoy Carolina	<b>N° DE INCOMPATIBILIDAD</b>	1
	Novoa Sebastián		
<b>DISCIPLINA INVOLUCRADA</b>	Arquitectura		
<b>UBICACIÓN</b>	Vista frontal de la edificación		
<b>ILUSTRACIÓN</b>			
			
<b>DETALLE</b>			
<p>Las dimensiones de altura detalladas en la panelería no coinciden con el espacio real de la altura de la edificación tomando en cuenta la medida de la viga que se sobrepone por encima del ventanal.</p>			
<b>SOLUCIÓN</b>	<p>Una posible solución sería una reunión de coordinación entre los responsables de la arquitectura y estructura para revisar nuevamente los niveles de altura de la edificación, para realizar una correcta distribución de espacios en relación con los acabos y posterior realizar las correcciones respectivas.</p>		

Tabla 28

Incompatibilidad detectada N°2

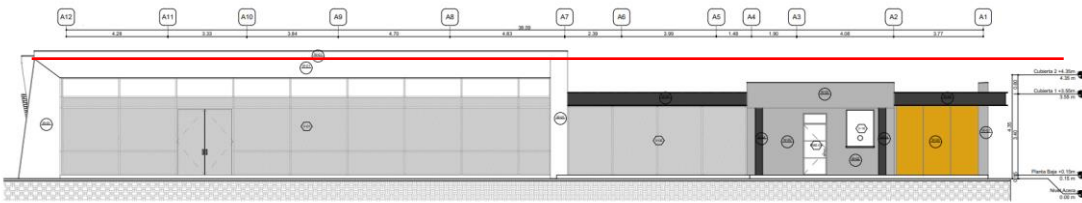
<b>INCOMPATIBILIDADES DETECTADAS</b>			
<b>RESPONSABLES</b>	Godoy Carolina	<b>N° DE INCOMPATIBILIDA D</b>	2
	Novoa Sebastián		
<b>DISCIPLINA INVOLUCRADA</b>	Arquitectura		
<b>UBICACIÓN</b>	Fachada frontal de la edificación		
<b>ILUSTRACIÓN</b>			
 <p style="text-align: center;">Terminal Carga Ecuador Edificio de Control - Fachada de Acabados Frontal ESC 1 : 100</p>			
<b>DETALLE</b>			
<p>Las dimensiones de los ejes de nivel no coinciden con la altura final de la losa de la segunda cubierta y por ende se presentan fallas en las dimensiones de muros, puertas y ventanas.</p>			
<b>SOLUCIÓN</b>	<p>Revisar los planos correspondientes al detalle de acabados en mampostería, mamparas, puertas y ventanas de tal manera que sus dimensiones sean coherentes con los niveles de altura de la edificación.</p>		

Tabla 29

Incompatibilidad detectada N°3

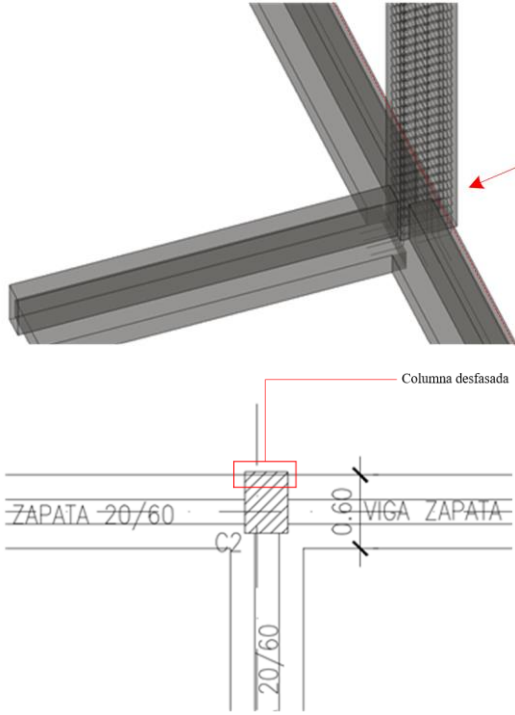
<b>INCOMPATIBILIDADES DETECTADAS</b>			
<b>RESPONSABLES</b>	Godoy Carolina	<b>N° DE INCOMPATIBILIDAD</b>	3
	Novoa Sebastián		
<b>DISCIPLINA INVOLUCRADA</b>	Estructural		
<b>UBICACIÓN</b>	Columna C2 (Nivel de cimentación)		
<b>ILUSTRACIÓN</b>		<b>DETALLE</b>	
		<p>La columna C2, según se presenta en los planos estructurales, posee un desfase respecto a la zapata sobre la cual se asienta.</p> <p>Si bien los criterios de excentricidad permiten a la columna no ubicarse precisamente en la mitad de la zapata, colocarla de tal manera que una pequeña porción de esta sobresalga del límite de la zapata es un grave error.</p>	
<b>SOLUCIÓN</b>		<p>La posible solución sería un rediseño de la ubicación de esta columna tanto en los planos arquitectónicos como estructurales.</p>	

Tabla 30

Incompatibilidad detectada N°4

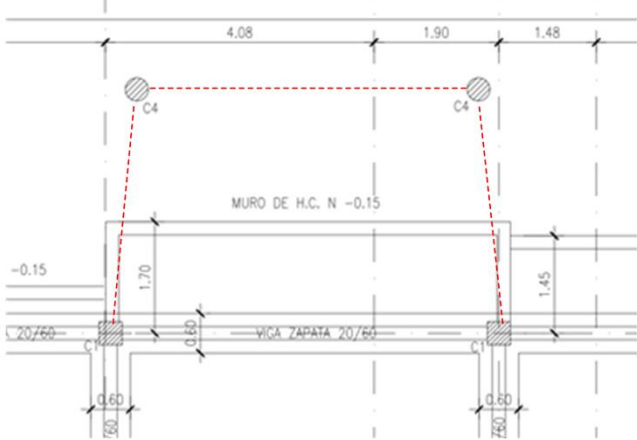
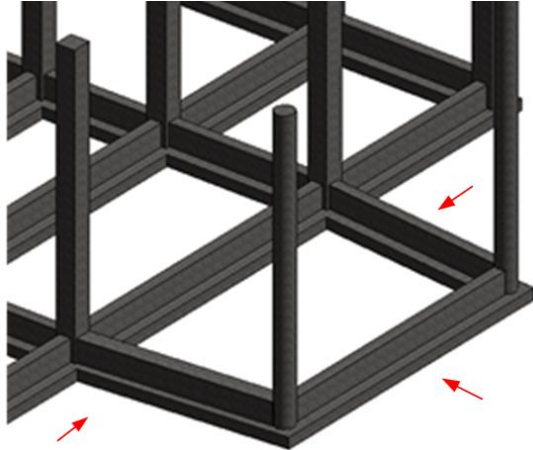
<b>INCOMPATIBILIDADES DETECTADAS</b>			
<b>RESPONSABLES</b>	Godoy Carolina	<b>N° DE INCOMPATIBILIDAD</b>	4
	Novoa Sebastián		
<b>DISCIPLINA INVOLUCRADA</b>	Estructural		
<b>UBICACIÓN:</b>	Nivel de cimentación		
<b>ILUSTRACIÓN</b>		<b>DETALLE</b>	
		<p>El par de columnas circulares definidas para la edificación, correspondientes al tipo de columna 5, de acuerdo con los planos de planta, no se encuentran asentadas sobre ninguna zapata corrida como es el caso del resto de columnas de la estructura.</p>	
			
<b>SOLUCIÓN</b>		<p>Como es de conocimiento, toda columna nace en la cimentación, por ende, para el modelamiento en Revit, se le agregan las zapatas corridas inexistentes en los planos.</p>	

Tabla 31

Incompatibilidad detectada N°5

<b>INCOMPATIBILIDADES DETECTADAS</b>			
<b>RESPONSABLES</b>	Godoy Carolina	<b>N° DE INCOMPATIBILIDAD</b>	5
	Novoa Sebastián		
<b>DISCIPLINA INVOLUCRADA</b>	Estructural		
<b>UBICACIÓN</b>	Nivel de cimentación		
<b>ILUSTRACIÓN</b>			
<b>DETALLE</b>			
<p>Este tipo de incompatibilidad se presenta en repetidas ocasiones en los planos. Se puede notar que la columna del extremo derecho está determinada por un eje diferente en cada vista. En la vista en perfil, la columna se encuentra sobre el eje 6, cuando en realidad, tal y como lo despliega la vista en planta, esta se encuentra modelada sobre el eje 7.</p>			
<b>SOLUCIÓN</b>	<p>Se debe volver a revisar la distribución de columnas en cada eje, luego cuando se modela en Revit dicho modelo las vistas de cortes de sección se generan de una manera real a lo que se visualiza en el 3D, por lo que se omitirá el error.</p>		

Tabla 32

Incompatibilidad detectada N°6

<b>INCOMPATIBILIDADES DETECTADAS</b>			
<b>RESPONSABLES</b>	Godoy Carolina	<b>N° DE INCOMPATIBILIDAD</b>	6
	Novoa Sebastián		
<b>DISCIPLINA INVOLUCRADA</b>	Estructural		
<b>UBICACIÓN</b>	Nivel de cimentación		
<b>ILUSTRACIÓN</b>		<b>DETALLE</b>	
<p style="text-align: center;">Porción de viga mal definida en vista de eje</p>		<p>La viga de cimentación se muestra cual si fuera continua entre los ejes F y D que la cortan, cuando en realidad de acuerdo a los planos de planta, en dicho tramo, la viga de cimentación se parte en 2 para posteriormente volverse a unir y formar una sola.</p> <p>El detalle mostrado en la vista en corte refleja un armado para una viga continua, cuando ese no es el caso.</p>	
<b>SOLUCIÓN</b>		<p>Se debe revisar los cortes presentados en los planos de viga de cimentación para que estos coincidan con la vista en planta, si se modela en Revit las vistas de cortes de sección se generan de una manera real a lo que se visualiza en el 3D.</p>	

Tabla 33

Incompatibilidad detectada N°7

<b>INCOMPATIBILIDADES DETECTADAS</b>			
<b>RESPONSABLES</b>	Godoy Carolina	<b>N° DE INCOMPATIBILIDAD</b>	7
	Novoa Sebastián		
<b>DISCIPLINA INVOLUCRADA</b>	Estructural		
<b>UBICACIÓN</b>	Nivel de cimentación		
<b>ILUSTRACIÓN</b>		<b>DETALLE</b>	
<p style="text-align: center;">Porción de viga no existente en vista de planta</p>		<p>El tramo de la viga mostrada en la vista en corte entre los ejes C y A se encuentra modelada sobre el eje 10 del proyecto, sin embargo, al analizar el mismo tramo en la vista en planta mostrada en los planos de diseño, dicho espacio no posee ningún tramo de zapata o viga de cimentación.</p>	
<b>SOLUCIÓN</b>		<p>Se debe revisar los cortes de secciones presentadas juntamente con la vista en planta para corregir dichas incongruencias.</p>	

Tabla 34

Incompatibilidad detectada N°8

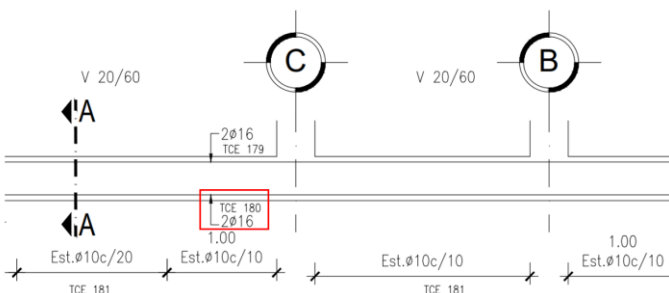
INCOMPATIBILIDADES DETECTADAS																																																																					
RESPONSABLES	Godoy Carolina	N° DE INCOMPATIBILIDAD	8																																																																		
	Novoa Sebastián																																																																				
DISCIPLINA INVOLUCRADA	Estructural																																																																				
UBICACIÓN	Nivel de cimentación																																																																				
ILUSTRACIÓN		DETALLE																																																																			
 <table border="1" data-bbox="263 996 909 1310"> <thead> <tr> <th colspan="6">CARACTERÍSTICAS</th> </tr> <tr> <th>Marca</th> <th>Forma</th> <th>Cantidad</th> <th>Elementos</th> <th>Cantidad Total</th> <th>Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TCE 172</td> <td>L</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>Ø16</td> </tr> <tr> <td>TCE 173</td> <td>L</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>Ø16</td> </tr> <tr> <td>TCE 174</td> <td>I</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>Ø16</td> </tr> <tr> <td>TCE 175</td> <td>I</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>Ø16</td> </tr> <tr> <td>TCE 176</td> <td>I</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>Ø16</td> </tr> <tr> <td>TCE 177</td> <td>I</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>Ø16</td> </tr> <tr> <td>TCE 178</td> <td>L</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>Ø16</td> </tr> <tr> <td>TCE 179</td> <td>L</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>Ø16</td> </tr> <tr> <td>TCE 180</td> <td>I</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>Ø20</td> </tr> </tbody> </table>		CARACTERÍSTICAS						Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro (mm)	TCE 172	L	2	1	2	Ø16	TCE 173	L	2	1	2	Ø16	TCE 174	I	2	1	2	Ø16	TCE 175	I	1	1	1	Ø16	TCE 176	I	2	1	2	Ø16	TCE 177	I	2	1	2	Ø16	TCE 178	L	2	1	2	Ø16	TCE 179	L	2	1	2	Ø16	TCE 180	I	3	1	3	Ø20	<p>Los planos presentan un error de asignación de marcas de la planilla de hierros. En este caso, existe una incompatibilidad entre la marca descrita para el acero longitudinal inferior de la viga de cimentación y sus características presentadas en la planilla.</p> <p>Dicha incompatibilidad se presenta a lo largo de las diferentes vistas en corte mostradas en los planos.</p>	
CARACTERÍSTICAS																																																																					
Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro (mm)																																																																
TCE 172	L	2	1	2	Ø16																																																																
TCE 173	L	2	1	2	Ø16																																																																
TCE 174	I	2	1	2	Ø16																																																																
TCE 175	I	1	1	1	Ø16																																																																
TCE 176	I	2	1	2	Ø16																																																																
TCE 177	I	2	1	2	Ø16																																																																
TCE 178	L	2	1	2	Ø16																																																																
TCE 179	L	2	1	2	Ø16																																																																
TCE 180	I	3	1	3	Ø20																																																																
<b>SOLUCIÓN</b>		<p>Cuando existe una gran cantidad de marcas es común que se presenten dichos errores, sin embargo, cuando se modela en Revit este permite generar las marcas a medida que se modela, lo que logra que no se generen estos errores.</p>																																																																			

Tabla 35

Incompatibilidad detectada N°9

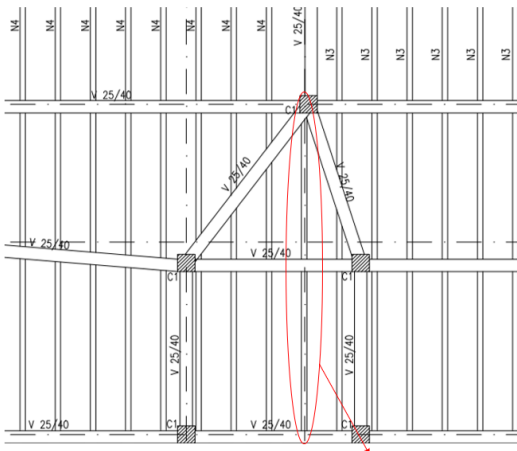
<b>INCOMPATIBILIDADES DETECTADAS</b>			
<b>RESPONSABLES</b>	Godoy Carolina	<b>N° DE INCOMPATIBILIDAD</b>	9
	Novoa Sebastián		
<b>DISCIPLINA INVOLUCRADA</b>	Estructural		
<b>UBICACIÓN</b>	Nivel de cubierta 1		
<b>ILUSTRACIÓN</b>		<b>DETALLE</b>	
 <p style="text-align: center;">Sin especificación de tipo de nervio</p>		<p>En los planos, cada nervio es detallado por su tipo, siendo 9 en su totalidad los que conforman la estructura.</p> <p>En este caso, el nervio marcado, no cuenta con ninguna especificación respecto a su tipo, por lo tanto, su detalle de armado es desconocido.</p>	
<b>SOLUCIÓN</b>		<p>Se debe revisar a que tipo de armado corresponde cada uno de los nervios para que tengan su correcta numeración.</p>	

Tabla 36

Incompatibilidad detectada N°10

<b>INCOMPATIBILIDADES DETECTADAS</b>			
<b>RESPONSABLES</b>	Godoy Carolina	<b>N° DE INCOMPATIBILIDAD</b>	10
	Novoa Sebastián		
<b>DISCIPLINA INVOLUCRADA</b>	Estructural		
<b>UBICACIÓN</b>	Nivel de cubierta 1		
<b>ILUSTRACIÓN</b>			
<b>DETALLE</b>			
<p>El tramo de viga principal modelado sobre el eje G, localizado entre los ejes 7 y 9 que lo cruzan, está definido para la vista de perfil con una sección de viga de 25x40 cm, sin embargo, en la vista en planta, este se encuentra detallado con una sección de 25x45 cm, siendo diferentes los peraltes.</p>			
<b>SOLUCIÓN</b>	<p>Se debe revisar los cálculos estructurales para verificar las dimensiones correctas de dicha viga, para no cometer un error estructural.</p>		

Tabla 37

Incompatibilidad detectada N°11

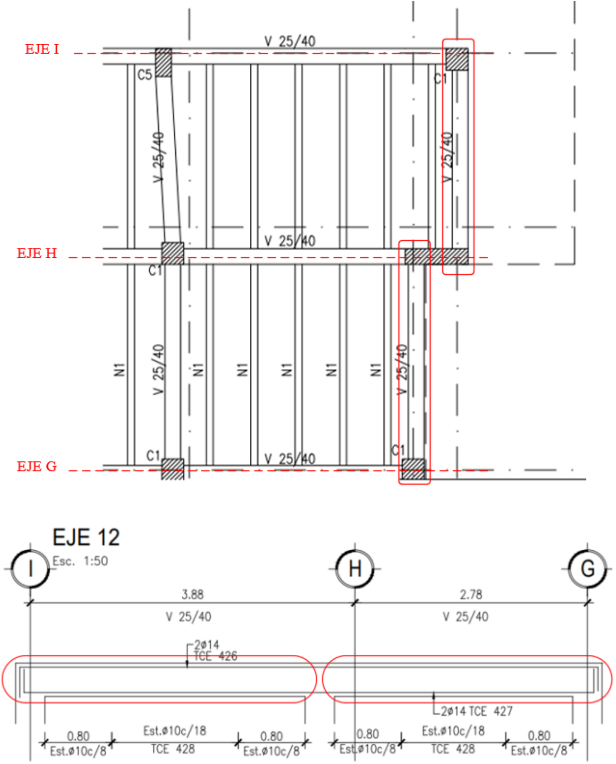
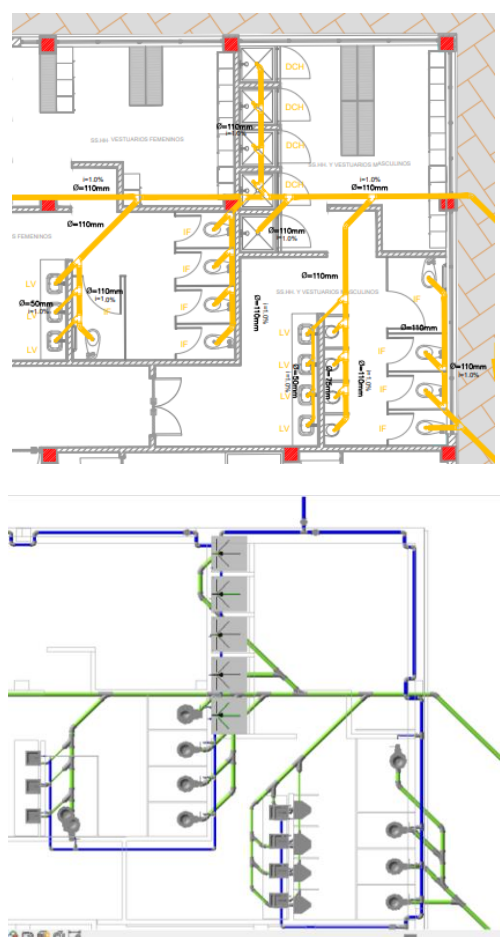
<b>INCOMPATIBILIDADES DETECTADAS</b>			
<b>RESPONSABLES</b>	Godoy Carolina	<b>N° DE INCOMPATIBILIDAD</b>	11
	Novoa Sebastián		
<b>DISCIPLINA INVOLUCRADA</b>	Estructural		
<b>UBICACIÓN</b>	Nivel de cubierta 1		
<b>ILUSTRACIÓN</b>		<b>DETALLE</b>	
		<p>Las dos vigas marcadas en la primera figura se encuentran modeladas longitudinalmente en distintos ejes, siendo estos el eje 12 y el 12”.</p> <p>En la vista de perfil de los ejes que cruzan los extremos opuestos de ambas vigas, el I y el G, se muestran estas como si fueran una sola.</p> <p>Al no ser una sola viga, la configuración del armado es distinta y no la reflejada en el corte.</p>	
<b>SOLUCIÓN</b>		<p>Se debe revisar los cortes presentados en los planos de las vigas, para que estos coincidan con la vista en planta. Cuando se modele en Revit se tendrá la vista de los cortes reales.</p>	

Tabla 38

Incompatibilidad detectada N°12

<b>INCOMPATIBILIDADES DETECTADAS</b>			
<b>RESPONSABLES</b>	Godoy Carolina	<b>N° DE INCOMPATIBILIDAD</b>	12
	Novoa Sebastián		
<b>DISCIPLINA INVOLUCRADA</b>	Hidrosanitaria		
<b>UBICACIÓN</b>	SS.HH. y vestuarios masculinos-SS.HH. y vestuarios femeninos ( Planta Baja)		
<b>ILUSTRACIÓN</b>		<b>DETALLE</b>	
		<p>El trazado de las tuberías sanitarias difiere al realizado en el software Revit debido a que existe una falta de espacios al momento de colocar los accesorios por lo que se emite una alerta en Revit que no permite modelar con este error.</p> <p>Una de las razones por las que se generan algunos cambios también se debe a que algunas salidas no respetan el ángulo de 45° por lo que, al realizar los trazados adecuados, el diseño se ve afectado.</p>	
<b>SOLUCIÓN</b>		<p>Se realiza un cambio en el trazado tratando de mantener el original y finalmente se debería correr el programa de diseño para asegurarse que no exista un error de presiones o dirección de flujo.</p>	

#### 4.2.2 Interferencia entre especialidades

Los conflictos detectados por el software Navisworks entre las disciplinas hidrosanitarias y estructural fueron un total de 181, de los cuales 107 representaron conflictos de colisión entre la losa y las tuberías por lo que se los señala como resueltos para únicamente visualizar las colisiones representativas.

Las colisiones más importantes que se visualizaron fueron el cruce de tuberías con las vigas, columnas tanto a nivel inferior de planta baja, como sobre este, así como falta de espacio entre los elementos estructurales y accesorios como válvulas. En la siguiente figura se ilustra como arroja el sistema Navisworks los informes respectivos.

AUTODESK®  
NAVISWORKS® Informe de conflictos

ESTRUCTURAS-MEP								Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
								0.001m	181	107	72	2	0	0	Estático (conservador)	Aceptar



Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Ubicación de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Asignado a	Punto de conflicto	Elemento 1			Elemento 2			Comentarios		
									ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre		Elemento Tipo	
	Conflicto16	Activo	-0.330	A9'-AH : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	Carolina Godoy	x:-15.406, y:12.679, z:-0.410	ID de elemento: 479838	NIVEL SUPERIOR ZAPATA	Hormigón-Rectangular-Pilar	Pilares estructurales: Hormigón-Rectangular-Pilar: CR35X35CM	ID de elemento: 736867	Nivel 1	Tipos de tubería	#0 - Design - 2022/12/6 04:55 Asignado a Caro #0 - Design - 2022/12/6 04:55 Asignado a Carolina Godoy	
	Conflicto20	Activo	-0.231	A2-AB : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	Carollina Godoy	x:7.366, y:-5.821, z:-0.452	ID de elemento: 483156	NIVEL SUPERIOR ZAPATA	Hormigón-Rectangular-Pilar	Pilares estructurales: Hormigón-Rectangular-Pilar: CR35X35CM	ID de elemento: 818945	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería	#0 - Design - 2022/12/6 04:56 Asignado a Carollina Godoy

Figura 99. Formato-Informe de Colisiones Navisworks

Nota: En el Anexo 7.10 se encontrará el informe completo de cada uno de los conflictos encontrados.

A continuación, se presentarán algunas de las colisiones más importantes.

Tabla 39

Conflicto 16 detectado en Navisworks

<b>EDIFICIO: TERMINAL DE CARGA (CEBAF ECUADOR)</b>	
<b>APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM</b>	
<b>CONFLICTOS DETECTADOS</b>	
<b>RESPONSABLES</b>	Godoy Carolina Novoa Sebastián
<b>DISCIPLINAS INVOLUCRADAS</b>	Estructural Hidrosanitaria
<b>UBICACIÓN:</b>	Nivel superior de la zapata
<b>ILUSTRACIÓN</b>	<b>DETALLE</b>
	Elemento 1 Columna estructural rectangular-hormigón armado
	Elemento 2 Tubería PVC Sanitaria
	<p>Se puede observar en la figura la colisión que se presenta entre el pilar estructural proveniente de la cimentación con una de las tuberías sanitarias.</p> <p>Por otra parte, se observa que las varillas estructurales sobresalen de la columna y esto se presenta debido a que las columnas estructurales difieren en tamaño con las arquitectónicas.</p>
	<b>RIESGO:</b> Alto

Tabla 40

*Conflicto 20 detectado en Navisworks*

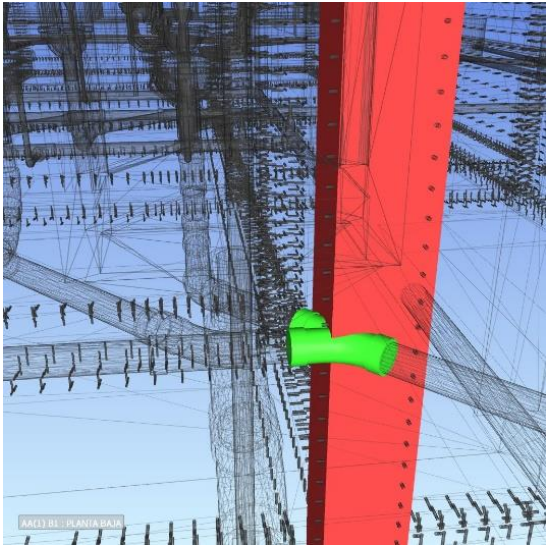
<b>EDIFICIO: TERMINAL DE CARGA (CEBAF ECUADOR)</b>	
<b>APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM</b>	
<b>CONFLICTOS DETECTADOS</b>	
<b>RESPONSABLES</b>	Godoy Carolina Novoa Sebastián
<b>DISCIPLINAS INVOLUCRADAS</b>	Estructural Hidrosanitaria
<b>UBICACIÓN:</b>	Nivel superior de la zapata
<b>ILUSTRACIÓN</b>	<b>DETALLE</b>
	Elemento 1 Columna estructural rectangular-hormigón armado
	Elemento 2 Unión tubería PVC Sanitaria
	<p>Se puede observar en la figura la colisión que se presenta entre el pilar estructural proveniente de la cimentación con una de las uniones de la red sanitaria, esto se puede presentar debido a que muchas veces no se considera el tamaño real de los accesorios al momento de realizar el diseño de trazado.</p>
	<b>RIESGO:</b> Alto

Tabla 41

*Conflicto 68 detectado en Navisworks*

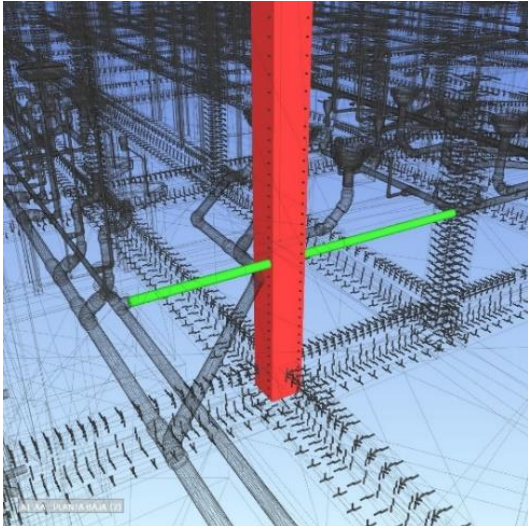
<b>EDIFICIO: TERMINAL DE CARGA (CEBAF ECUADOR)</b>					
<b>APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM</b>					
<b>CONFLICTOS DETECTADOS</b>					
<b>RESPONSABLES</b>	Godoy Carolina				
	Novoa Sebastián				
<b>DISCIPLINAS INVOLUCRADAS</b>	Estructural				
	Hidrosanitaria				
<b>UBICACIÓN:</b>	Nivel superior de la zapata				
<b>ILUSTRACIÓN</b>	<b>DETALLE</b>				
	<table border="1"> <tr> <td>Elemento 1</td> <td>Columna estructural rectangular-hormigón armado</td> </tr> <tr> <td>Elemento 2</td> <td>Tubería PVC Agua potable</td> </tr> </table>	Elemento 1	Columna estructural rectangular-hormigón armado	Elemento 2	Tubería PVC Agua potable
	Elemento 1	Columna estructural rectangular-hormigón armado			
	Elemento 2	Tubería PVC Agua potable			
<p>Se puede observar en la figura la colisión que se presenta entre el pilar estructural proveniente de la cimentación con una tubería de agua potable.</p>					
<p><b>RIESGO:</b> Alto</p>					

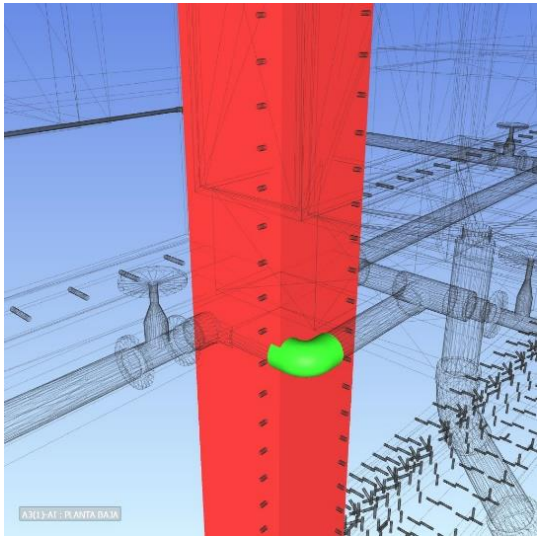
Tabla 42

Conflicto 106 detectado en Navisworks

<b>EDIFICIO: TERMINAL DE CARGA (CEBAF ECUADOR)</b>					
<b>APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM</b>					
<b>CONFLICTOS DETECTADOS</b>					
<b>RESPONSABLES</b>	Godoy Carolina Novoa Sebastián				
<b>DISCIPLINAS INVOLUCRADAS</b>	Estructural Hidrosanitaria				
<b>UBICACIÓN:</b>	Nivel superior de la zapata				
<b>ILUSTRACIÓN</b>	<b>DETALLE</b>				
	<table border="1"> <tr> <td>Elemento 1</td> <td>Columna estructural rectangular-hormigón armado</td> </tr> <tr> <td>Elemento 2</td> <td>Accesorio de Agua potable</td> </tr> </table>	Elemento 1	Columna estructural rectangular-hormigón armado	Elemento 2	Accesorio de Agua potable
	Elemento 1	Columna estructural rectangular-hormigón armado			
	Elemento 2	Accesorio de Agua potable			
<p>Se puede observar en la figura la colisión que se presenta entre el pilar estructural proveniente de la cimentación con una válvula reguladora, esto debido a que el tamaño de las columnas difiere entre las disciplinas arquitectónica y estructural.</p>					
<p><b>RIESGO:</b> Medio</p>					

Tabla 43

Conflicto 128 detectado en Navisworks

<b>EDIFICIO: TERMINAL DE CARGA (CEBAF ECUADOR)</b>					
<b>APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM</b>					
<b>CONFLICTOS DETECTADOS</b>					
<b>RESPONSABLES</b>	Godoy Carolina				
	Novoa Sebastián				
<b>DISCIPLINAS INVOLUCRADAS</b>	Estructural				
	Hidrosanitaria				
<b>UBICACIÓN:</b>	Nivel superior de la zapata				
<b>ILUSTRACIÓN</b>	<b>DETALLE</b>				
	<table border="1"> <tr> <td>Elemento 1</td> <td>Columna estructural rectangular-hormigón armado</td> </tr> <tr> <td>Elemento 2</td> <td>Unión de tubería de Agua potable</td> </tr> </table>	Elemento 1	Columna estructural rectangular-hormigón armado	Elemento 2	Unión de tubería de Agua potable
	Elemento 1	Columna estructural rectangular-hormigón armado			
	Elemento 2	Unión de tubería de Agua potable			
<p>Se puede observar en la figura la colisión que se presenta entre el pilar estructural proveniente de la cimentación con una unión a pesar de que esta fue trazada bordeando la columna, sin embargo, existe un desfase de ubicación entre las columnas arquitectónicas y las estructurales.</p>					
<p><b>RIESGO:</b> Medio</p>					

#### ***4.2.2.1 Posibles soluciones para las interferencias entre especialidades detectadas***

Las interferencias con un mayor grado de relevancia dentro de estas disciplinas corresponden a las visualizadas anteriormente, donde las colisiones entre tuberías o accesorios se presentan con las columnas estructurales. Esto se debe en un mayor porcentaje a que dentro del plano estructural existen dos columnas adicionales a las que se contemplan en el plano arquitectónico, por otro lado, el modelo arquitectónico se maneja con columnas de igual dimensiones, mientras que el estructural ya posee las columnas con sus dimensiones reales, teniendo en cuenta que el trazado de tuberías se realiza a partir del modelo arquitectónico a pesar de realizar el trazado bordeando la columna, existen ciertas colisiones.

Una posible solución para este inconveniente sería volver a modelar las columnas arquitectónicas acorde a las utilizadas en el modelo estructural para finalmente corregir el trazado de tuberías. Luego se debería volver a introducir dichos modelos en el software Navisworks para asegurarse que dichas incongruencias ya no sean reflejadas en el informe de colisiones.

### **4.3. Comparación del tiempo de ejecución teórico vs tiempo de ejecución con metodología BIM 4D**

Una vez realizado el diagrama de Gantt mediante la estimación del tiempo a partir de rendimientos y cantidades, se obtuvo que para la ejecución de las disciplinas estructural e hidrosanitaria del edificio aduanero de carga se necesita un total de 158 días laborales, lo que corresponde a 6 meses aproximadamente.

Dentro de la documentación entregada por HIDROPLAN, se encuentra el cronograma valorado de todo el CEBAF de carga, el cual se maneja con el criterio de que todas las estructuras se construyen de manera simultánea con distintas cuadrillas, por lo que se establece que, siguiendo la metodología empleada por el consorcio, la construcción de dichas disciplinas se prevé realizarse en 5 meses.

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS  
OBRA: ECUADOR CARGA 2019

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11
23		TERMINAL DE CARGA ECUADOR			0.00	0.00					
28		COMPONENTE ESTRUCTURAL			0.00	3,120,181.66					
560	515526	EXCAVACION A MAQUINA CIELO ABIERTO (EN TIERRA)	M3	26,873.89	3.08	82,771.57	12,415.74	28,970.05	16,554.31	16,554.31	8,277.16
561	515457	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECCIONADO PRODUCTO DE EXCAVACION	M3	16,269.68	5.56	90,459.42	13,568.91	31,660.80	18,091.88	18,091.88	9,045.94
562	515477	HORMIGON FC = 210 KG/CM2 - INCLUYE ENCOFRADO	M3	248.47	201.65	50,104.87	7,515.73	17,536.70	10,020.97	10,020.97	5,010.49
563	515572	HORMIGON FC = 280 KG/CM2 - INCLUYE ENCOFRADO	M3	5,491.77	224.69	1,233,946.31	185,091.95	431,881.21	246,789.26	246,789.26	123,394.63
	505825	SUMINISTRO E INSTALACION DE JUNTAS DE PVC	M	3,000.00	11.21	33,630.00	5,044.50	11,770.50	6,726.00	6,726.00	3,363.00
564	515474	ACERO REFUERZO FY=4200 KG/CM2 (SUMINISTRO, CORTE Y COLOCADO)	KG	451,935.55	2.03	917,429.16	137,614.37	321,100.21	183,485.83	183,485.83	91,742.92
565	515859	ACERO ESTRUCTURAL A36 (SUMINISTRO, CORTE Y COLOCADO)	KG	186,900.73	3.06	571,916.23	85,787.43	200,170.68	114,383.25	114,383.25	57,191.62
566	516309	ACERO ESTRUCTURAL A500 GR A(SUMINISTRO, CORTE Y COLOCADO)	KG	37,077.67	3.20	118,648.54	17,797.28	41,526.99	23,729.71	23,729.71	11,864.85
567	515860	MALLA ELECTROSOLDADA 5.5 C/15	M2	4,018.39	4.86	19,529.38	2,929.41	6,835.28	3,905.88	3,905.88	1,952.94
568	515861	HORMIGON CICLOPEO	M3	2.67	117.52	313.78	47.07	109.82	62.76	62.76	31.38
569	516339	PERNO DE ANCLAJE Ø1" A-36 L= 500 mm	U	234.00	3.32	776.88	111.55	260.29	148.74	148.74	74.37
570	516340	PERNOS DE ANCLAJE Ø7/8" A-36 L= 610 mm	U	72.00	3.17	228.24	34.24	79.88	45.65	45.65	22.82
571	516341	ANCLAJE Ø16mm A-706 L-300 mm	KG	56.81	2.11	119.87	17.98	41.95	23.97	23.97	11.99
572	516342	LOSA DECK ( placa colaborante e=0.75 mm + malla Ø5.5c/15 + topping ho 280 kg/c22 + ref. inf. 1Ø8 c/valle + conector de corte 80x40x3 mm c/valle)	M2	4.04	84.31	340.61	51.09	119.21	68.12	68.12	34.06
29		SISTEMA HIDROSANITARIO INTERIOR			0.00	117,870.21					
573	516110	CONEXIONES DOMICILIARIAS PVC 2"	U	1.00	224.62	224.62			74.12	74.12	76.37
574	516111	SUMINISTRO E INSTALACION DE VÁLVULAS CHECK 1 1/2"	U	2.00	58.20	116.40			38.41	38.41	39.58
575	516112	SUMINISTRO E INSTALACION DE VÁLVULAS CHECK 2"	U	14.00	86.10	1,205.40			397.78	397.78	409.84
576	516113	SUMINISTRO E INSTALACION DE VÁLVULAS CHECK 2 1/2"	U	1.00	120.06	120.06			39.62	39.62	40.82
577	516114	SUMINISTRO E INSTALACION DE VÁLVULAS CHECK 3"	U	6.00	104.48	626.88			206.87	206.87	213.14
578	516115	SUMINISTRO E INSTALACION DE VÁLVULAS DE COMPUERTA 1/2"	U	40.00	24.40	976.00			322.08	322.08	331.84
579	516116	SUMINISTRO E INSTALACION DE VÁLVULAS DE COMPUERTA 3/4"	U	8.00	30.55	244.40			80.65	80.65	83.10
580	516117	SUMINISTRO E INSTALACION DE VÁLVULAS DE COMPUERTA 1"	U	22.00	34.18	751.96			248.15	248.15	255.67
581	516118	SUMINISTRO E INSTALACION DE VÁLVULAS DE COMPUERTA 1 1/2"	U	1.00	185.76	185.76			61.30	61.30	63.16
582	516120	PUNTO DE LAVAMANOS AGUA POTABLE PVC 1/2" (INCLUYE ACCESORIOS)	PTO	20.00	11.30	226.00			74.58	74.58	76.84
583	516121	PUNTO DE LAVAPLATOS AGUA POTABLE PVC 1/2" (INCLUYE ACCESORIOS)	PTO	11.00	11.30	124.30			41.02	41.02	42.26
584	516122	PUNTO DE DUCHA AGUA POTABLE PVC 1/2" (INCLUYE ACCESORIOS)	PTO	9.00	11.30	101.70			33.56	33.56	34.58
585	516123	PUNTO DE INODORO AGUA POTABLE PVC 1" (INCLUYE ACCESORIOS)	PTO	22.00	19.55	430.10			141.93	141.93	146.23
586	516124	PUNTO DE URINARIO AGUA POTABLE PVC 3/4" (INCLUYE ACCESORIOS)	PTO	8.00	13.86	110.88			36.59	36.59	37.70
587	516125	PUNTO DE LLAVE DE MANGUERA AGUA POTABLE PVC 1/2" (INCLUYE ACCESORIOS)	PTO	3.00	15.92	47.76			15.76	15.76	16.24
588	516126	TUBERIA Y ACCESORIOS PVC ROSCABLE DE 1/2"	M	52.00	6.68	347.36			114.63	114.63	118.10
589	516127	TUBERIA Y ACCESORIOS PVC ROSCABLE DE 3/4"	M	17.00	10.60	180.20			59.47	59.47	61.27
590	516128	TUBERIA Y ACCESORIOS PVC ROSCABLE DE 1"	M	178.00	13.38	2,381.64			785.94	785.94	809.76
591	516129	TUBERIA Y ACCESORIOS PVC ROSCABLE DE 1 1/2"	M	24.00	15.70	376.80			124.34	124.34	128.11
592	516130	TUBERIA Y ACCESORIOS PVC ROSCABLE DE 2"	M	1,259.00	26.60	33,489.40			11,051.50	11,051.50	11,386.40
593	516131	TUBERIA Y ACCESORIOS PVC ROSCABLE DE 2 1/2"	M	3.00	28.44	85.32			28.16	28.16	29.01
594	516132	TUBERIA Y ACCESORIOS PVC ROSCABLE DE 3"	M	84.00	24.10	2,024.40			688.05	688.05	698.30
595	516133	PUNTO DE DESAGÜE DE LAVAMANOS PVC 50 MM (INCLUYE ACCESORIOS)	PTO	20.00	15.16	303.20			100.06	100.06	103.09

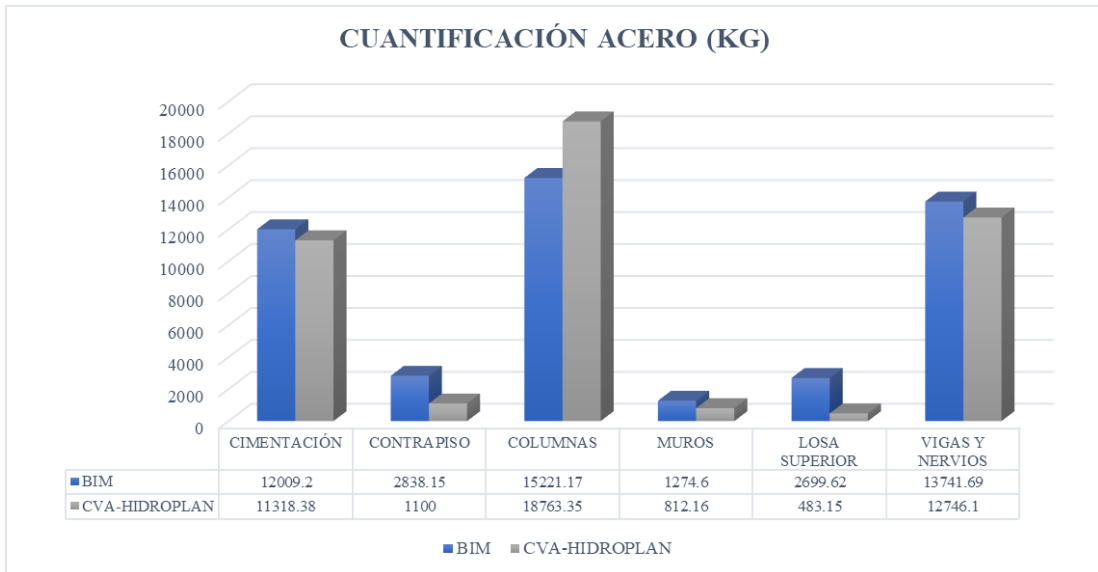
Figura 100. Cronograma valorado / CVA-HIDROPLAN

Una vez realizado el cronograma mediante el uso del software Navisworks, se realiza una simulación constructiva para corroborar que el enlace de las actividades se encuentre correctamente realizado y la estimación del tiempo sea la correcta

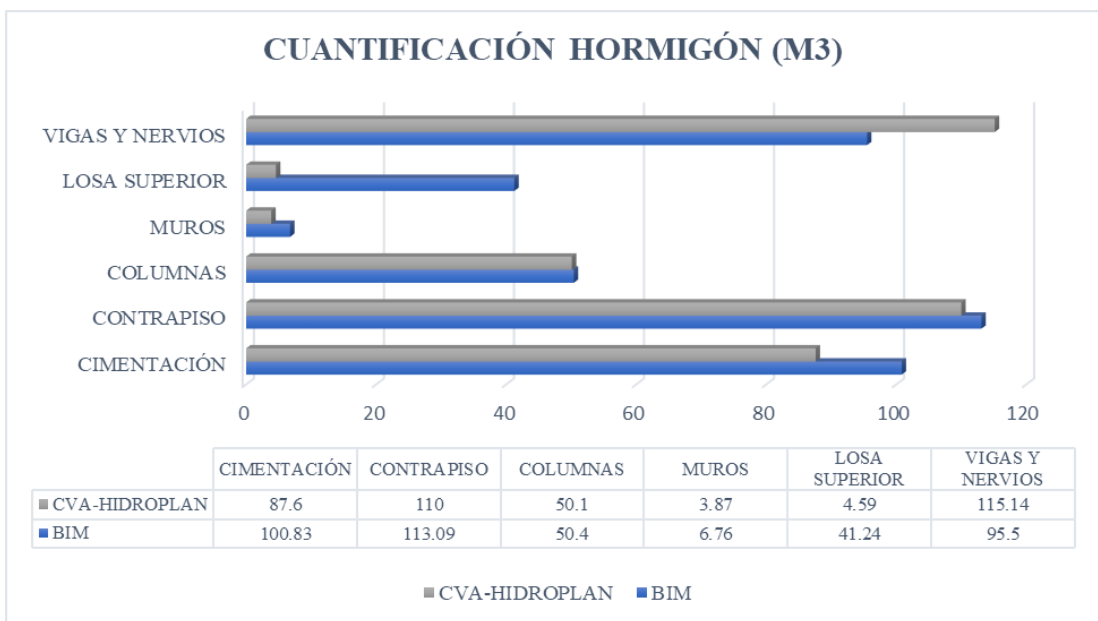
Entre ambos cronogramas existe una diferencia de un mes aproximadamente, lo que puede generar gastos imprevistos o puede provocar demoras no consideradas en la entrega del proyecto.

#### 4.4. Comparación entre el presupuesto BIM y el presupuesto teórico

Una vez elaborado los APUs de cada uno de los rubros correspondientes a las disciplinas estructural e hidrosanitario del proyecto en estudio se elaboran dos presupuestos, el primero utilizando las cantidades BIM arrojadas por el software Revit y el segundo con las cantidades de obra estimadas por el consorcio. En las Figura 101 y 102 se aprecia la relación que se presenta entre las cantidades de hormigón y acero en la cuantificación realizada por CVA-HIDROPLAN y la realizada con BIM de cada uno de los elementos estructurales.



*Figura 101. Cuantificación del acero-BIM/ CVA. HIDROPLAN*



*Figura 102. Cuantificación del hormigón- BIM/ CVA HIDROPLAN*

Existen diferencias de cuantificación considerables tanto en el acero como en el hormigón en los elementos de losa superior, vigas y nervios y columnas.

En la Figura 103 se representa la cuantificación de tuberías y accesorios tanto de agua potable como de desagüe según se estimó en el consorcio y con cantidades BIM. Se puede apreciar que en lo que respecta al componente hidrosanitario no existe una variación que tenga mayor relevancia dentro del agua potable, mientras que en el desagüe, se aprecia una mayor variación tanto en metraje como en la cantidad de accesorios.

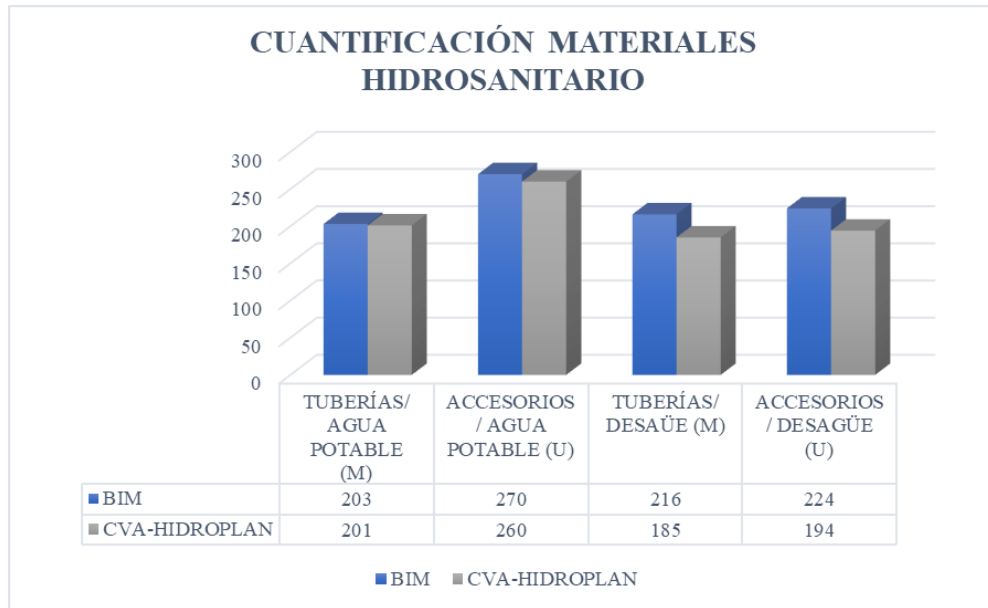


Figura 103. Cuantificación de materiales hidrosanitario

Se obtiene el presupuesto total utilizando las cantidades previamente obtenidas. En la siguiente figura se representa mediante un diagrama de barras, los dos presupuestos del proyecto en estudio. El presupuesto obtenido bajo las cantidades del consorcio fue de \$176,176.86, mientras que con el uso de BIM fue de \$198,503.29.

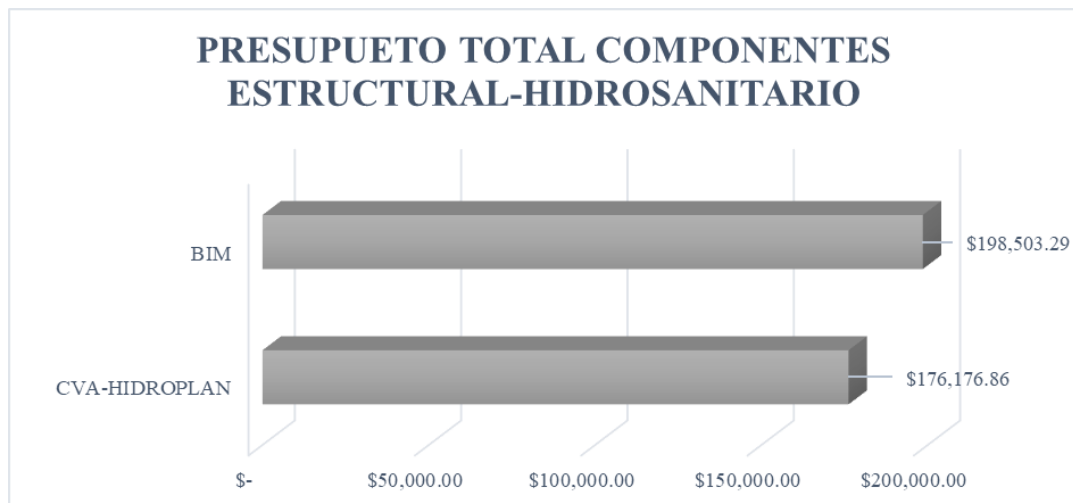


Figura 104. Presupuesto Total-Cantidades BIM y Cantidades CVA-HIDROPLAN

La diferencia existente entre ambos valores corresponde al valor de \$22.326.43. Para determinar el porcentaje de error existente entre aplicar la metodología BIM y no hacerlo se emplea la siguiente expresión:

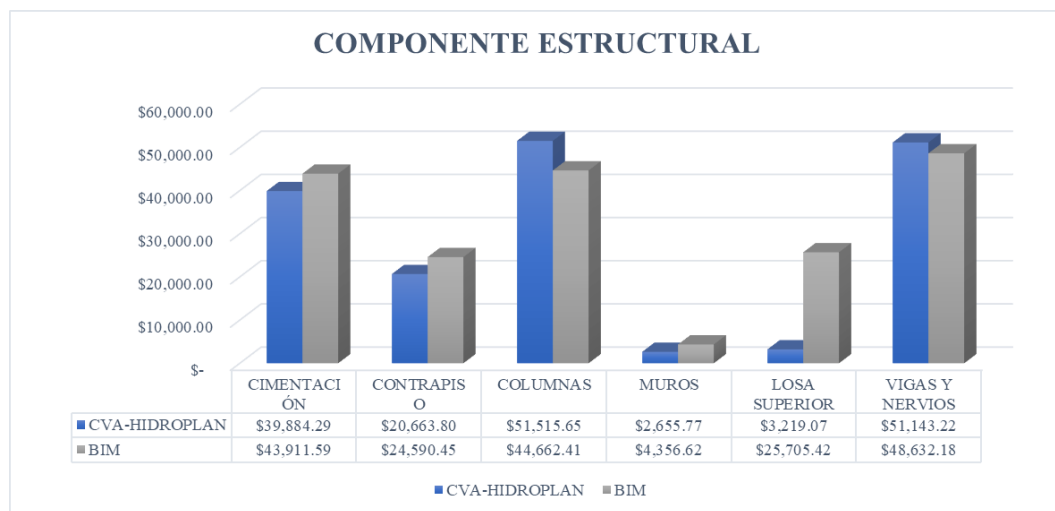
$$\%Error = \frac{Valor Real - Valor Estimado}{Valor Real} * 100\%$$

$$\%Error = \frac{198.503.29 - 176.176.86}{198.503.29} * 100\%$$

$$\%Error = 11\%$$

El error que se presenta en el presupuesto generado a través de la cuantificación de materiales de la manera tradicional en las dos disciplinas analizadas en el presente trabajo fue de un 11%, un error que no puede ser despreciable puesto que podría generar conflictos y pérdidas en el proyecto.

A continuación, en la Figura 105 se presenta un desglose de la variación que representa cada uno de los elementos estructurales en relación con el valor presupuestado por el consorcio vs. el calculado con el uso de la metodología BIM.



*Figura 105. Diferencia de presupuestos- Componente estructural*

Se puede observar que existe una subestimación y una sobreestimación de costos en los distintos elementos, sin embargo, una subestimación representativa se presenta en la losa superior, esto se debe a que la cantidad de hormigón, acero y encofrado presentado por el consorcio son realmente inferiores en un 90% con respecto a lo cuantificado con BIM.

Dentro del valor correspondiente al componente estructural del presupuesto obtenido por el consorcio, el elemento de la losa superior representa únicamente el 3%, mientras que en el presupuesto BIM, este mismo elemento abarca el 13% del valor total.

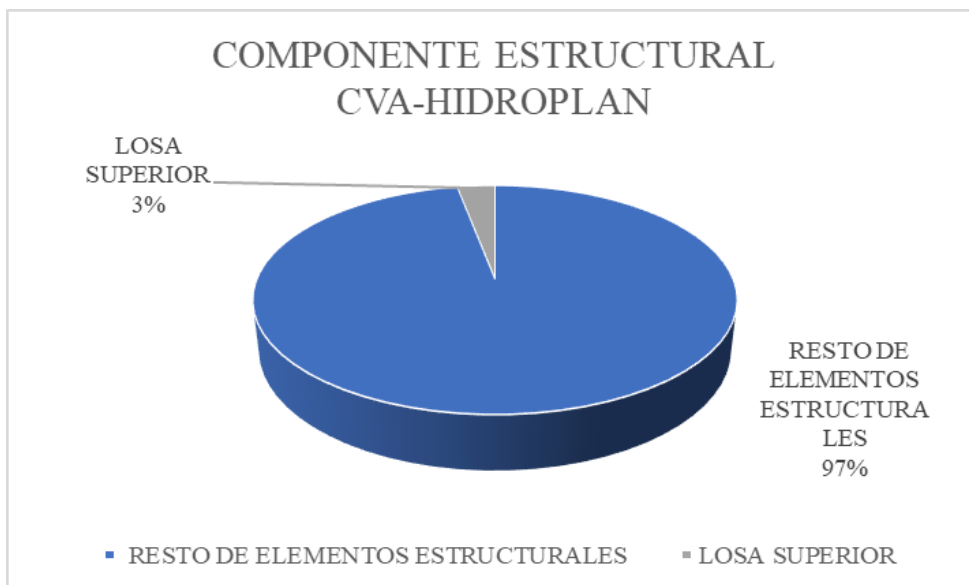


Figura 106. Inferencia de la losa superior dentro del presupuesto correspondiente al componente estructural (CVA-HIDROPLAN)

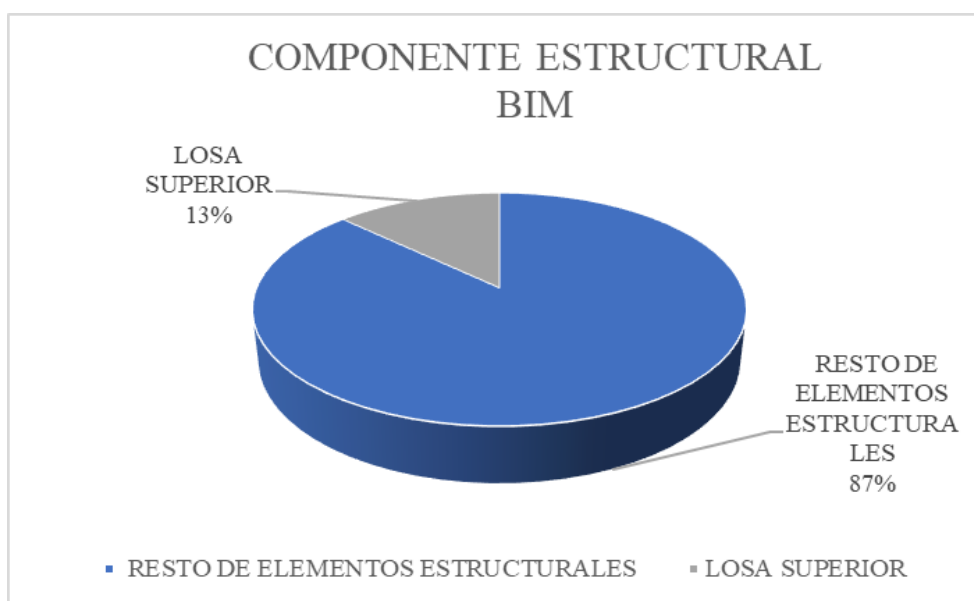


Figura 107. Interferencia de la losa superior dentro del presupuesto correspondiente al componente estructural (BIM)

Con respecto al componente hidrosanitario se observa que existe una variación notable en el costo de los accesorios de agua potable del presupuesto elaborado por el consorcio con respecto al estimado con BIM, esto se debe a que en la cuantificación de materiales existe una incongruencia en el número de válvulas correspondientes a un diámetro en específico, y dicho accesorio forma parte de los rubros más costosos dentro del componente hidrosanitario.

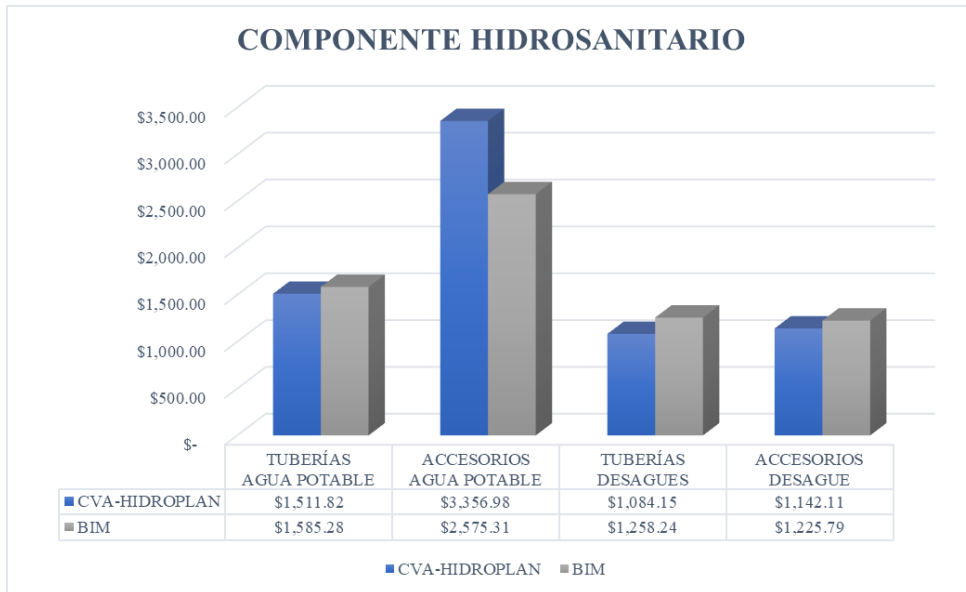


Figura 108. Diferencia de presupuestos-Componente Hidrosanitario

Es importante mencionar que el componente estructural representa un mayor porcentaje de este análisis respecto al hidrosanitario. En la Figura 109, se presenta dicha relación, pudiendo notar que el componente estructural abarca el 96% del total del presupuesto analizado, frente a un 4% del hidrosanitario.

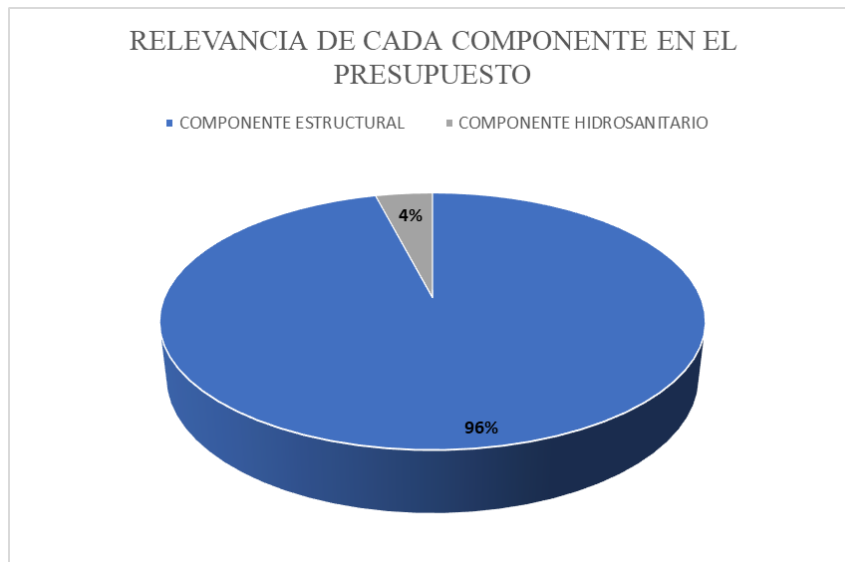


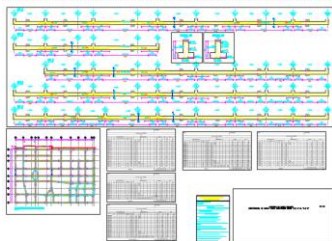

Figura 109. Relevancia de cada componente en el presupuesto

#### 4.5. Ventajas generales de la implementación de modelos BIM

Una vez modelado cada uno de los diseños en el software Revit y haber realizado el presupuesto basado en las cantidades obtenidas al implementar la metodología BIM, se obtuvieron varias ventajas y beneficios, las cuales se enumeran en la siguiente tabla comparativa.

Tabla 44

*Ventajas generales de la implementación del modelo BIM*

VENTAJAS DEL BIM VS MODELOS CAD		
CONCEPTO	MODELOS 2D CAD	IMPLEMENTACIÓN DE BIM
<i>Dibujo Constructivo</i>	Se realizan únicamente modelos en 2D a manera de dibujo de cada planta y a su vez se realizan las fachas de manera separada y si se requiere de un modelo 3D este será una extrusión de las formas	Cuando se realiza el diseño en Revit del edificio de carga este permite que mientras se dibuje la vista en planta, se construya un modelo 3D a la par, y se pueda sacar a partir de este las fachadas reales de dicho proyecto y se generen cortes con lo que realmente se ve en esa sección

<p><b><i>Almacenamiento de información en el modelo</i></b></p> <p><b><i>Distribución de espacios</i></b></p>	<p>Cuando se realizan los dibujos en AutoCAD estos se manejan como dibujos que servirán únicamente como una referencia a modo de planos</p> <p>En los modelos CAD puede ser común que se dibuje el trazado de tuberías sin considerar realmente el espacio que puede ocupar la tubería y sus accesorios dentro del mismo.</p> <p>Por otro lado, no es común presentar diseños de las tuberías verticales, por tal razón se pueden omitir accesorios o metros de tubería útil.</p>	<p>Al realizar el modelo en Revit este permite que se introduzca las propiedades mecánicas de cada material que se emplea, lo que resulta importante para un posterior uso en softwares de diseño de cálculo estructural o hidrosanitario. Así también permite que se generen familias que alberguen nombre e información que permite una fácil identificación de estos.</p>
<p><b><i>Distribución de espacios</i></b></p>	<p>En los modelos CAD puede ser común que se realice el trazado de tuberías conjunto con sus accesorios sin tomar en consideración el tamaño real que dichos elementos pueden ocupar en el espacio y cuando se ejecuta la construcción puede que esto genere inconvenientes y se deba realizar un cambio de trazado en obra.</p>	<p>Cuando se modela en Revit se introducen los diámetros reales de cada uno de los materiales y las uniones se generan automáticamente acorde los ángulos y pendiente que se defina en el diseño, por tal razón la relación de espacios es la misma que debe existir cuando se realice en obra y se evitarán errores o cambios de diseños.</p>
<p><b><i>Trabajo Colaborativo</i></b></p>	<p>Cada una de las disciplinas involucradas trabaja de manera independiente en sus planos y realizando los cálculos de diseño</p>	<p>Cuando se emplea BIM se maneja una nube como un entorno común de datos en los que se manejan modelos</p>

correspondientes, lo que puede generar errores e interferencias entre las disciplinas.

centrales y vínculos entre modelos que permiten visualizar en tiempo real si existen cambios en alguna disciplina, lo que permite que se genere una comunicación más directa

---

---

***Cuantificación de materiales***

La cuantificación de materiales se realiza de una manera manual, una vez terminados todos los modelos, mediante aproximaciones y mediciones de áreas empleadas en el dibujo CAD terminado. Si existiera algún cambio en el diseño las cantidades deben ser recalculadas y corregidas manualmente.

La cuantificación de material se realiza de cada uno de los modelos Revit, de una manera automática y dinámica, acorde los elementos y detalles que se hayan dado en el modelo, así también si se realiza algún cambio en el diseño la cuantificación cambiará. Otra ventaja es que se permite colocar el costo unitario de un material que se agrupará por familia y se logra tener un costo total por material. Así se logra generar un presupuesto que disminuir el porcentaje de error de tal manera que esto no genere un problema

---

---

#### **4.6. Comprobación de la hipótesis**

Con el presente trabajo de titulación se comprobó que la implementación de la metodología BIM en el terminal aduanero de carga del CEBAF en el paso fronterizo de Tulcán-Ipiales logra grandes beneficios en la coordinación de las distintas disciplinas en estudio, pudiendo detectar las incompatibilidades e interferencias que se presentaban en cada

uno de los diseños, alertando de ellos en fases iniciales para evitar cualquier tipo de imprevistos en la etapa de construcción o posteriores.

Así también, se comprueba la eficiencia de la metodología al permitir cuantificar los volúmenes de obra directamente en cada modelo, para posterior a ello generar presupuestos en los que no existan errores que puedan provocar pérdidas, debido a la generación de gastos no planificados.

## 5. CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- Es común pensar que Revit únicamente genera modelos en 3D, sin embargo, al ser este un software BIM, cada uno de los componentes que forman el modelo, no representan únicamente su forma, sino que llevan cargados datos paramétricos que brindan información y caracterizan cada uno de estos. Dicha información resultó de gran importancia para identificar cada uno de los elementos utilizados en los distintos modelos. Una gran ventaja se presentó en el modelo estructural, ya que con ello se pudo evitar confusiones al momento de identificar cada una de las marcas correspondientes a la planilla de hierros.
- A pesar de que la implementación de la metodología BIM en proyectos de carácter público y privado en el Ecuador es limitada, a través de este trabajo de titulación se pudo evidenciar que la implementación de dicha metodología es de suma importancia y relevancia en grandes proyectos como es el caso del CEBAF de Ecuador, en donde a pesar de haber analizado solo una de las edificaciones que lo componen, se demostró la existencia de inconsistencias presentadas entre las distintas especialidades y la variación de la cuantificación de materiales que afectan directamente al presupuesto y la planificación del cronograma.
- Aunque la metodología aporte grandes beneficios en la fase de planificación y diseño de proyectos de construcción, en Ecuador aún existen brechas muy amplias que se deben superar para lograr implementarla como requisito en toda clase de proyectos. Algunas de estas brechas son el costo y el tiempo que demanda la capacitación de esta metodología, además de los plazos definidos especialmente en la contratación pública, en donde el tiempo de ejecución puede llegar a ser demasiado corto para lograr implementar adecuadamente todo lo que dicha metodología conlleva.
- El edificio terminal aduanero de carga es una de las edificaciones y estructuras que abarca el proyecto CEBAF de carga Ecuador. Al no haber analizado por completo dicho proyecto, no se puede estimar con exactitud el error que representa la cuantificación de materiales de la manera tradicional en las disciplinas estructural e hidrosanitaria de todo el CEBAF, sin embargo, el error del 11% obtenido del edificio terminal aduanero de carga sirve como una muestra

representativa para estimar de manera aproximada el error de dichas disciplinas en la totalidad del proyecto.

- A través del uso del software Navisworks y a medida que se modelaban cada uno de los diseños en el software Revit, se evidenciaron 181 incongruencias y 12 incompatibilidades entre las especialidades correspondientes a arquitectura, estructura e hidrosanitaria. Dichos conflictos pudieron haber sido evitados si los involucrados hubieran realizado un trabajo colaborativo durante el diseño de modelación como la metodología BIM lo propone.
- El cálculo de cantidades de obra bajo esta metodología logra disminuir notablemente el tiempo cuando se lo realiza de la manera tradicional, esto debido a que se generan tablas de planificación dinámicas que pueden ser organizadas para mostrar la cuantificación de materiales según el responsable lo requiera. Esto sin mencionar que se reduce notablemente los posibles errores humanos propios de estos cálculos cuando se cuantifica manualmente cada uno de los elementos que conforman un diseño.
- El cronograma generado a partir de las cantidades BIM y los rendimientos de los diferentes rubros establecidos no presenta una mayor diferencia de duración respecto al cronograma elaborado por el consorcio. Esto se debe a que el tiempo calculado para cada actividad está relacionado directamente con la cantidad de recursos que se empleen para la ejecución de esta.
- Con la modelación de las distintas disciplinas en un software BIM como Revit se pueden obtener los planos de dichos modelos con mayor facilidad, rapidez y precisión. Esto debido a que al ser un modelo 3D dinámico se puede seleccionar y generar vistas desde cualquier ángulo del mismo, las cuales pueden ser asignadas directamente en un plano y modificadas automáticamente en caso de que algún cambio sea realizado en el modelo 3D.
- La cuantificación de los componentes hidrosanitarios a través de la metodología tradicional puede generar errores al no considerar los accesorios y tramos de tubería verticales, los cuales no son apreciados en planos 2D. Con la modelación BIM dichos componentes se modelan y cuantifican de manera automática, logrando evitar la generación de costos no planificados durante la etapa de construcción.

- La metodología BIM tiene un alcance muy amplio, por lo que puede ser implementada de forma parcial o total, según se requiera en cada proyecto. Una aplicación parcial de la metodología es el “Little BIM”, la cual fue implementada en el presente estudio, con el fin de, únicamente, corroborar o descartar la presencia de incompatibilidades, interferencias o cuantificaciones erradas en las distintas disciplinas trabajadas.

## 5.2. Recomendaciones

- Parte de implementar la metodología BIM al desarrollo de un proyecto de ingeniería es la generación de un entorno común de datos. Se recomienda que la codificación o denominación de los documentos guardados en dicho entorno sea previamente definida y establecida entre los diferentes actores del proyecto con el fin de que todos puedan identificarlos y acceder a ellos con facilidad.
- Cuando se inicia en el mundo del BIM, es recomendable realizar una plantilla arquitectónica del modelo en CAD, para utilizarlo como una referencia en Revit y empezar a modelar a partir de ella todos los detalles y colocar la información paramétrica necesaria y definir dicho modelo como el central para incluir en él el resto de las especialidades.
- Establecer una secuencia previa a la modelación de cualquier disciplina en un software BIM es fundamental para evitar confusiones y facilitar el trabajo que conlleva la generación del prototipo respectivo.
- Para poder presentar un modelo general en Revit con todas las disciplinas involucradas en el proyecto es aconsejable que todos los actores trabajen sobre un modelo central, el cual servirá de referencia para la modelación de todas las especialidades y el cual será alimentado continuamente con los avances de cada uno de los diseños generados sobre él.
- En el Ecuador la metodología BIM aún es desconocida para muchos estudiantes de carreras afines, por lo que vale la pena generar conferencias en el ámbito académico que estimulen el interés de los estudiantes en este tema y de esta manera lograr que esta metodología empiece a recibir la acogida que muchos otros países ya poseen y obtener beneficios de ello.
- En Ecuador existen pocas librerías BIM de elementos comerciales, sin embargo, las existentes generan una mayor exactitud en el detalle, y calidad de los diseños

que se presentan, por tal motivo, la generación de más librerías comerciales BIM podría ser de beneficio para los diseñadores de proyectos.

- De presentarse incompatibilidades o incongruencias entre especialidades después de haber generado los respectivos modelos en el software BIM, se recomienda que la corrección de las mismas sea realizada en conjunto entre los agentes involucrados para consensuar soluciones apropiadas.
- La metodología BIM es muy extensa y no siempre es necesario que se abarquen todas las dimensiones que esta posee, por lo que previo al inicio de todo proyecto es fundamental conocer cuál es el objetivo, el alcance y qué se requiere obtener como resultado final del mismo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Alianza BIM. (2022, junio 23). *BIM en Ecuador: ¿Para cuándo un estándar nacional?* ABIM. <https://alianzabim.com/bim-en-ecuador-para-cuando-un-estandar-nacional/>
- Álvarez, A. (2020, diciembre 15). *Normativas y estándares BIM*. LEAN CONSTRUCTION MÉXICO. <https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/normativas-y-est%C3%A1ndares-bim>
- Arellano, K., Andrade, A., Castillo, T., & Herrera, R. (2021, octubre 22). Evaluación del uso de BIM en las primeras fases de aplicación. *Revista Ingeniería de Construcción*. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732021000300311&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732021000300311&script=sci_arttext)
- Autodesk. (2020). *Beneficios de BIM | Modelado de información para la construcción | Autodesk*. <https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/bim/benefits-of-bim>
- Autodesk. (2022a). *Autodesk Revit | El software de BIM multidisciplinar*. Autodesk. <https://www.datech.es/productos-autodesk/revit/>
- Autodesk. (2022b). *Funciones de Navisworks | Funciones de las versiones 2023 y 2022 | Autodesk*. Autodesk. <https://www.autodesk.es/products/navisworks/features>
- Autodesk. (2022c). *Revit para arquitectura y diseño de edificios | Autodesk*. Autodesk. <https://www.autodesk.es/products/revit/architecture>
- Autodesk. (2022d). *Revit para diseño e ingeniería estructurales | Autodesk*. Autodesk. <https://www.autodesk.es/products/revit/structural>
- Autodesk. (2022e). *Revit para ingeniería MEP | Mecánica, electricidad y saneamiento | Autodesk*. Autodesk. <https://www.autodesk.es/products/revit/mep>
- Banco Central del Ecuador. (2022). Evolución de la Balanza Comercial por País de Procedencia. *Banco Central Del Ecuador*.
- BibLus. (2020, marzo 18). *BIM en el mundo: el Building Information Modeling está revolucionando el sector AEC*. BibLus. <https://biblus.accasoftware.com/es/bim-en-el-mundo-el-building-information-modeling-sector-aec/>
- BID. (2018). *Colombia y Ecuador tendrán una frontera más ágil y eficiente - Conexión Intal*. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://conexionintal.iadb.org/2018/05/02/colombia-y-ecuador-tendran-una-frontera-mas-agil-y-eficiente/>

BIMnD. (2022). *Los 8 grandes beneficios de BIM en la construcción* · BIMnD. BIMnD. <https://www.bimnd.es/los-8-grandes-beneficios-de-bim-en-la-construccion/>

Choccata, W. (2021, febrero 15). *Plataformas Colaborativas BIM - Konstruedu*. KONSTRUEDU.COM. <https://konstruedu.com/es/blog/plataformas-colaborativas-bim>

CIC ARQUITECTURA Y SOSTENIBILIDAD. (2021, julio 29). La implantación BIM en España ronda el 31% en estudios de arquitectura. *Revista CIC*. <https://www.cicconstruccion.com/texto-diario/mostrar/3069210/implantacion-bim-espana-ronda-31-estudios-arquitectura>

Coronel, M. A. (2019). *MOVILIDAD Y TRANSPORTE DE CARGA E IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES FRONTERIZOS. CASO DE ESTUDIO: CENTRO BINACIONAL DE ATENCIÓN EN FRONTERA (CEBAF) – RUMICHACA LÍMITE ECUADOR-COLOMBIA*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

CVA-Hidroplan. (2019). “*ESTUDIOS DEFINITIVOS PARA LA CONSTRUCCION DE DOS CABECERAS DE CARGA Y DOS CABECERAS DE PASAJEROS EN EL PASO DEFRONTERA DE RUMICHACA UBICADOS ENTRE ECUADOR Y COLOMBIA*”.

DRS Gestión Integral de Proyectos. (2021). *BIM: UN MODELO DE INFORMACIÓN PARA LA EDIFICACIÓN*.

<https://www.drsingenieria.com/wp-content/uploads/2021/08/Paper-DRS-BIM-2021.pdf>

Econova. (2020, junio 16). *¿Cuáles son Las Siete Dimensiones de BIM?* Econova Institute of Architecture and Engineering. <https://econova-institute.com/blog/las-siete-dimensiones-de-bim/>

EDITECA. (2020a). *Autodesk Revit - 8 razones por las que es el mejor software BIM - Editeca*. EDITECA. <https://editeca.com/autodesk-revit-mejor-software-bim/>

EDITECA. (2020b). *SOFTWARES BIM (BENEFICIOS E INTERCONEXIONES) - Editeca*. EDITECA. <https://editeca.com/software-bim-beneficios-e-interconexiones/>

- Figuroa, A. (2019, diciembre 5). *BIM vs CAD*. BLOQUETECH INGENIERÍA Y DISEÑO. <https://www.bloquotech.com/bim-vs-cad/>
- González, C. (2015). *Building Information Modeling: Metodología, aplicaciones y ventajas. Casos prácticos en gestión de proyectos*. [Universidad Politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/56357/TFM%202015%20CARLOS%20GONZALEZ.pdf?sequence=1>
- Gosalves, J., Murad, M., Cerdán, A., Begoña, G., Hayas, R., López, J., & Zuñeda, P. (2016). *BIM EN 8 PUNTOS*. [https://cbim.mitma.es/recursos\\_cbim/bb\\_gt2\\_personas\\_sg\\_2.1\\_difusion.pdf](https://cbim.mitma.es/recursos_cbim/bb_gt2_personas_sg_2.1_difusion.pdf)
- Hernández, H. (2018). *Revit Architecture 2019*. Malavida. <https://www.malavida.com/es/soft/revit-architecture/>
- Jaramillo, A. (2022). *¿Qué es Revit MEP y cuáles son sus principales funciones?* – Arcux. ARCUX. <https://arcux.net/blog/que-es-revit-mep-y-cuales-son-sus-principales-funciones/>
- Julio Prado Lucio-Paredes, Daniel Legarda, María Belén Vivero, Elena Bayas, Gabriel Caisapanta, Magda Robayo, Carlos Sagnay, Roberto Simbaña, & Diana Yáñez. (2021). Informe Mensual. *Boletín de Cifras*. [www.produccion.gob.ec](http://www.produccion.gob.ec)
- KOALA ARCHITECTURE & ENGINEERING. (2020, mayo 20). *Ciclo de vida de un proyecto BIM*. KOALA. <https://koalaarchitecture.com/ciclo-de-vida-de-un-proyecto-bim/>
- Lucero, K. (2020, julio 19). *La construcción, un pilar de la economía debilitado por la pandemia | Gestión*. Revista Gestión. <https://www.revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/la-construccion-un-pilar-de-la-economia-debilitado-por-la-pandemia>
- Maldonado, M. (2018, junio 26). *BIM ANTE LA CONSTANTE BUSQUEDA DE OPTIMIZAR EN LA CONSTRUCCIÓN. ¿BIM es una inversión?* – Comité BIM Bolivia. <https://comitebimbolivia.com/2018/06/26/bim-ante-la-constante-busqueda-de-optimizar-en-la-construccion-bim-es-una-inversion/>
- Manosalva, D. (2020). *EL MÉTODO BIM: EFECTIVIDAD Y BENEFICIOS EN LOS PROYECTOS DE EDIFICACIÓN* [UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA].

<https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/49372/3560901068879UTFSM.pdf?sequence=1>

Monterroso, A. (2021, octubre 15). *El futuro del BIM con Alejandro Monterroso de AGEBIM*. <https://blog.structuralia.com/el-futuro-del-bim>

Pérez, J. (2022, agosto 17). *El sector de la construcción no levanta cabeza en el Ecuador | Gestión*. <https://www.revistagestion.ec/analisis-economia-y-finanzas/el-sector-de-la-construccion-no-levanta-cabeza-en-el-ecuador>

PILDORAS. (2021, mayo 31). *Grado de la implantación BIM en la empresa española*. BuildingSMART. <https://www.buildingsmart.es/2021/05/31/grado-de-la-implantaci%C3%B3n-bim-en-la-empresa-esp%C3%B1ola/>

Poza, E. (2019, julio 26). *Ya es oficial: La metodología BIM se implanta en España*. TD SYNEX. <https://www.datech.es/software/implantacion-del-bim-en-espana/#:~:text=En%20Espa%C3%B1a%2C%20todos%20los%20proyectos,de%20infraestructuras%20con%20financiaci%C3%B3n%20p%C3%BAblica.>

QUEBEC Consultores. (2022). *Problemáticas de la industria*. <https://quebec.com.mx/>

Rodríguez, A. (2020). *GESTIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN INGENIERÍA*.

Santacruz, H. (2018, febrero 22). *El BIM en Latinoamérica*. EDITECA. <https://editeca.com/bim-en-latinoamerica/>

Servicio Nacional de Aduana del Ecuador. (2010). CODIGO-ORGANICO-DE-LA-PRODUCCION-COMERCIO-E-INVERSIONES. *CODIGO-ORGANICO-DE-LA-PRODUCCION-COMERCIO-E-INVERSIONES*, 53–53.

Sierra, L. (2016). *GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN CON METODOLOGÍA BIM “BUILDING INFORMATION MODELING”* [Universidad Militar Nueva Granada]. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/14970/SierraLinaA%C3%B1o2016.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Soto, C., Manríquez, S., & Godoy, P. (2021). *ESTÁNDAR BIM PARA PROYECTOS PUBLICOS*. <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Victorino Bravo, P. A. (2020). *Beneficios de la aplicación de BIM en la ejecución de proyectos* - *Konstruedu*. KONSTRUEDU.COM.

<https://konstruedu.com/es/blog/beneficios-de-la-aplicacion-de-bim-en-la-ejecucion-de-proyectos>

Villamizar, A. (2021, abril 15). *Adopción del BIM en el mundo*. IDESIE. <https://idesie.com/blog/2021/04/15/adopcion-del-bim-en-el-mundo/>

Vitorino, P. (2020, noviembre 2). *Las 7 dimensiones de BIM*. KONSTRUEDU. <https://konstruedu.com/es/blog/las-7-dimensiones-de-bim>

Zigurat Global Institute of Technology. (2018, octubre 18). *BIM en el Reino Unido: El éxito en progreso*. ZIGURAT GLOBAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY. <https://www.e-zigurat.com/blog/es/bim-en-reino-unido-exito-en-progreso/>

Zigurat Global Institute of Technology. (2022, marzo 25). *BIM en Chile, plan y herramientas*. ZIGURAT GLOBAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY. <https://www.e-zigurat.com/blog/es/bim-chile-plan-herramientas/>

Zona Cero. (2020, octubre 17). *Frontera terrestre de Colombia con Ecuador podría reabrir a partir de noviembre | Zona Cero*. Zona Cero. <https://zonacero.com/generales/frontera-terrestre-de-colombia-con-ecuador-podria-reabrir-partir-de-noviembre-157602>

## 7. ANEXOS

### 7.1. Anexo: Presupuesto- Componente estructural e hidrosanitario correspondiente a CVA-HIDROPLAN

CASO DE ESTUDIO:		COMPONENTES ESTRUCTURAL E HIDROSANITARIO DEL EDIFICIO TERMINAL DE CARGA CEBAF - CVA-HIDROPLAN					
ELABORADO POR:		GODOY, C; NOVOA, S					
<b>TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS</b>							
UBRO	CÓDIGO	EDT	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
		<b>EH-01</b>	<b>COMPONENTE ESTRUCTURAL</b>				
		<b>EH-01.1</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>				
1	E001	EH-01.1.1	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	KG	11,318.38	1.96	22,184.02
2	E002	EH-01.1.2	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 (Incluye bomba y transporte)	M3	87.60	163.03	14,281.35
3	E003	EH-01.1.3	Encofrado/desencofrado con madera de monte vigas de cimentación	M2	341.21	10.02	3,418.92
		<b>EH-01.2</b>	<b>CONTRAPISO</b>				
4	E002	EH-01.2.1	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 (Incluye bomba y transporte)	M3	110.00	163.03	17,933.30
5	E004	EH-01.2.2	Encofrado/desencofrado bordillo	M	144.71	3.97	574.50
6	E001	EH-01.2.3	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	KG	1,100.00	1.96	2,156.00
		<b>EH-01.3</b>	<b>COLUMNAS</b>				
7	E002	EH-01.3.1	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 (Incluye bomba y transporte)	M3	50.10	163.03	8,167.80
8	E005	EH-01.3.2	Encofrado/desencofrado con madera de monte columnas	M2	511.01	12.54	6,408.07
9	E006	EH-01.3.3	Encofrado/desencofrado columna circular	M2	9.54	17.15	163.61
10	E001	EH-01.3.4	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	KG	18,763.35	1.96	36,776.17
		<b>EH-01.4</b>	<b>MUROS</b>				
11	E002	EH-01.4.1	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 (Incluye bomba y transporte)	M3	3.87	163.03	630.93
12	E007	EH-01.4.2	Encofrado/desencofrado con madera de monte muros	M2	39.08	11.08	433.01
13	E001	EH-01.4.3	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	KG	812.16	1.96	1,591.83
		<b>EH-01.5</b>	<b>LOSA SUPERIOR</b>				
14	E002	EH-01.5.1	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 (Incluye bomba y transporte)	M3	4.59	163.03	748.31
15	E008	EH-01.5.2	Encofrado/desencofrado con madera de monte losa	M2	127.11	11.08	1,408.38
16	E004	EH-01.5.3	Encofrado/desencofrado bordillo	M	29.07	3.97	115.41
17	E001	EH-01.5.4	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	KG	483.15	1.96	946.97
		<b>EH-01.6</b>	<b>VIGAS Y NERVIOS (ARMAZÓN ESTRUCTURAL)</b>				
18	E002	EH-0.1.6.1	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 (Incluye bomba y transporte)	M3	115.14	163.03	18,771.27
19	E009	EH-0.1.6.2	Encofrado/desencofrado con madera de monte vigas	M2	843.56	8.76	7,389.59
20	E001	EH-0.1.6.3	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	KG	12,746.10	1.96	24,982.36
		<b>EH-02</b>	<b>COMPONENTE HIDROSANITARIO</b>				
		<b>EH-02.1</b>	<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>				
		<b>EH-02.1.1</b>	<b>TUBERÍAS</b>				
21	H001	EH-02.1.1.1	Tubería PVC roscable DIAM. 1 1/2"	M	21.00	6.18	129.78
22	H002	EH-02.1.1.2	Tubería PVC roscable DIAM. 1"	M	21.00	4.98	104.58
23	H003	EH-02.1.1.3	Tubería PVC roscable DIAM. 1/2"	M	31.00	2.30	71.30
24	H004	EH-02.1.1.4	Tubería PVC roscable DIAM. 2"	M	51.00	7.96	405.96
25	H005	EH-02.1.1.5	Tubería PVC roscable DIAM. 2 1/2"	M	2.00	9.52	19.04
26	H006	EH-02.1.1.6	Tubería PVC roscable DIAM. 3/4"	M	8.00	2.84	22.72
27	H007	EH-02.1.1.7	Tubería PVC roscable DIAM. 3"	M	67.00	11.32	758.44

		<b>EH-02.1.2</b>	<b>ACCESORIOS</b>				
28	H008	EH-02.1.2.1	Tee PVC roscable DIAM. 1 1/2"	U	6.00	3.82	22.92
29	H009	EH-02.1.2.2	Tee PVC roscable DIAM. 2 1/2"	U	2.00	5.23	10.46
30	H010	EH-02.1.2.3	Tee PVC roscable DIAM. 2"	U	19.00	4.56	86.64
31	H011	EH-02.1.2.4	Tee PVC roscable DIAM. 3"	U	22.00	5.80	127.60
32	H012	EH-02.1.2.5	Codo PVC 90° roscable DIAM. 1 1/2"	U	3.00	3.77	11.31
33	H013	EH-02.1.2.6	Codo PVC 90° roscable DIAM. 1/2"	U	60.00	1.75	105.00
34	H014	EH-02.1.2.7	Codo PVC 90° roscable DIAM. 3/4"	U	12.00	3.61	43.32
35	H015	EH-02.1.2.8	Codo PVC 90° roscable DIAM. 1"	U	30.00	4.39	131.70
36	H016	EH-02.1.2.9	Codo PVC 90° roscable DIAM. 2"	U	8.00	8.28	66.24
37	H017	EH-02.1.2.10	Codo PVC 90° roscable DIAM. 3"	U	22.00	10.98	241.56
38	H018	EH-02.1.2.11	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 1 1/2"-1"	U	3.00	4.01	12.03
39	H019	EH-02.1.2.12	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 1 1/2"-1/2"	U	5.00	3.58	17.90
40	H020	EH-02.1.2.13	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 1"-1/2"	U	2.00	3.20	6.40
41	H021	EH-02.1.2.14	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 2 1/2"-1"	U	3.00	5.04	15.12
42	H022	EH-02.1.2.15	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 2"-1"	U	5.00	4.56	22.80
43	H023	EH-02.1.2.16	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 2"-1/2"	U	10.00	4.09	40.90
44	H024	EH-02.1.2.17	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 3"-1 1/2"	U	1.00	5.72	5.72
45	H025	EH-02.1.2.18	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 3"-1"	U	8.00	5.60	44.80
46	H026	EH-02.1.2.19	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 3"-1/2"	U	6.00	4.24	25.44
47	H027	EH-02.1.2.20	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 3"-2 1/2"	U	1.00	6.26	6.26
48	H028	EH-02.1.2.21	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 3"-2"	U	3.00	5.94	17.82
49	H029	EH-02.1.2.22	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 1 1/2"-3/4"	U	3.00	3.04	9.12
50	H030	EH-02.1.2.23	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 2"-3/4"	U	3.00	3.71	11.13
51	H031	EH-02.1.2.24	Sum/inst válvula compuerta 50-300mm DIAM. 1 1/2"	U	2.00	52.07	104.14
52	H032	EH-02.1.2.25	Sum/inst válvula compuerta 50-300mm DIAM. 2 1/2"	U	1.00	113.93	113.93
53	H033	EH-02.1.2.26	Sum/inst válvula compuerta 50-300mm DIAM. 2"	U	14.00	79.97	1,119.58
54	H034	EH-02.1.2.27	Sum/inst válvula compuerta 50-300mm DIAM. 3"	U	6.00	156.19	937.14
		<b>EH-02.2</b>	<b>SISTEMA DE DESAGUE</b>				
		<b>EH-02.2.1</b>	<b>TUBERÍAS</b>				
55	H035	EH-02.2.1.1	Tubería PVC desagüe DIAM. 50mm	M	30.00	4.15	124.50
56	H036	EH-02.2.1.2	Tubería PVC desagüe DIAM. 75mm	M	5.00	5.03	25.15
57	H037	EH-02.2.1.3	Tubería PVC desagüe DIAM. 110mm	M	150.00	6.23	934.50
		<b>EH-02.2.2</b>	<b>ACCESORIOS</b>				
58	H038	EH-02.2.2.1	Codo PVC 45° desagüe DIAM. 50mm	U	15.00	4.14	62.10
59	H039	EH-02.2.2.2	Codo PVC 45° desagüe DIAM. 75mm	U	25.00	4.69	117.25
60	H040	EH-02.2.2.3	Codo PVC 45° desagüe DIAM. 110mm	U	69.00	5.48	378.12
61	H041	EH-02.2.2.4	Reductor PVC desagüe DIAM. 75mm-50mm	U	1.00	6.44	6.44
62	H042	EH-02.2.2.5	Reductor PVC desagüe DIAM. 110mm-50mm	U	14.00	8.10	113.40
63	H043	EH-02.2.2.6	Reductor PVC desagüe DIAM. 110mm-75mm	U	4.00	8.21	32.84
64	H044	EH-02.2.2.7	Sifón PVC DIAM. 50mm	U	18.00	6.28	113.04
65	H045	EH-02.2.2.8	Yee PVC desagüe DIAM. 50mm	U	6.00	4.07	24.42
66	H046	EH-02.2.2.9	Yee PVC desagüe DIAM. 75mm	U	2.00	5.45	10.90
67	H047	EH-02.2.2.10	Yee PVC desagüe DIAM. 110mm	U	40.00	7.09	283.60
						<b>TOTAL</b>	176,176.86

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

PRECIO TOTAL DE LA OFERTA (DE LOS RUBROS OFERTADOS) SON:

**CIENTO SETENTA Y SEIS MIL CIENTO SETENTA Y SEIS dolares OCHENTA Y SEIS centavos**

## 7.2. Anexo: Tabla de planificación del acero de refuerzo (Revit)

TABLA DE PLANIFICACIÓN DE ACERO DE REFUERZO					
Categoría de anfitrión	Marca de tabla de planificación	Diámetro de barra	Longitud de barra	Recuento	Peso (kg)
Armazón estructural	EV001	8 mm	0.49 m	442	1768.15
Armazón estructural	EVP001	10 mm	1.33 m	43	462.48
Armazón estructural	EVP002	10 mm	0.83 m	19	118.72
Armazón estructural	EVP003	10 mm	1.23 m	355	3064.46
Armazón estructural	EVP004	10 mm	1.63 m	26	314.79
Armazón estructural	EVP005	10 mm	0.93 m	32	209.86
Armazón estructural	EVP006	8 mm	1.22 m	3	29.44
Armazón estructural	MC001	10 mm	3.37 m	2	de
Armazón estructural	MC002	10 mm	4.10 m	15	80.15
Armazón estructural	MC003	10 mm	4.63 m	16	93.59
Armazón estructural	MC004	10 mm	5.74 m	16	209.72
Armazón estructural	MC005	10 mm	4.85 m	16	101.33
Armazón estructural	MC006	10 mm	5.49 m	15	101.54
Armazón estructural	MC007	10 mm	4.74 m	15	88.02
Armazón estructural	MC008	12 mm	3.75 m	15	150.56
Armazón estructural	MC009	12 mm	7.73 m	15	308.83
Armazón estructural	MC010	12 mm	10.13 m	12	323.77
Armazón estructural	MC011	12 mm	10.63 m	11	311.44
Armazón estructural	MC012	10 mm	4.52 m	12	66.88
Armazón estructural	MC013	10 mm	5.01 m	12	73.98
Armazón estructural	MC014	10 mm	11.25 m	11	152.59
Armazón estructural	MC015	10 mm	5.00 m	11	67.82
Armazón estructural	MC016	10 mm	3.38 m	1	6.25
Armazón estructural	MC017	10 mm	6.99 m	1	8.62
Armazón estructural	MC018	12 mm	10.57 m	23	647.51
Armazón estructural	MC019	12 mm	10.17 m	23	623.01
Armazón estructural	MC020	12 mm	8.32 m	10	221.60
Armazón estructural	MC021	10 mm	4.83 m	23	136.98
Armazón estructural	MC022	10 mm	4.81 m	10	59.31
Armazón estructural	MC023	10 mm	11.24 m	15	155.47
Armazón estructural	MC024	10 mm	5.47 m	10	67.45
Armazón estructural	MC025	10 mm	9.12 m	10	112.46
Armazón estructural	MC026	10 mm	8.09 m	14	163.05
Armazón estructural	MC027	10 mm	7.77 m	13	124.55
Armazón estructural	MC028	10 mm	7.74 m	13	124.07
Armazón estructural	MC029	10 mm	7.65 m	7	66.11
Armazón estructural	MC030	12 mm	9.43 m	7	175.81
Armazón estructural	MC031	12 mm	8.37 m	5	111.47
Armazón estructural	MC032	10 mm	6.59 m	5	40.63

Armazón estructural	MC033	10 mm	5.58 m	1	6.88
Armazón estructural	MC034	12 mm	7.35 m	1	19.58
Armazón estructural	MC035	12 mm	8.22 m	27	591.12
Armazón estructural	MC036	12 mm	3.65 m	27	174.99
Armazón estructural	MC037	12 mm	6.57 m	27	314.98
Armazón estructural	MC038	10 mm	2.50 m	27	124.85
Armazón estructural	MC039	12 mm	6.04 m	2	32.17
Armazón estructural	MC040	12 mm	6.14 m	2	21.80
Armazón estructural	MC041	12 mm	3.57 m	1	9.51
Armazón estructural	MC042	12 mm	3.67 m	1	6.52
Armazón estructural	MC043	12 mm	2.82 m	1	7.51
Armazón estructural	MC044	12 mm	2.92 m	1	5.18
Armazón estructural	MC045	10 mm	2.94 m	15	54.38
Armazón estructural	MC046	10 mm	2.84 m	15	78.79
Armazón estructural	MVP001	14 mm	10.61 m	2	76.93
Armazón estructural	MVP002	14 mm	11.24 m	1	40.75
Armazón estructural	MVP003	12 mm	3.72 m	2	6.02
Armazón estructural	MVP004	12 mm	3.10 m	1	2.75
Armazón estructural	MVP005	14 mm	6.07 m	1	21.24
Armazón estructural	MVP006	14 mm	9.83 m	1	35.64
Armazón estructural	MVP007	14 mm	6.54 m	1	23.71
Armazón estructural	MVP008	14 mm	9.96 m	1	36.11
Armazón estructural	MVP009	12 mm	2.40 m	2	4.26
Armazón estructural	MVP010	12 mm	2.77 m	1	2.46
Armazón estructural	MVP011	14 mm	12.15 m	1	44.05
Armazón estructural	MVP012	14 mm	10.08 m	1	36.54
Armazón estructural	MVP013	14 mm	8.00 m	1	29.00
Armazón estructural	MVP014	12 mm	2.73 m	1	2.42
Armazón estructural	MVP015	14 mm	8.77 m	1	31.79
Armazón estructural	MVP016	12 mm	3.50 m	2	6.21
Armazón estructural	MVP017	14 mm	6.50 m	1	23.56
Armazón estructural	MVP018	12 mm	12.04 m	1	21.38
Armazón estructural	MVP019	12 mm	10.55 m	1	18.73
Armazón estructural	MVP020	12 mm	8.77 m	1	15.57
Armazón estructural	MVP021	12 mm	6.44 m	1	11.44
Armazón estructural	MVP022	12 mm	10.08 m	1	17.90
Armazón estructural	MVP023	12 mm	3.80 m	1	3.37
Armazón estructural	MVP024	12 mm	7.92 m	1	14.06
Armazón estructural	MVP025	12 mm	9.34 m	2	33.17
Armazón estructural	MVP026	12 mm	8.80 m	2	31.25
Armazón estructural	MVP027	12 mm	10.08 m	1	30.43
Armazón estructural	MVP028	12 mm	10.50 m	1	31.78
Armazón estructural	MVP029	14 mm	8.64 m	5	178.27
Armazón estructural	MVP030	14 mm	8.72 m	5	178.36
Armazón estructural	MVP031	12 mm	4.65 m	4	37.16

Armazón estructural	MVP032	14 mm	6.27 m	1	22.73
Armazón estructural	MVP033	14 mm	6.19 m	1	22.44
Armazón estructural	MVP034	14 mm	1.85 m	2	8.94
Armazón estructural	MVP035	12 mm	8.42 m	1	14.95
Armazón estructural	MVP036	12 mm	8.24 m	1	14.63
Armazón estructural	MVP037	12 mm	6.34 m	1	16.89
Armazón estructural	MVP038	12 mm	6.16 m	1	16.41
Armazón estructural	MVP039	14 mm	3.23 m	3	23.44
Armazón estructural	MVP040	14 mm	3.15 m	2	15.23
Armazón estructural	MVP041	14 mm	3.88 m	1	9.35
Armazón estructural	MVP042	14 mm	3.77 m	1	9.16
Armazón estructural	MVP043	14 mm	3.14 m	1	7.59
Armazón estructural	MVP044	14 mm	3.06 m	1	7.40
Armazón estructural	MVP045	14 mm	3.32 m	1	8.02
Armazón estructural	MVP046	14 mm	5.49 m	1	19.90
Armazón estructural	MVP047	14 mm	5.40 m	1	19.58
Armazón estructural	MVP048	14 mm	5.87 m	1	21.28
Armazón estructural	MVP049	14 mm	5.80 m	1	14.02
Armazón estructural	MVP050	14 mm	8.80 m	1	31.90
Armazón estructural	MVP051	14 mm	8.73 m	1	31.61
Armazón estructural	MVP052	14 mm	6.97 m	3	50.54
Armazón estructural	MVP053	14 mm	11.63 m	3	84.32
Armazón estructural	MVP054	14 mm	9.01 m	2	43.55
Armazón estructural	MVP055	14 mm	9.70 m	6	140.66
Armazón estructural	MVP056	12 mm	4.40 m	5	19.53
Armazón estructural	MVP057	14 mm	10.34 m	2	49.98
Armazón estructural	MVP058	14 mm	2.38 m	2	11.50
Armazón estructural	MVP059	12 mm	3.20 m	3	8.52
Armazón estructural	MVP060	14 mm	9.54 m	5	161.47
Armazón estructural	MVP061	14 mm	11.34 m	3	82.22
Armazón estructural	MVP062	14 mm	8.75 m	3	63.44
Armazón estructural	MVP063	14 mm	3.99 m	3	28.93
Armazón estructural	MVP064	14 mm	6.35 m	3	46.04
Armazón estructural	MVP065	14 mm	10.22 m	3	74.10
Armazón estructural	MVP066	14 mm	9.65 m	3	69.97
Armazón estructural	MVP067	14 mm	11.22 m	3	81.35
Armazón estructural	MVP068	14 mm	2.80 m	5	23.68
Armazón estructural	MVP069	14 mm	6.03 m	4	58.29
Armazón estructural	MVP070	14 mm	6.69 m	3	48.51
Armazón estructural	MVP071	12 mm	2.05 m	3	5.46
Armazón estructural	MVP072	14 mm	10.89 m	2	52.64
Armazón estructural	MVP073	14 mm	6.22 m	2	30.07
Armazón estructural	MVP074	14 mm	6.21 m	1	15.01
Armazón estructural	MVP075	14 mm	10.93 m	1	36.08
Armazón estructural	MVP076	14 mm	12.00 m	1	29.07

Armazón estructural	MVP077	14 mm	8.26 m	1	29.94
Armazón estructural	MVP078	14 mm	2.68 m	1	6.48
Armazón estructural	MVP079	14 mm	11.20 m	1	40.60
Armazón estructural	MVP080	14 mm	7.08 m	1	25.67
Armazón estructural	MVP081	14 mm	7.94 m	1	19.19
Armazón estructural	MVP082	14 mm	4.24 m	1	10.25
Armazón estructural	MVP083	14 mm	4.50 m	2	21.75
Armazón estructural	MVP084	14 mm	10.33 m	1	24.97
Armazón estructural	MVP085	14 mm	7.39 m	1	17.86
Armazón estructural	MVP086	12 mm	2.50 m	1	2.22
Armazón estructural	MVP087	14 mm	6.68 m	1	16.14
Armazón estructural	MVP088	14 mm	10.94 m	3	79.25
Armazón estructural	MVP089	14 mm	8.48 m	1	20.49
Armazón estructural	MVP090	14 mm	11.94 m	1	28.86
Armazón estructural	MVP091	14 mm	12.23 m	1	29.56
Armazón estructural	MVP092	14 mm	4.40 m	1	15.95
Armazón estructural	MVP093	14 mm	3.40 m	1	12.33
Armazón estructural	MVP094	14 mm	6.80 m	1	16.43
Armazón estructural	MVP095	14 mm	6.38 m	1	15.42
Armazón estructural	MVP096	14 mm	6.45 m	1	15.59
Armazón estructural	MVP097	14 mm	3.50 m	1	8.46
Armazón estructural	MVP098	14 mm	10.63 m	1	25.69
Armazón estructural	MVP099	14 mm	4.80 m	1	11.60
Armazón estructural	MVP100	14 mm	9.63 m	1	23.27
Armazón estructural	MVP101	14 mm	11.99 m	2	58.34
Armazón estructural	MVP102	14 mm	8.37 m	2	40.53
Armazón estructural	MVP103	14 mm	1.46 m	2	7.73
Armazón estructural	MVP104	14 mm	7.92 m	2	38.28
Armazón estructural	MVP105	14 mm	10.48 m	2	50.66
Armazón estructural	MVP106	14 mm	3.80 m	4	32.14
Armazón estructural	MVP107	14 mm	3.70 m	1	8.94
Armazón estructural	MVP108	14 mm	7.23 m	2	34.95
Armazón estructural	MVP109	14 mm	6.52 m	2	31.42
Armazón estructural	MVP110	14 mm	5.69 m	1	13.75
Armazón estructural	MVP111	14 mm	7.07 m	2	34.25
Armazón estructural	MVP112	14 mm	2.50 m	1	6.04
Armazón estructural	MVP113	14 mm	5.12 m	3	24.75
Armazón estructural	MVP114	14 mm	9.58 m	2	69.46
Armazón estructural	MVP115	14 mm	4.93 m	2	23.83
Armazón estructural	MVP116	14 mm	9.05 m	1	21.87
Armazón estructural	MVP117	12 mm	11.50 m	1	20.42
Armazón estructural	MVP118	12 mm	11.12 m	1	19.74
Armazón estructural	MVP119	14 mm	6.37 m	1	15.40
Armazón estructural	MVP120	14 mm	9.73 m	1	23.52
Armazón estructural	MVP121	12 mm	1.32 m	1	2.34

Armazón estructural	MVP122	12 mm	1.24 m	1	2.20
Armazón estructural	MVP123	12 mm	9.99 m	1	17.74
Armazón estructural	MVP124	12 mm	9.91 m	1	17.60
Armazón estructural	MVP125	14 mm	10.87 m	1	26.27
Armazón estructural	MVP126	14 mm	11.27 m	1	27.24
Armazón estructural	MVP127	14 mm	7.02 m	2	34.33
Armazón estructural	MVP128	14 mm	7.43 m	3	63.61
Armazón estructural	MVP129	14 mm	6.72 m	1	16.24
Armazón estructural	MVP130	14 mm	9.12 m	3	66.12
Armazón estructural	MVP131	14 mm	8.03 m	2	38.81
Armazón estructural	MVP132	14 mm	6.81 m	1	16.46
Armazón estructural	MVP133	14 mm	5.50 m	1	19.90
Armazón estructural	MVP134	14 mm	4.91 m	1	17.80
Armazón estructural	MVP135	12 mm	1.44 m	5	7.67
Armazón estructural	MVP136	14 mm	8.65 m	1	20.91
Armazón estructural	MVP137	14 mm	8.20 m	1	19.82
Armazón estructural	MVP138	14 mm	4.30 m	1	10.34
Armazón estructural	MVP139	14 mm	4.15 m	1	10.03
Armazón estructural	MVP140	14 mm	4.02 m	1	9.72
Armazón estructural	MVP141	14 mm	3.89 m	1	9.40
Armazón estructural	MVP142	14 mm	6.34 m	2	38.36
Armazón estructural	MVP143	14 mm	4.99 m	2	24.19
Armazón estructural	MVP144	14 mm	8.84 m	1	21.36
Armazón estructural	MVP145	14 mm	4.14 m	2	20.11
Armazón estructural	MVP146	14 mm	3.79 m	2	18.95
Armazón estructural	MVP147	14 mm	7.73 m	1	18.68
Armazón estructural	MVP148	14 mm	7.12 m	1	25.74
Armazón estructural	MVP149	14 mm	2.03 m	1	4.91
Armazón estructural	MVP150	14 mm	7.00 m	1	8.46
Armazón estructural	MVP151	14 mm	7.10 m	1	8.58
Armazón estructural	MVP152	14 mm	7.17 m	1	8.66
Armazón estructural	MVP153	14 mm	6.86 m	1	8.29
Armazón estructural	MVP154	14 mm	6.95 m	1	8.40
Armazón estructural	MVP155	14 mm	7.03 m	1	8.50
Armazón estructural	MVP156	14 mm	7.37 m	1	8.91
Armazón estructural	MVP157	14 mm	3.58 m	4	27.15
Armazón estructural	MVP158	14 mm	4.23 m	2	9.18
Armazón estructural	MVP159	14 mm	4.04 m	2	8.74
Armazón estructural	MVP160	14 mm	4.10 m	2	8.88
Armazón estructural	MVP161	14 mm	4.17 m	2	9.00
Armazón estructural	MVP162	14 mm	4.78 m	1	11.55
Armazón estructural	MVP163	14 mm	4.56 m	1	11.02
Armazón estructural	MVP164	14 mm	6.51 m	2	38.14
Armazón estructural	MVP165	14 mm	5.79 m	2	18.44
Armazón estructural	MVP166	14 mm	3.98 m	2	19.24

Armazón estructural	MVP167	14 mm	3.87 m	2	17.91
Armazón estructural	MVP168	14 mm	4.28 m	2	19.82
Armazón estructural	MVP169	14 mm	4.25 m	2	19.62
Armazón estructural	MVP170	14 mm	7.25 m	1	17.52
Armazón estructural	MVP171	14 mm	6.65 m	1	24.11
Armazón estructural	MVP172	14 mm	5.47 m	1	6.63
Armazón estructural	MVP173	14 mm	4.36 m	1	15.81
Armazón estructural	MVP174	14 mm	5.78 m	1	13.99
Armazón estructural	MVP175	14 mm	5.32 m	1	12.86
Armazón estructural	MVP176	14 mm	8.78 m	1	42.44
Armazón estructural	MVP177	14 mm	9.46 m	1	34.29
Armazón estructural	MVP178	14 mm	8.49 m	1	10.26
Armazón estructural	MVP179	14 mm	8.29 m	1	20.04
Armazón estructural	MVP180	14 mm	8.15 m	1	19.70
Armazón estructural	MVP181	14 mm	9.94 m	1	24.02
Armazón estructural	MVP182	14 mm	9.81 m	1	23.71
Armazón estructural	MVP183	14 mm	11.57 m	3	83.89
Armazón estructural	MVP184	14 mm	11.64 m	3	84.42
Armazón estructural	MVP185	14 mm	4.12 m	2	18.05
Armazón estructural	MVP186	14 mm	4.03 m	2	17.74
Armazón estructural	MVP187	14 mm	3.33 m	2	18.01
Armazón estructural	MVP188	14 mm	3.29 m	2	17.69
Cimentación estructural	M001	12 mm	0.66 m	56	1619.59
Cimentación estructural	M002	8 mm	11.70 m	27	511.25
Cimentación estructural	M003	8 mm	3.74 m	2	11.81
Cimentación estructural	M004	8 mm	5.80 m	2	18.31
Cimentación estructural	M005	8 mm	10.25 m	1	16.18
Cimentación estructural	M006	8 mm	5.00 m	1	7.89
Cimentación estructural	M007	8 mm	4.25 m	2	13.42
Cimentación estructural	M008	8 mm	3.50 m	4	22.16
Cimentación estructural	M009	8 mm	9.83 m	1	15.52
Cimentación estructural	M010	8 mm	6.24 m	1	9.85
Cimentación estructural	M011	8 mm	4.44 m	3	21.02
Cimentación estructural	M012	8 mm	6.63 m	2	20.93
Cimentación estructural	M013	8 mm	5.66 m	1	8.93
Cimentación estructural	M014	8 mm	3.98 m	5	31.41
Cimentación estructural	M015	8 mm	10.47 m	2	33.05
Cimentación estructural	M016	8 mm	2.80 m	2	8.84
Cimentación estructural	M017	8 mm	5.05 m	2	15.56
Cimentación estructural	M018	8 mm	3.40 m	1	5.37
Cimentación estructural	M019	8 mm	3.10 m	1	4.89
Cimentación estructural	M020	8 mm	11.12 m	1	17.55
Cimentación estructural	M021	8 mm	7.00 m	1	11.05
Cimentación estructural	M022	8 mm	1.41 m	1	2.23
Cimentación estructural	M023	8 mm	4.10 m	3	19.41

Cimentación estructural	M024	8 mm	9.50 m	1	14.99
Cimentación estructural	M025	8 mm	7.38 m	1	2.91
Cimentación estructural	M026	8 mm	6.90 m	1	2.72
Cimentación estructural	M027	8 mm	7.08 m	1	2.79
Cimentación estructural	M028	8 mm	7.24 m	1	2.86
Cimentación estructural	M029	8 mm	6.96 m	1	2.75
Cimentación estructural	M030	8 mm	6.54 m	1	2.58
Cimentación estructural	M031	8 mm	6.83 m	1	2.70
Cimentación estructural	M032	8 mm	6.70 m	1	2.64
Cimentación estructural	M033	8 mm	9.25 m	1	14.60
Cimentación estructural	M034	8 mm	2.32 m	1	3.66
Cimentación estructural	MVC001	16 mm	5.10 m	4	64.40
Cimentación estructural	MVC002	16 mm	6.05 m	5	95.49
Cimentación estructural	MVC003	16 mm	7.50 m	4	142.05
Cimentación estructural	MVC004	16 mm	9.34 m	4	176.90
Cimentación estructural	MVC005	25 mm	4.49 m	4	138.64
Cimentación estructural	MVC006	16 mm	10.93 m	4	138.01
Cimentación estructural	MVC007	16 mm	8.77 m	4	110.74
Cimentación estructural	MVC008	22 mm	4.50 m	4	120.85
Cimentación estructural	MVC009	16 mm	5.54 m	4	69.95
Cimentación estructural	MVC010	16 mm	8.90 m	4	112.38
Cimentación estructural	MVC011	16 mm	2.50 m	5	19.73
Cimentación estructural	MVC012	16 mm	10.43 m	4	197.73
Cimentación estructural	MVC013	25 mm	3.50 m	5	202.30
Cimentación estructural	MVC014	16 mm	8.25 m	4	104.17
Cimentación estructural	MVC015	25 mm	3.00 m	3	104.04
Cimentación estructural	MVC016	16 mm	7.58 m	3	71.78
Cimentación estructural	MVC017	16 mm	9.67 m	3	91.58
Cimentación estructural	MVC018	22 mm	3.30 m	3	88.63
Cimentación estructural	MVC019	22 mm	2.80 m	7	175.46
Cimentación estructural	MVC020	16 mm	6.76 m	3	64.11
Cimentación estructural	MVC021	16 mm	9.23 m	1	43.70
Cimentación estructural	MVC022	16 mm	2.44 m	1	7.70
Cimentación estructural	MVC023	16 mm	10.21 m	1	48.34
Cimentación estructural	MVC024	16 mm	7.17 m	1	33.95
Cimentación estructural	MVC025	16 mm	1.92 m	1	3.03
Cimentación estructural	MVC026	16 mm	8.35 m	1	26.36
Cimentación estructural	MVC027	22 mm	3.00 m	1	26.86
Cimentación estructural	MVC028	16 mm	5.78 m	1	18.25
Cimentación estructural	MVC030	16 mm	6.77 m	1	21.37
Cimentación estructural	MVC031	16 mm	8.97 m	1	28.32
Cimentación estructural	MVC032	16 mm	3.50 m	1	16.57
Cimentación estructural	MVC034	16 mm	4.82 m	1	15.22
Cimentación estructural	MVC035	16 mm	8.99 m	1	28.38
Cimentación estructural	MVC036	16 mm	7.20 m	1	34.09

Cimentación estructural	MVC037	22 mm	9.27 m	1	82.99
Cimentación estructural	MVC038	22 mm	10.90 m	1	97.58
Cimentación estructural	MVC039	22 mm	4.22 m	1	37.78
Cimentación estructural	MVC040	22 mm	6.05 m	2	108.32
Cimentación estructural	MVC041	22 mm	11.91 m	1	106.62
Cimentación estructural	MVC042	22 mm	6.00 m	1	53.71
Cimentación estructural	MVC043	16 mm	8.81 m	1	27.81
Cimentación estructural	MVC044	22 mm	3.34 m	1	29.90
Cimentación estructural	MVC045	16 mm	10.51 m	1	33.18
Cimentación estructural	MVC046	16 mm	5.49 m	1	26.00
Cimentación estructural	MVC047	16 mm	5.73 m	1	18.09
Cimentación estructural	MVC048	16 mm	8.55 m	1	26.99
Cimentación estructural	MVC049	16 mm	8.79 m	1	27.75
Cimentación estructural	MVC050	16 mm	5.98 m	1	28.32
Cimentación estructural	MVC051	16 mm	6.22 m	1	19.63
Cimentación estructural	MVC052	16 mm	6.13 m	1	19.35
Cimentación estructural	MVC053	16 mm	6.05 m	1	19.10
Cimentación estructural	MVC054	16 mm	6.97 m	2	44.00
Cimentación estructural	MVC055	16 mm	2.00 m	4	12.56
Cimentación estructural	MVC056	16 mm	6.88 m	2	43.63
Cimentación estructural	MVC057	16 mm	2.40 m	2	7.67
Cimentación estructural	MVC058	16 mm	12.00 m	2	75.85
Cimentación estructural	MVC059	16 mm	2.20 m	2	18.78
Cimentación estructural	MVC060	16 mm	9.58 m	2	90.72
Cimentación estructural	MVC061	16 mm	10.13 m	2	63.95
Cimentación estructural	MVC062	16 mm	5.40 m	1	17.05
Cimentación estructural	MVC063	16 mm	6.20 m	2	39.14
Cimentación estructural	MVC064	16 mm	3.00 m	8	85.23
Cimentación estructural	MVC065	16 mm	5.77 m	2	36.62
Cimentación estructural	MVC066	16 mm	10.29 m	2	97.59
Cimentación estructural	MVC067	16 mm	9.28 m	2	87.88
Cimentación estructural	MVC068	20 mm	4.50 m	2	66.59
Cimentación estructural	MVC069	16 mm	8.94 m	2	56.44
Cimentación estructural	MVC070	16 mm	5.16 m	1	24.43
Cimentación estructural	MVC071	16 mm	5.85 m	1	27.70
Cimentación estructural	MVC072	16 mm	6.09 m	1	19.22
Cimentación estructural	MVC073	16 mm	11.51 m	2	72.07
Cimentación estructural	MVC074	20 mm	2.5 m	3	55.27
Cimentación estructural	MVC075	16 mm	2.10 m	3	9.99
Cimentación estructural	MVC076	16 mm	8.92 m	1	28.16
Cimentación estructural	MVC077	16 mm	2.30 m	1	7.26
Cimentación estructural	MVC078	16 mm	10.38 m	1	32.77
Cimentación estructural	MVC079	20 mm	2.30 m	1	17.02
Cimentación estructural	MVC080	16 mm	10.97 m	2	69.86
Cimentación estructural	MVC081	16 mm	7.02 m	3	66.54

Cimentación estructural	MVC082	16 mm	10.15 m	1	32.04
Cimentación estructural	MVC083	16 mm	8.45 m	1	26.67
Cimentación estructural	MVC084	16 mm	10.69 m	1	33.74
Cimentación estructural	MVC085	16 mm	10.88 m	1	34.34
Cimentación estructural	MVC086	16 mm	5.58 m	2	35.23
Cimentación estructural	MVC087	16 mm	5.62 m	2	35.48
Cimentación estructural	MVC088	16 mm	11.26 m	1	35.54
Cimentación estructural	MVC089	16 mm	3.53 m	1	11.14
Cimentación estructural	MVC090	16 mm	10.78 m	1	34.03
Cimentación estructural	MVC091	16 mm	10.57 m	1	33.37
Cimentación estructural	MVC092	16 mm	10.33 m	1	32.61
Cimentación estructural	MVC093	16 mm	7.27 m	1	11.47
Cimentación estructural	MVC094	16 mm	7.15 m	1	11.29
Cimentación estructural	MVC095	16 mm	7.76 m	1	12.25
Cimentación estructural	MVC096	16 mm	7.64 m	1	12.06
Cimentación estructural	MVC097	16 mm	7.52 m	1	11.87
Cimentación estructural	MVC098	16 mm	7.68 m	1	12.12
Cimentación estructural	MVC099	16 mm	8.00 m	1	12.63
Cimentación estructural	MVC100	16 mm	8.15 m	1	12.86
Cimentación estructural	MVC101	16 mm	7.60 m	1	23.99
Cimentación estructural	MVC102	16 mm	8.08 m	1	25.51
Cimentación estructural	MVC103	16 mm	1.97 m	2	12.12
Cimentación estructural	MVC104	16 mm	8.39 m	1	26.48
Cimentación estructural	MVC105	16 mm	7.72 m	2	52.37
Cimentación estructural	MVC106	16 mm	4.12 m	1	13.01
Cimentación estructural	MVC107	16 mm	4.46 m	1	14.08
Cimentación estructural	MVC108	16 mm	9.69 m	1	30.59
Cimentación estructural	MVC109	16 mm	9.73 m	1	30.71
Cimentación estructural	MVC110	16 mm	4.54 m	1	14.33
Cimentación estructural	MVC111	16 mm	4.98 m	1	15.72
Cimentación estructural	MVC112	16 mm	10.11 m	2	63.83
Cimentación estructural	MVC113	16 mm	10.35 m	3	98.01
Cimentación estructural	MVC114	16 mm	2.45 m	4	46.21
Cimentación estructural	MVC115	16 mm	5.71 m	2	33.74
Cimentación estructural	MVC116	16 mm	1.17 m	4	20.98
Cimentación estructural	MVC117	16 mm	1.58 m	1	9.75
Cimentación estructural	MVC118	16 mm	8.10 m	1	25.57
Cimentación estructural	MVC119	16 mm	9.40 m	1	29.67
Cimentación estructural	MVC120	16 mm	4.94 m	1	15.59
Cimentación estructural	MVC121	16 mm	5.18 m	1	16.35
Cimentación estructural	MVC122	16 mm	10.44 m	1	32.96
Cimentación estructural	MVC123	16 mm	10.10 m	1	31.88
Cimentación estructural	MVC124	16 mm	1.80 m	1	5.68
Cimentación estructural	MVC125	16 mm	8.05 m	1	25.41
Cimentación estructural	MVC126	16 mm	8.75 m	1	27.62

Cimentación estructural	MVC127	16 mm	4.71 m	1	14.87
Cimentación estructural	MVC128	16 mm	4.23 m	1	13.35
Cimentación estructural	MVC129	16 mm	6.78 m	1	21.40
Cimentación estructural	MVC130	16 mm	9.31 m	2	58.27
Cimentación estructural	MVC131	16 mm	10.45 m	2	65.97
Cimentación estructural	MVC132	16 mm	6.44 m	1	20.33
Cimentación estructural	MVC133	16 mm	3.12 m	4	38.26
Cimentación estructural	MVC134	16 mm	8.01 m	2	50.44
Cimentación estructural	MVC135	16 mm	10.22 m	2	64.46
Cimentación estructural	MVC136	16 mm	5.37 m	2	32.86
Cimentación estructural	MVC137	16 mm	10.07 m	1	31.79
Muro	EM001	12 mm	2.22 m	1	53.22
Muro	EM002	12 mm	1.64 m	1	39.31
Muro	EM003	12 mm	1.05 m	1	25.17
Muro	EM004	12 mm	0.27 m	1	6.47
Muro	EM005	12 mm	1.08 m	4	80.54
Muro	EM006	12 mm	0.22 m	12	49.22
Muro	EM007	12 mm	3.22 m	2	131.50
Muro	EVC001	10 mm	1.43 m	319	2869.07
Muro	EVC002	10 mm	1.62 m	21	335.63
Muro	MM001	16 mm	5.45 m	4	619.34
Muro	MM002	12 mm	3.22 m	2	131.50
Muro	MM003	16 mm	6.26 m	2	138.33
Pilar estructural	ECL001	12 mm	1.33 m	174	3440.83
Pilar estructural	ECL002	12 mm	0.47 m	348	2431.86
Pilar estructural	ECL003	12 mm	1.58 m	21	559.70
Pilar estructural	ECL004	12 mm	1.16 m	21	410.92
Pilar estructural	ECL005	12 mm	1.27 m	21	457.77
Pilar estructural	ECL006	12 mm	0.55 m	21	194.83
Pilar estructural	ECL007	12 mm	1.88 m	6	190.28
Pilar estructural	ECL008	12 mm	1.36 m	6	137.65
Pilar estructural	ECL009	12 mm	1.45 m	6	146.76
Pilar estructural	ECL010	12 mm	0.63 m	6	63.76
Pilar estructural	ECL011	12 mm	1.28 m	6	129.55
Pilar estructural	ECL012	12 mm	0.91 m	6	92.10
Pilar estructural	ECL013	12 mm	0.51 m	6	51.62
Pilar estructural	ECL014	12 mm	0.31 m	6	31.38
Pilar estructural	ECL015	12 mm	1.17 m	6	103.87
Pilar estructural	MCL001	16 mm	6.16 m	251	2525.31
Pilar estructural	MCL002	16 mm	5.75 m	252	2386.48
Pilar estructural	MCL003	16 mm	2.68 m	43	149.74
Pilar estructural	MCL004	16 mm	2.29 m	183	462.06
Pilar estructural	MCL005	16 mm	6.14 m	33	328.74
Pilar estructural	MCL006	16 mm	6.71 m	23	231.86
Pilar estructural	MCL007	16 mm	5.52 m	15	141.07

Pilar estructural	MCL008	16 mm	5.62 m	17	150.79
Pilar estructural	MCL009	16 mm	6.72 m	23	232.43
Pilar estructural	MCL010	16 mm	1.69 m	7	18.73
Pilar estructural	MCL011	16 mm	6.50 m	2	20.30
Pilar estructural	MCL012	16 mm	6.61 m	5	52.16
Pilar estructural	MCL013	16 mm	5.64 m	8	71.06
Suelo	P001	5.5 mm	0.68 m	2	1.40
Suelo	P002	5.5 mm	0.36 m	1	0.47
Suelo	P003	5.5 mm	4.85 m	1	0.90
Suelo	P004	5.5 mm	4.90 m	1	0.91
Suelo	P005	5.5 mm	4.93 m	1	0.92
Suelo	P006	5.5 mm	4.96 m	1	0.93
Suelo	P007	5.5 mm	4.99 m	1	0.93
Suelo	P008	5.5 mm	5.02 m	1	0.94
Suelo	P009	5.5 mm	5.04 m	1	0.94
Suelo	P010	5.5 mm	5.07 m	1	0.95
Suelo	P011	5.5 mm	7.96 m	1	1.48
Suelo	P012	5.5 mm	10.29 m	1	1.92
Suelo	P013	5.5 mm	10.31 m	1	1.92
Suelo	P014	5.5 mm	10.32 m	1	1.92
Suelo	P015	5.5 mm	12.46 m	1	2.32
Suelo	P016	5.5 mm	3.16 m	1	2.95
Suelo	P017	5.5 mm	5.63 m	1	4.20
Suelo	P018	5.5 mm	27.62 m	1	5.15
Suelo	P019	5.5 mm	28.41 m	1	5.30
Suelo	P020	5.5 mm	5.91 m	1	5.51
Suelo	P021	5.5 mm	9.62 m	1	8.97
Suelo	P022	5.5 mm	2.19 m	1	8.99
Suelo	P023	5.5 mm	8.34 m	1	9.33
Suelo	P024	5.5 mm	9.22 m	1	10.32
Suelo	P025	5.5 mm	27.72 m	1	10.34
Suelo	P026	5.5 mm	5.38 m	1	11.04
Suelo	P027	5.5 mm	6.15 m	1	14.91
Suelo	P028	5.5 mm	28.73 m	1	16.07
Suelo	P029	5.5 mm	29.08 m	1	27.12
Suelo	P030	5.5 mm	2.18 m	1	30.90
Suelo	P031	5.5 mm	13.43 m	1	37.57
Suelo	P032	5.5 mm	24.25 m	1	49.75
Suelo	P033	5.5 mm	40.25 m	1	67.56
Suelo	P034	5.5 mm	40.65 m	1	75.81
Suelo	P035	5.5 mm	6.37 m	1	89.10
Suelo	P036	5.5 mm	26.48 m	1	93.83
Suelo	P037	5.5 mm	27.83 m	2	399.66
Suelo	P038	5.5 mm	27.36 m	2	418.42
Suelo	P039	5.5 mm	38.40 m	1	150.40

Suelo	P040	5.5 mm	37.70 m	1	154.69
Suelo	P041	5.5 mm	10.33 m	1	161.83
Suelo	P042	5.5 mm	38.25 m	1	164.08
Suelo	P043	5.5 mm	28.42 m	1	169.61
Suelo	P044	5.5 mm	18.20 m	1	176.51
Suelo	P045	5.5 mm	7.61 m	1	210.05
Suelo	P046	5.5 mm	21.93 m	1	212.68
Suelo	P047	5.5 mm	19.46 m	1	221.39
Suelo	P048	5.5 mm	29.64 m	1	226.65
Suelo	P049	5.5 mm	28.71 m	1	299.85
Suelo	P050	5.5 mm	40.63 m	1	303.10
Suelo	P051	5.5 mm	27.82 m	1	373.57
Suelo	P052	5.5 mm	40.82 m	1	411.10
Suelo	P053	5.5 mm	39.92 m	1	439.27
Suelo	P054	5.5 mm	39.45 m	1	441.45
Total general: 4217					51644.49

<b>TABLA DE PLANIFICACIÓN CIMENTACIÓN</b>				
<b>Tipo</b>	<b>Familia</b>	<b>Material estructural</b>	<b>Recuento</b>	<b>Volumen</b>
ZAPATA60X20CM_VIG20	Cimentación de muro	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	116	53.73 m <sup>3</sup>
ZAPATA60X20CM_VIG25	Cimentación de muro	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	1	0.05 m <sup>3</sup>
ZAPATA60X20CM_VIG30	Cimentación de muro	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	9	6.20 m <sup>3</sup>
VIG_CIM_20CM	Muro básico	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM3	116	34.84 m <sup>3</sup>
VIG_CIM_25CM	Muro básico	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM4	1	0.10 m <sup>3</sup>
VIG_CIM_30CM	Muro básico	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	9	5.91 m <sup>3</sup>
Total general: 252				100.83 m <sup>3</sup>

TABLA DE PLANIFICACIÓN MUROS						
Tipo	Familia	Material estructural	Restricción de base	Restricción superior	Recuento	Volumen
MURO20CM	Muro básico	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	VIGA DE CIMENTACIÓN	Hasta nivel: CUBIERTA 1	2	5.46 m <sup>3</sup>
MURO25CM	Muro básico	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	VIGA DE CIMENTACIÓN	Hasta nivel: CUBIERTA 2	1	1.30 m <sup>3</sup>
Total general: 3						6.76 m <sup>3</sup>

TABLA DE PLANIFICACIÓN VIGAS Y NERVIOS						
Tipo	Familia	Material estructural	Nivel de referencia	Recuento	Volumen	
VG20X25CM	Hormigón-Viga rectangular	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	CUBIERTA 2	7	1.42 m <sup>3</sup>	
VG20X25CM				7	1.42 m <sup>3</sup>	
VG20X30CM	Hormigón-Viga rectangular	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	CUBIERTA 1	12	2.19 m <sup>3</sup>	
VG20X30CM	Hormigón-Viga rectangular	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	CUBIERTA 2	2	0.31 m <sup>3</sup>	
VG20X30CM				14	2.50 m <sup>3</sup>	
VG25x40CM	Hormigón-Viga rectangular	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	CUBIERTA 1	116	44.04 m <sup>3</sup>	
VG25x40CM	Hormigón-Viga rectangular	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	CUBIERTA 2	15	3.96 m <sup>3</sup>	
VG25x40CM				131	48.00 m <sup>3</sup>	
VG25X45CM	Hormigón-Viga rectangular	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	CUBIERTA 1	2	2.02 m <sup>3</sup>	
VG25X45CM	Hormigón-Viga rectangular	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	CUBIERTA 2	19	7.48 m <sup>3</sup>	
VG25X45CM				21	9.50 m <sup>3</sup>	
VG35X50CM	Hormigón-Viga rectangular	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	CUBIERTA 1	7	3.12 m <sup>3</sup>	
VG35X50CM	Hormigón-Viga rectangular	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	CUBIERTA 2	4	2.54 m <sup>3</sup>	
VG35X50CM				11	5.66 m <sup>3</sup>	
NERVIO11X20CM	Hormigón-Viga rectangular	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	CUBIERTA 1	356	22.96 m <sup>3</sup>	
NERVIO11X20CM	Hormigón-Viga rectangular	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	CUBIERTA 2	76	5.46 m <sup>3</sup>	
NERVIO11X20CM				432	28.42 m <sup>3</sup>	
Total general: 616						95.50 m <sup>3</sup>

TABLA DE PLANIFICACIÓN LOSAS					
Tipo	Familia	Material estructural	Nivel	Recuento	Volumen
CONTRAPISO	Suelo	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	PLANTA BAJA	1	113.09 m <sup>3</sup>
CONTRAPISO				1	113.09 m <sup>3</sup>
LOSETA COMPRESIÓN 5CM	Suelo	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	CUBIERTA 1	1	33.27 m <sup>3</sup>
LOSETA COMPRESIÓN 5CM	Suelo	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2	CUBIERTA 2	2	7.97 m <sup>3</sup>
LOSETA COMPRESIÓN 5CM				3	41.24 m <sup>3</sup>
Total general: 4					154.32 m <sup>3</sup>

### 7.3. Anexo: Análisis de precios unitarios

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS  
 COMPONENTES ESTRUCTURAL E HIDROSANITARIO DEL EDIFICIO  
 TERMINAL DE CARGA CEBAF - BIM

CASO DE ESTUDIO: UNIDAD: KG

ELABORADO POR: GODOY, C; NOVOA, S

RUBRO: Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2

CÓDIGO: E001

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.01
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.01</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón Fierro	1.00	3.58	3.58	0.0300	0.11
Maestro mayor	1.00	3.62	3.62	0.0300	0.11
	0.10	4.01	0.40	0.0300	0.01
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.23</b>
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Alambre de amarre #18	KG	0.05	3.50	0.18	
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	KG	1.05	1.15	1.21	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>1.39</b>
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>1.63</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>					<b>20.00</b>
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>					<b>0</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>					<b>1.96</b>
<b>VALOR OFERTADO:</b>					<b>1.96</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

UN dolar NOVENTA Y SEIS centavos

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CASO DE ESTUDIO:

COMPONENTES ESTRUCTURAL E HIDROSANTARIO DEL EDIFICIO  
TERMINAL DE CARGA CEBAF - BIM

ELABORADO POR:

GODOY, C; NOVOA, S

RUBRO:

Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 (Incluye bomba y transporte)

UNIDAD: M3

CÓDIGO:

E002

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.38
Vibrador	1.00	1.99	1.99	1.0000	1.99
Bomba para hormigón	1.00	5.89	5.89	1.0000	5.89
SUBTOTAL M					8.26
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón	1.00	3.58	3.58	1.0000	3.58
Albañil	1.00	3.62	3.62	1.0000	3.62
Maestro mayor	0.10	4.01	0.40	1.0000	0.40
SUBTOTAL M					7.60
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2	M3	1.00	120.00	120.00	
SUBTOTAL O					120.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					135.86
COSTO INDIRECTO					27.17
OTROS INDIRECTOS:					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					163.03
VALOR OFERTADO:					163.03

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

CIENTO SESENTA Y TRES dolares TRES centavos

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CASO DE ESTUDIO:

COMPONENTES ESTRUCTURAL E HIDROSANTARIO DEL EDIFICIO  
 TERMINAL DE CARGA CEBAF - BIM

ELABORADO POR:

GODOY, C; NOVOA, S

RUBRO:

Tubería PVC roscable DIAM. 1 1/2"

UNIDAD: M

CÓDIGO:

H001

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.07
SUBTOTAL M					0.07
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón Plomero	1.00	3.58	3.58	0.1800	0.64
Maestro mayor	1.00	3.62	3.62	0.1800	0.65
	0.10	4.01	0.40	0.1800	0.07
SUBTOTAL M					1.36
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Rollo de teflón 10m	U	0.07	0.50	0.04	
Tubo PVC roscable 1 1/2"	M	1.00	3.68	3.68	
SUBTOTAL O					3.72
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					5.15
COSTO INDIRECTO					20.00 1.03
OTROS INDIRECTOS:					0 0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					6.18
VALOR OFERTADO:					6.18

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SEIS dolares DIECIOCHO centavos

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CASO DE ESTUDIO:

COMPONENTES ESTRUCTURAL E HIDROSANITARIO DEL EDIFICIO  
 TERMINAL DE CARGA CEBAF - BIM

ELABORADO POR:

GODOY, C; NOVOA, S

RUBRO:

Encofrado/desencofrado con madera de monte losa

UNIDAD: M2

CÓDIGO:

E008

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.17
SUBTOTAL M					0.17
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón	2.00	3.58	7.16	0.3000	2.15
Albañil	1.00	3.62	3.62	0.3000	1.09
Maestro mayor	0.10	4.01	0.40	0.3000	0.12
SUBTOTAL M					3.36
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Pingos 3 m	M	4.00	1.09	4.36	
Tira de monte 0,30 m	U	1.54	0.72	1.11	
Clavos	KG	0.12	1.95	0.23	
SUBTOTAL O					5.70
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					9.23
COSTO INDIRECTO					20.00 1.85
OTROS INDIRECTOS:					0 0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					11.08
VALOR OFERTADO:					11.08

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

ONCE dolares OCHO centavos

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CASO DE ESTUDIO:

COMPONENTES ESTRUCTURAL E HIDROSANTARIO DEL EDIFICIO  
 TERMINAL DE CARGA CEBAF - BIM

ELABORADO POR:

GODOY, C; NOVOA, S

RUBRO:

Codo PVC 90° roscable DIAM. 1/2"

UNIDAD: U

CÓDIGO:

H013

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.05
SUBTOTAL M					0.05
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón Plomero	1.00	3.58	3.58	0.1200	0.43
Maestro mayor	1.00	3.62	3.62	0.1200	0.43
	0.10	4.01	0.40	0.1200	0.05
SUBTOTAL M					0.91
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Rollo de teflón 10m	U	0.02	0.50	0.01	
Codo PVC 90° 1/2"	U	1.00	0.49	0.49	
SUBTOTAL O					0.50
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.46
COSTO INDIRECTO					20.00
OTROS INDIRECTOS:					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					1.75
VALOR OFERTADO:					1.75

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

UN dolar SETENTA Y CINCO centavos

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CASO DE ESTUDIO:

COMPONENTES ESTRUCTURAL E HIDROSANTARIO DEL EDIFICIO  
 TERMINAL DE CARGA CEBAF - BIM

ELABORADO POR:

GODOY, C; NOVOA, S

RUBRO:

Tubería PVC desagüe DIAM. 110mm

UNIDAD: M

CÓDIGO:

H037

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.05
SUBTOTAL M					0.05
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón Plomero	1.00	3.58	3.58	0.1300	0.47
Maestro mayor	1.00	3.62	3.62	0.1300	0.47
	0.10	4.01	0.40	0.1300	0.05
SUBTOTAL M					0.99
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Tubo PVC desagüe 110mm	M	1.00	3.50	3.50	
Polipega	GL	0.01	38.78	0.39	
Polilimpia	GL	0.01	25.52	0.26	
SUBTOTAL O					4.15
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					5.19
COSTO INDIRECTO					20.00 1.04
OTROS INDIRECTOS:					0 0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					6.23
VALOR OFERTADO:					6.23

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SEIS dolares VEINTE Y TRES centavos

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CASO DE ESTUDIO:

COMPONENTES ESTRUCTURAL E HIDROSANTARIO DEL EDIFICIO  
TERMINAL DE CARGA CEBAF - BIM

ELABORADO POR:

GODOY, C; NOVOA, S

RUBRO:

Codo PVC 45° desagüe DIAM. 110mm

UNIDAD: U

CÓDIGO:

H040

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.09
SUBTOTAL M					0.09
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón Plomero	1.00	3.58	3.58	0.2400	0.86
Maestro mayor	1.00	3.62	3.62	0.2400	0.87
	0.10	4.01	0.40	0.2400	0.10
SUBTOTAL M					1.83
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Codo PVC 45° 110mm	U	1.00	2.00	2.00	
Polipega	GL	0.01	38.78	0.39	
Polilimpia	GL	0.01	25.52	0.26	
SUBTOTAL O					2.65
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4.57
COSTO INDIRECTO					20.00
OTROS INDIRECTOS:					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					5.48
VALOR OFERTADO:					5.48

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

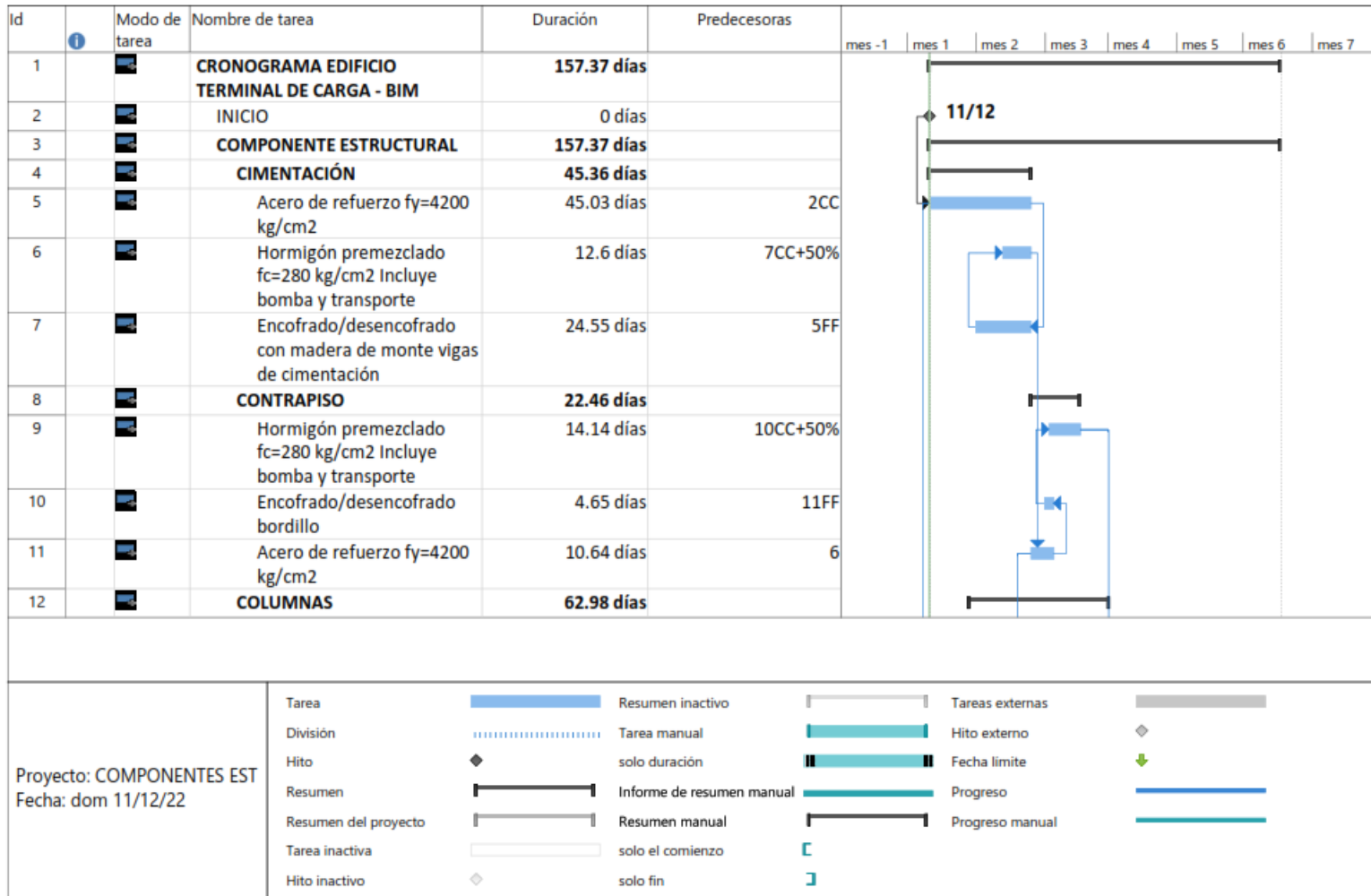
CINCO dolares CUARENTA Y OCHO centavos

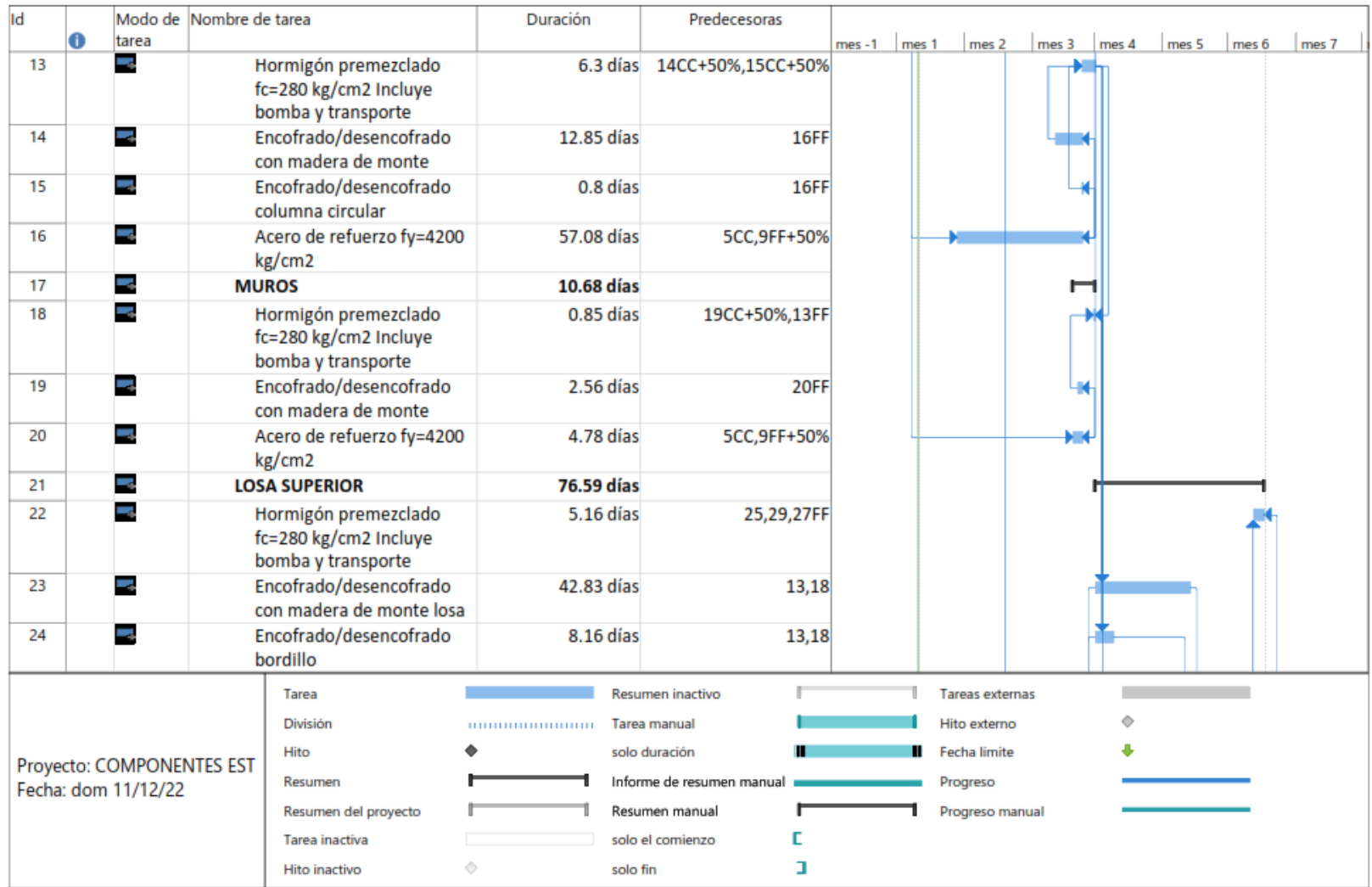
## 7.4. Anexo: Presupuesto-Componente estructural e hidrosanitario correspondiente a cantidades BIM

<b>CASO DE ESTUDIO:</b> COMPONENTES ESTRUCTURAL E HIDROSANITARIO DEL EDIFICIO TERMINAL DE CARGA - CEBAF							
<b>ELABORADO POR:</b> GODOY, C; NOVOA, S							
<b>TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS</b>							
RUBRO N°	CÓDIGO	EDT	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>EH-01 COMPONENTE ESTRUCTURAL</b>							
<b>EH-01.1 CIMENTACIÓN</b>							
1	E001	EH-01.1.1	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	KG	12009.2	1.96	23538.03
2	E002	EH-01.1.2	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 (Incluye bomba y transporte)	M3	100.83	163.03	16438.31
3	E003	EH-01.1.3	Encofrado/desencofrado con madera de monte vigas de cimentación	M2	392.74	10.02	3935.25
<b>EH-01.2 CONTRAPISO</b>							
4	E002	EH-01.2.1	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 (Incluye bomba y transporte)	M3	113.09	163.03	18437.06
5	E004	EH-01.2.2	Encofrado/desencofrado bordillo	M	148.77	3.97	590.62
6	E001	EH-01.2.3	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	KG	2838.15	1.96	5562.77
<b>EH-01.3 COLUMNAS</b>							
7	E002	EH-01.3.1	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 (Incluye bomba y transporte)	M3	50.4	163.03	8216.71
8	E005	EH-01.3.2	Encofrado/desencofrado con madera de monte columnas	M2	514.16	12.54	6447.57
9	E006	EH-01.3.3	Encofrado/desencofrado columna circular	M2	9.6	17.15	164.64
10	E001	EH-01.3.4	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	KG	15221.17	1.96	29833.49
<b>EH-01.4 MUROS</b>							
11	E002	EH-01.4.1	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 (Incluye bomba y transporte)	M3	6.76	163.03	1102.08
12	E007	EH-01.4.2	Encofrado/desencofrado con madera de monte muros	M2	68.26	11.08	756.32
13	E001	EH-01.4.3	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	KG	1274.6	1.96	2498.22
<b>EH-01.5 LOSA SUPERIOR</b>							
14	E002	EH-01.5.1	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 (Incluye bomba y transporte)	M3	41.24	163.03	6723.36
15	E008	EH-01.5.2	Encofrado/desencofrado con madera de monte losa	M2	1142.04	11.08	12653.8
16	E004	EH-01.5.3	Encofrado/desencofrado bordillo	M	261.21	3.97	1037
17	E001	EH-01.5.4	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	KG	2699.62	1.96	5291.26
<b>EH-01.6 VIGAS Y NERVIOS (ARMAZÓN ESTRUCTURAL)</b>							
18	E002	EH-01.6.1	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 (Incluye bomba y transporte)	M3	95.5	163.03	15569.36
19	E009	EH-01.6.2	Encofrado/desencofrado con madera de monte vigas	M2	699.67	8.76	6129.11
20	E001	EH-01.6.3	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	KG	13741.69	1.96	26933.71
<b>EH-02 COMPONENTE HIDROSANITARIO</b>							
<b>EH-02.1 SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>							
<b>EH-02.1.1 TUBERÍAS</b>							
21	H001	EH-02.1.1.1	Tubería PVC roscable DIAM. 1 1/2"	M	33	6.18	203.94
22	H002	EH-02.1.1.2	Tubería PVC roscable DIAM. 1"	M	15	4.98	74.7
23	H003	EH-02.1.1.3	Tubería PVC roscable DIAM. 1/2"	M	22	2.3	50.6
24	H004	EH-02.1.1.4	Tubería PVC roscable DIAM. 2"	M	53	7.96	421.88
25	H005	EH-02.1.1.5	Tubería PVC roscable DIAM. 2 1/2"	M	2	9.52	19.04
26	H006	EH-02.1.1.6	Tubería PVC roscable DIAM. 3/4"	M	8	2.84	22.72
27	H007	EH-02.1.1.7	Tubería PVC roscable DIAM. 3"	M	70	11.32	792.4

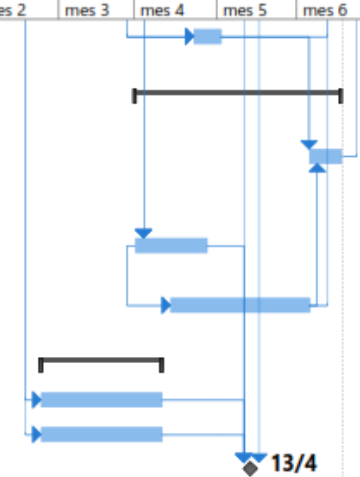
<b>EH-02.1.2 ACCESORIOS</b>							
28	H008	EH-02.1.2.1	Tee PVC roscable DIAM. 1 1/2"	U	7	3.82	26.74
29	H009	EH-02.1.2.2	Tee PVC roscable DIAM. 2 1/2"	U	2	5.23	10.46
30	H010	EH-02.1.2.3	Tee PVC roscable DIAM. 2"	U	20	4.56	91.2
31	H011	EH-02.1.2.4	Tee PVC roscable DIAM. 3"	U	24	5.8	139.2
32	H012	EH-02.1.2.5	Codo PVC 90° roscable DIAM. 1 1/2"	U	3	3.77	11.31
33	H013	EH-02.1.2.6	Codo PVC 90° roscable DIAM. 1/2"	U	64	1.75	112
34	H014	EH-02.1.2.7	Codo PVC 90° roscable DIAM. 3/4"	U	12	3.61	43.32
35	H015	EH-02.1.2.8	Codo PVC 90° roscable DIAM. 1"	U	35	4.39	153.65
36	H016	EH-02.1.2.9	Codo PVC 90° roscable DIAM. 2"	U	9	8.28	74.52
37	H017	EH-02.1.2.10	Codo PVC 90° roscable DIAM. 3"	U	23	10.98	252.54
38	H018	EH-02.1.2.11	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 1 1/2"-1"	U	1	4.01	4.01
39	H019	EH-02.1.2.12	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 1 1/2"-1/2"	U	6	3.58	21.48
40	H020	EH-02.1.2.13	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 1"-1/2"	U	2	3.2	6.4
41	H021	EH-02.1.2.14	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 2 1/2"-1"	U	3	5.04	15.12
42	H022	EH-02.1.2.15	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 2"-1"	U	5	4.56	22.8
43	H023	EH-02.1.2.16	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 2"-1/2"	U	12	4.09	49.08
44	H024	EH-02.1.2.17	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 3"-1 1/2"	U	2	5.72	11.44
45	H025	EH-02.1.2.18	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 3"-1"	U	10	5.6	56
46	H026	EH-02.1.2.19	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 2"-1/2"	U	8	4.24	33.92
47	H027	EH-02.1.2.20	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 3"-2 1/2"	U	1	6.26	6.26
48	H028	EH-02.1.2.21	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 3"-2"	U	3	5.94	17.82
49	H029	EH-02.1.2.22	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 1 1/2"-3/4"	U	2	3.04	6.08
50	H030	EH-02.1.2.23	Reductor concéntrico PVC roscable DIAM. 2"-1"	U	4	3.71	14.84
51	H031	EH-02.1.2.24	Sum/inst válvula compuerta 50-300mm DIAM. 1 1/2"	U	2	52.07	104.14
52	H032	EH-02.1.2.25	Sum/inst válvula compuerta 50-300mm DIAM. 2 1/2"	U	1	113.93	113.93
53	H033	EH-02.1.2.26	Sum/inst válvula compuerta 50-300mm DIAM. 2"	U	3	79.97	239.91
54	H034	EH-02.1.2.27	Sum/inst válvula compuerta 50-300mm DIAM. 3"	U	6	156.19	937.14
<b>EH-02.2 SISTEMA DE DESAGUE</b>							
<b>EH-02.2.1 TUBERÍAS</b>							
55	H035	EH-02.2.1.1	Tubería PVC desagüe DIAM. 50mm	M	38	4.15	157.7
56	H036	EH-02.2.1.2	Tubería PVC desagüe DIAM. 75mm	M	7	5.03	35.21
57	H037	EH-02.2.1.3	Tubería PVC desagüe DIAM. 110mm	M	171	6.23	1065.33
<b>EH-02.2.2 ACCESORIOS</b>							
58	H038	EH-02.2.2.1	Codo PVC 45° desagüe DIAM. 50mm	U	45	4.14	186.3
59	H039	EH-02.2.2.2	Codo PVC 45° desagüe DIAM. 75mm	U	25	4.69	117.25
60	H040	EH-02.2.2.3	Codo PVC 45° desagüe DIAM. 110mm	U	69	5.48	378.12
61	H041	EH-02.2.2.4	Reductor PVC desagüe DIAM. 75mm-50mm	U	1	6.44	6.44
62	H042	EH-02.2.2.5	Reductor PVC desagüe DIAM. 110mm-50mm	U	14	8.1	113.4
63	H043	EH-02.2.2.6	Reductor PVC desagüe DIAM. 110mm-75mm	U	4	8.21	32.84
64	H044	EH-02.2.2.7	Sifón PVC DIAM. 50mm	U	6	6.28	37.68
65	H045	EH-02.2.2.8	Yee PVC desagüe DIAM. 50mm	U	2	4.07	8.14
66	H046	EH-02.2.2.9	Yee PVC desagüe DIAM. 75mm	U	40	5.45	218
67	H047	EH-02.2.2.10	Yee PVC desagüe DIAM. 110mm	U	18	7.09	127.62
						<b>TOTAL</b>	<b>198,503.29</b>
NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.							
PRECIO TOTAL DE LA OFERTA (DE LOS RUBROS OFERTADOS) SON:							
<b>CIENTO NOVENTA Y OCHO MIL QUINIENTOS TRES dolares VEINTE Y NUEVE centavos</b>							

## 7.5. Anexo: Diagrama de Gantt





Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Predecesoras								
					mes -1	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7
25		Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	10.12 días	23CC+50%,24CC+50%								
26		<b>VIGAS Y NERVIOS ARMAZÓN ESTRUCTURAL</b>	<b>76.59 días</b>									
27		Hormigón premezclado fc=280 kg/cm2 Incluye bomba y transporte	11.94 días	29,25								
28		Encofrado/desencofrado con madera de monte vigas	26.24 días	13,18								
29		Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	51.53 días	28CC+50%								
30		<b>COMPONENTE HIDROSANITARIO</b>	<b>45 días</b>									
31		SISTEMA DE AGUA POTABLE	45 días	11CC								
32		SISTEMA DE DESAGUE	45 días	11CC								
33		FIN	0 días	23,24,28,31,32								



Proyecto: COMPONENTES EST  
 Fecha: dom 11/12/22

Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
División		Tarea manual		Hito externo	
Hito		solo duración		Fecha límite	
Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
Tarea inactiva		solo el comienzo			
Hito inactivo		solo fin			

## 7.6. Anexo: Cronograma valorado de inversiones parciales y acumuladas BIM

**CASO DE ESTUDIO:** COMPONENTES ESTRUCTURAL E HIDROSANITARIO DEL EDIFICIO TERMINAL DE CARGA CEBAF - BIM

**ELABORADO POR:** GODOY, C; NOVOA, S

### CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS

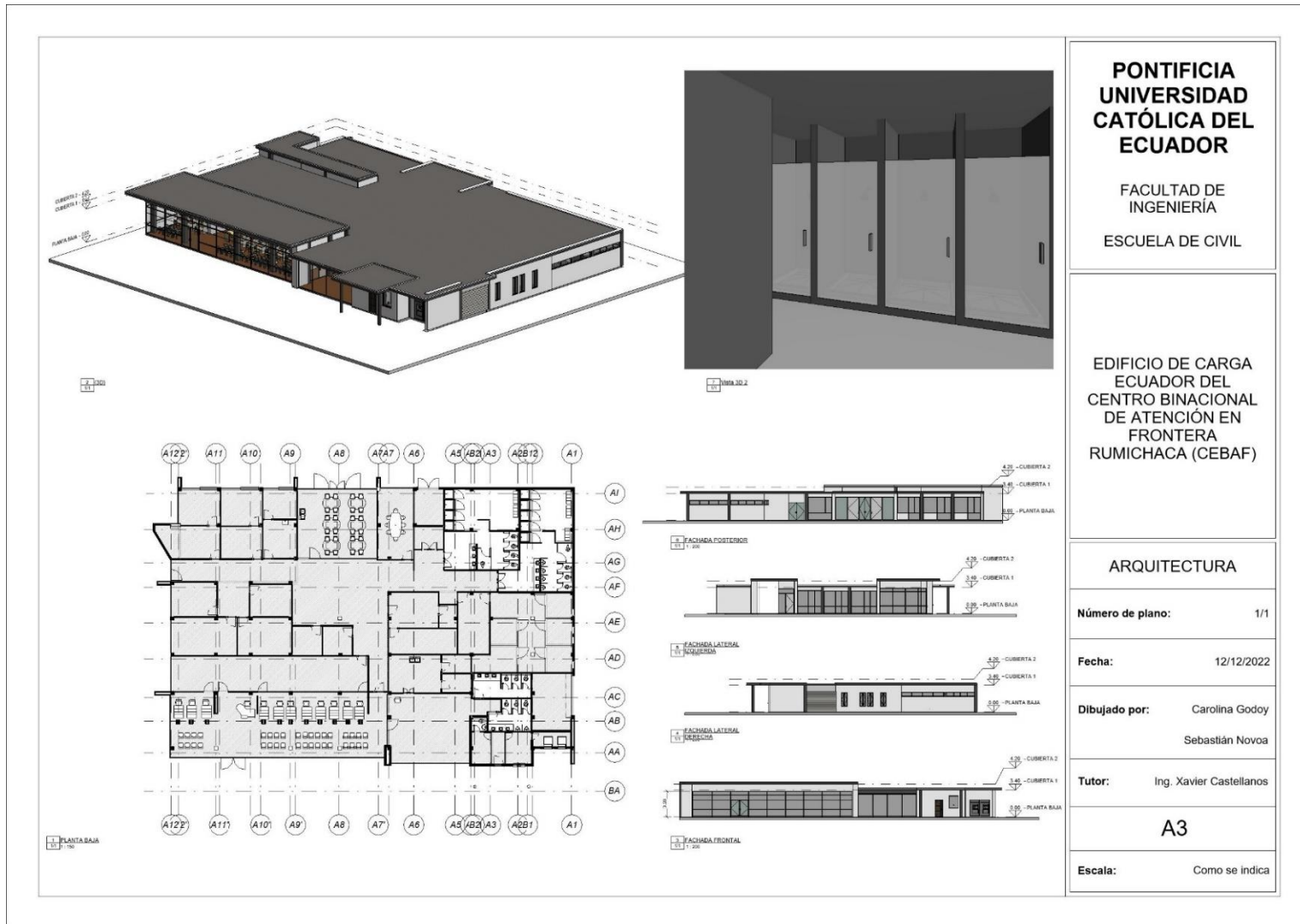
EDT	DESCRIPCION	COSTO TOTAL	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Escala 100%
EH-01	<b>COMPONENTE ESTRUCTURAL</b>	\$ 191,858.67	\$ 12,931.59	\$ 52,411.70	\$ 50,177.86	\$ 31,641.75	\$ 19,979.02	\$ 24,716.75	100%
EH-01.1	<b>CIMENTACIÓN</b>	\$ 43,911.59	\$ 11,141.58	\$ 32,770.01					
EH-01.1.1	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	\$ 23,538.03	\$ 11,062.87	\$ 12,475.16					
			47%	53%					
EH-01.1.2	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 (Incluye bomba y transporte)	\$ 16,438.31		\$ 16,438.31					
				100%					
EH-01.1.3	Encofrado/desencofrado con madera de monte vigas de cimentación	\$ 3,935.25	\$ 78.71	\$ 3,856.55					87.55%
			2%	98%					
EH-01.2	<b>CONTRAPISO</b>	\$ 24,590.45		\$ 3,531.60	\$ 21,058.85				
EH-01.2.1	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 (Incluye bomba y transporte)	\$ 18,437.06			\$ 18,437.06				
					100%				
EH-01.2.2	Encofrado/desencofrado bordillo	\$ 590.62		\$ 82.69	\$ 507.93				77.48%
				14%	86%				
EH-01.2.3	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	\$ 5,562.77		\$ 3,448.92	\$ 2,113.85				
				62%	38%				
EH-01.3	<b>COLUMNAS</b>	\$ 44,662.41	\$ 1,790.01	\$ 16,110.08	\$ 25,776.31	\$ 986.01			
EH-01.3.1	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 (Incluye bomba y transporte)	\$ 8,216.71			\$ 7,230.70	\$ 986.01			
					88%	12%			
EH-01.3.2	Encofrado/desencofrado con madera de monte columnas	\$ 6,447.57			\$ 6,447.57				
					100%				
EH-01.3.3	Encofrado/desencofrado columna circular	\$ 164.64			\$ 164.64				60.77%
					100%				
EH-01.3.4	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	\$ 29,833.49	\$ 1,790.01	\$ 16,110.08	\$ 11,933.40				
			6%	54%	40%				
EH-01.4	<b>MUROS</b>	\$ 4,356.62			\$ 3,342.71	\$ 1,013.91			
EH-01.4.1	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 (Incluye bomba y transporte)	\$ 1,102.08			\$ 88.17	\$ 1,013.91			
					8%	92%			
EH-01.4.2	Encofrado/desencofrado con madera de monte muros	\$ 756.32			\$ 756.32				
					100%				
EH-01.4.3	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	\$ 2,498.22			\$ 2,498.22				
					100%				
EH-01.5	<b>LOSA SUPERIOR</b>	\$ 25,705.42				\$ 14,624.59	\$ 4,357.47	\$ 6,723.36	
EH-01.5.1	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2 (Incluye bomba y transporte)	\$ 6,723.36						\$ 6,723.36	100%
EH-01.5.2	Encofrado/desencofrado con madera de monte losa	\$ 12,653.80				\$ 8,984.20	\$ 3,669.60		33.42%
						71%	29%		
EH-01.5.3	Encofrado/desencofrado bordillo	\$ 1,037.00				\$ 1,037.00			
						100%			

						100%		
EH-01.5.4	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	\$ 5,291.26				\$ 4,603.40	\$ 687.86	
						87%	13%	
EH-01.6	<b>VIGAS Y NERVIOS (ARMAZÓN ESTRUCTURAL)</b>	\$ 48,632.18				\$ 15,017.23	\$ 15,621.55	\$ 17,993.39
EH-0.1.6.1	Hormigón premezclado fc=280 kg/cm2 (Incluye bomba y transporte)	\$ 15,569.36						\$ 15,569.36
								100%
EH-0.1.6.2	Encofrado/desencofrado con madera de monte vigas	\$ 6,129.11				\$ 6,129.11		
						100%		
EH-0.1.6.3	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	\$ 26,933.71				\$ 8,888.12	\$ 15,621.55	\$ 2,424.03
						33%	58%	9%
EH-02	<b>COMPONENTE HIDROSANITARIO</b>	<b>\$ 6,644.61</b>	<b>\$ 996.69</b>	<b>\$ 4,119.66</b>	<b>\$ 1,528.26</b>			
EH-02.1	<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>	\$ 4,160.59	\$ 624.09	\$ 2,579.57	\$ 956.94			
			15%	62%	23%			
EH-02.2	<b>SISTEMA DE DESAGUE</b>	\$ 2,484.02	\$ 372.60	\$ 1,540.09	\$ 571.32			
			15%	62%	23%			
	<b>\$ 198,503.29</b>							
<b>MONTO PARCIAL</b>		\$ 12,931.59	\$ 53,408.39	\$ 54,297.52	\$ 33,170.01	\$ 19,979.02	\$ 24,716.75	
<b>PORCENTAJE PARCIAL</b>		6.51%	26.91%	27.35%	16.71%	10.06%	12.45%	
<b>MONTO ACUMULADO</b>		\$ 12,931.59	\$ 66,339.98	\$ 120,637.50	\$ 153,807.51	\$ 173,786.53	\$ 198,503.28	
<b>PORCENTAJE ACUMULADO</b>		6.51%	33.42%	60.77%	77.48%	87.55%	100.00%	

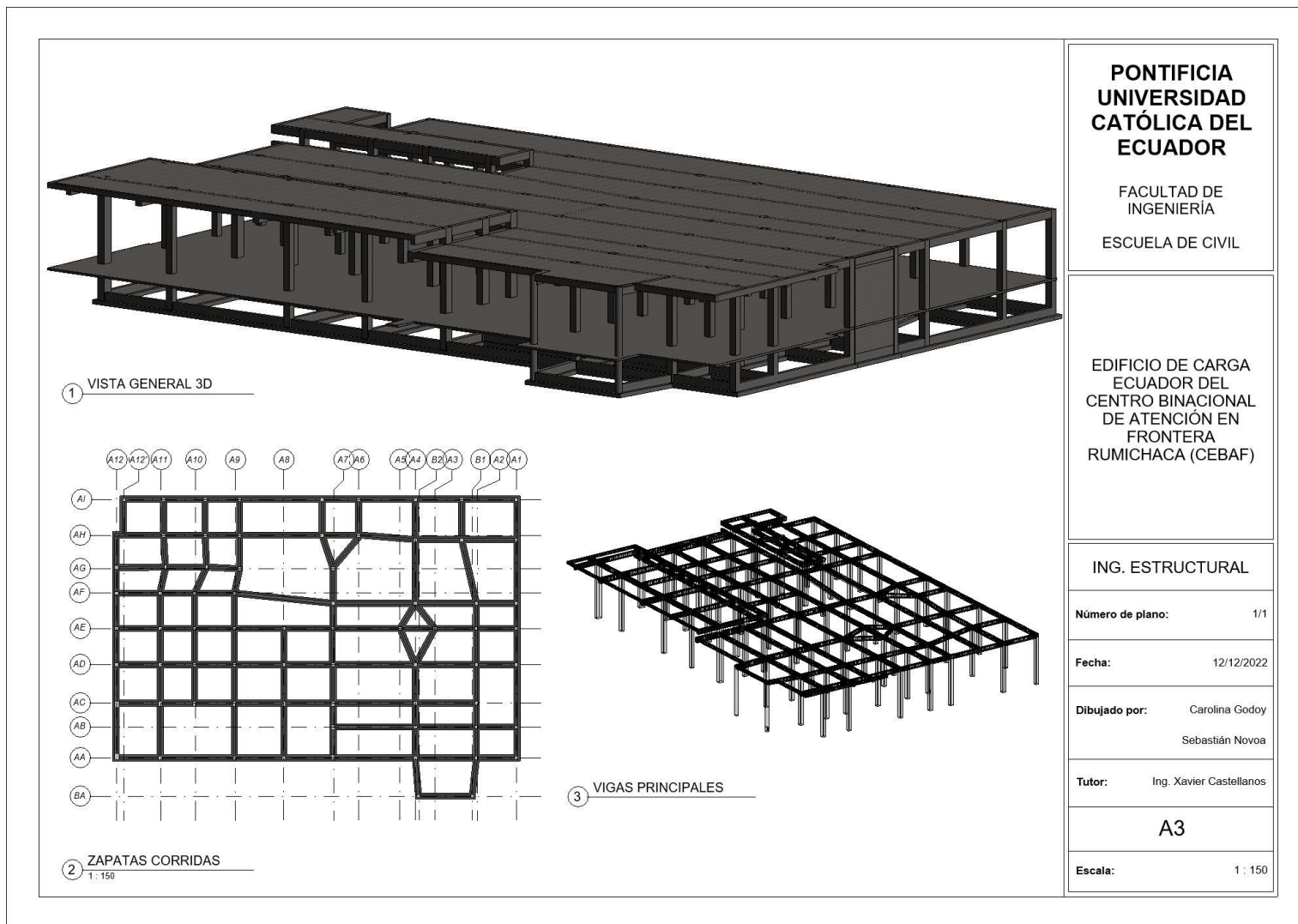
6.51%

0.00%

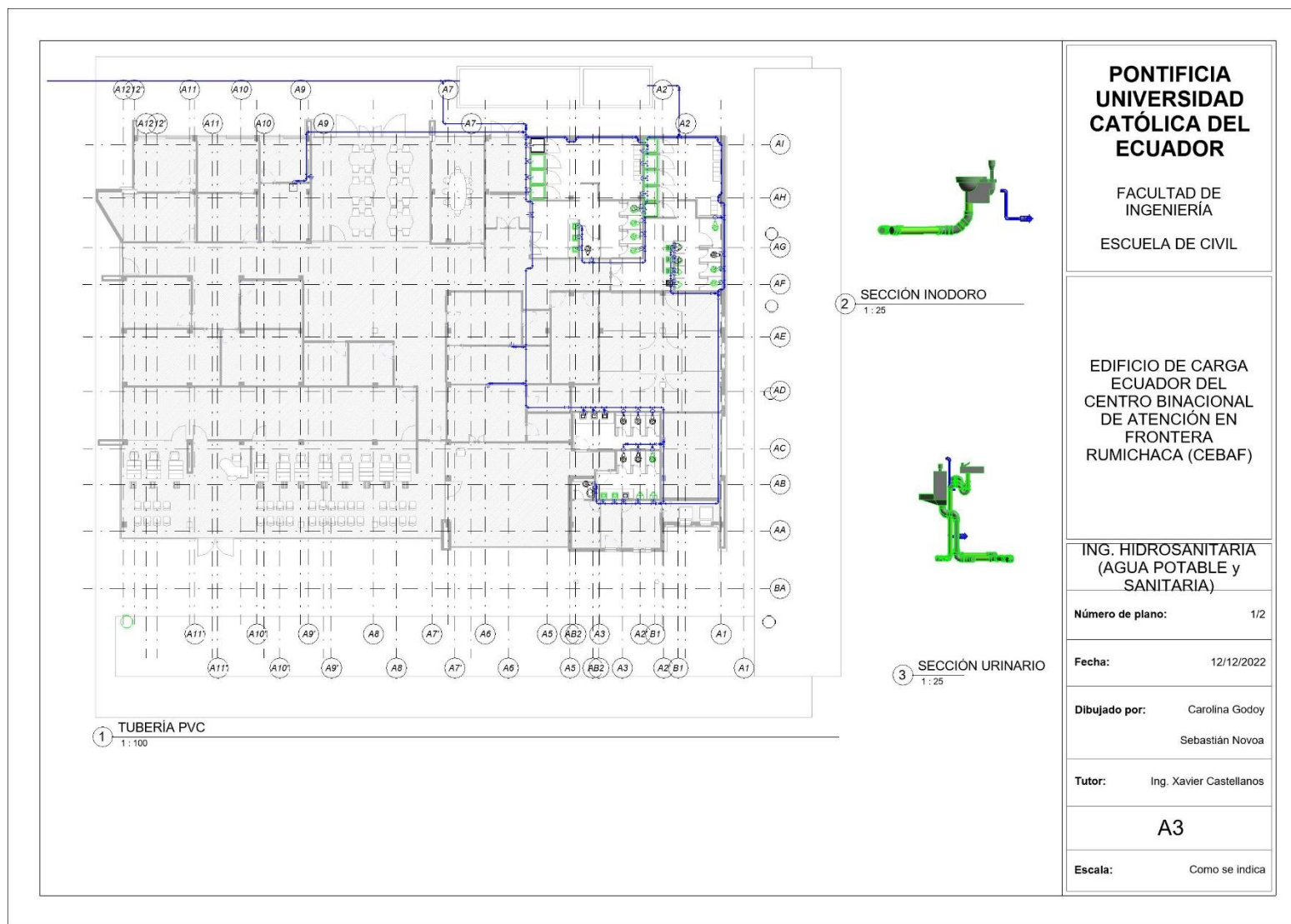
## 7.7. Anexo: Plano Arquitectónico

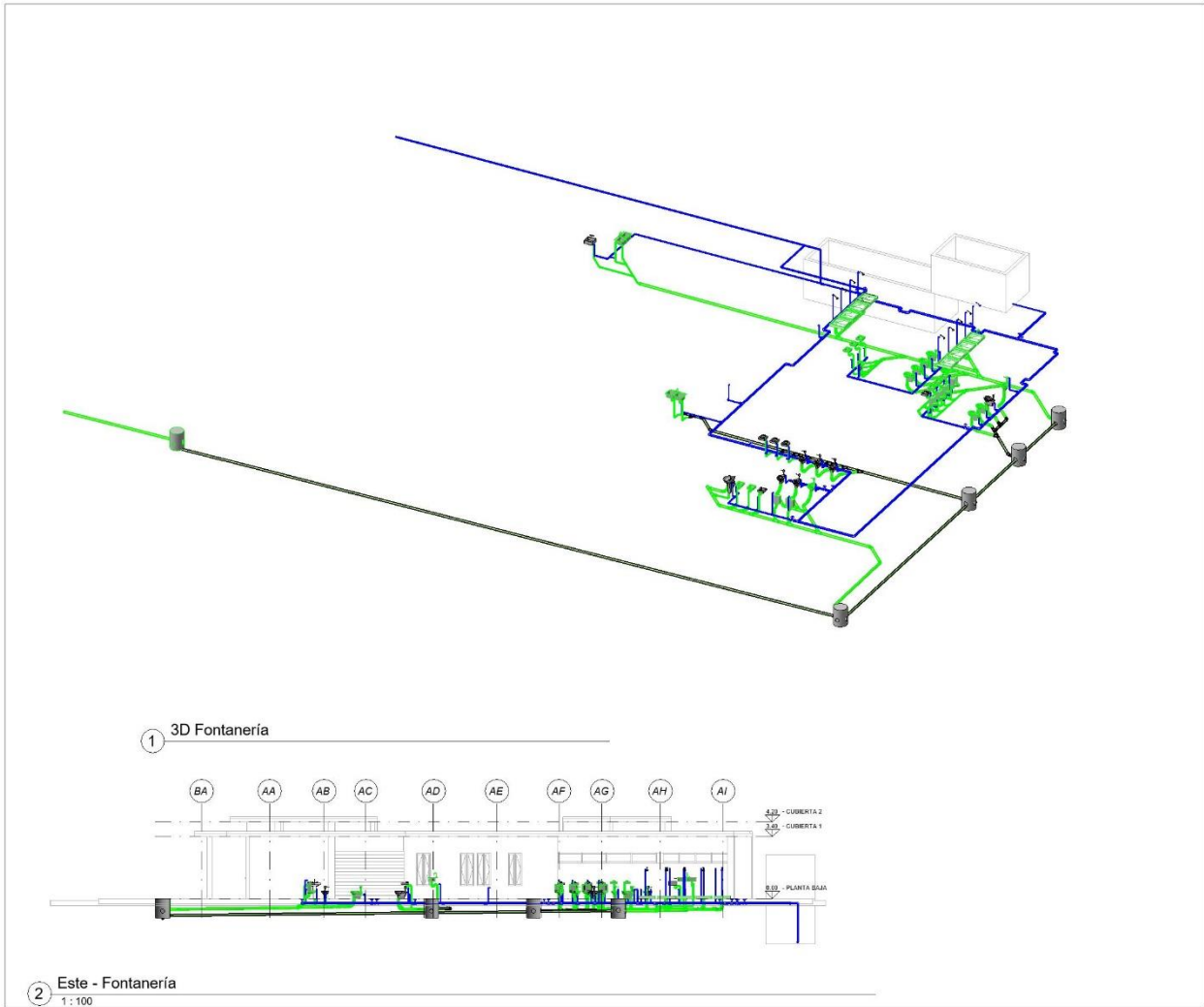


## 7.8. Anexo: Plano Estructural



## 7.9. Anexo: Plano Hidrosanitario





**PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DEL  
ECUADOR**

FACULTAD DE  
INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

EDIFICIO DE CARGA  
ECUADOR DEL  
CENTRO BINACIONAL  
DE ATENCIÓN EN  
FRONTERA  
RUMICHACA (CEBAF)

ING. HIDROSANITARIA  
(VISTA EN 3D)

Número de plano: 2/2

Fecha: 12/12/2022

Dibujado por: Carolina Godoy  
Sebastián Novoa

Tutor: Ing. Xavier Castellanos

**A3**

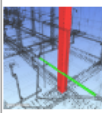
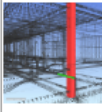
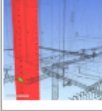
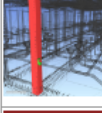
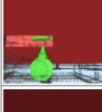

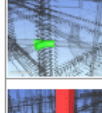
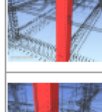
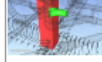
Escala: 1 : 100

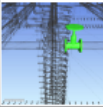
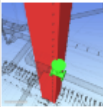
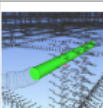
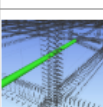
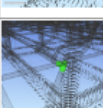
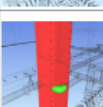
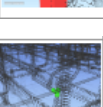
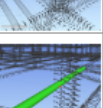
## 7.10. Anexo: Informe de colisiones Navisworks

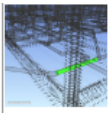
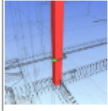
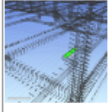
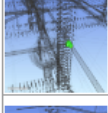
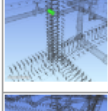
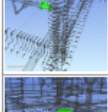
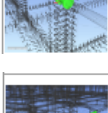
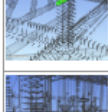
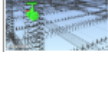
AUTODESK®  
**NAVISWORKS®** Informe de conflictos

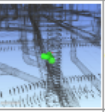
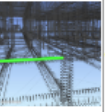
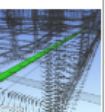
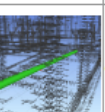
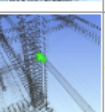
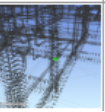
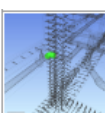
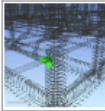
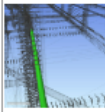
ESTRUCTURAS-MEP	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
	0.001m	181	107	72	2	0	0	Estático (conservador)	Aceptar

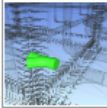
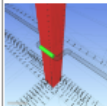
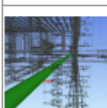

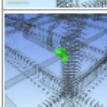
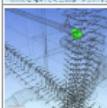
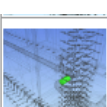
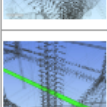
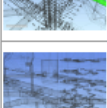
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Ubicación de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Asignado a	Punto de conflicto	Elemento 1			Elemento 2			Comentarios		
									ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa		Elemento Nombre	Elemento Tipo
	Conflicto16	Activo	-0.330	A9-AH : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	Carolina Godoy	x:-15.406, y:12.679, z:-0.410	ID de elemento: 479838	NIVEL SUPERIOR ZAPATA	Hormigón-Rectangular-Pilar	Pilares estructurales: Hormigón-Rectangular-Pilar: CR35X35CM	ID de elemento: 736867	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC SANITARIA	#0 - Design - 2022/12/6 04:55 Asignado a Caro #0 - Design - 2022/12/6 04:55 Asignado a Carolina Godoy
	Conflicto20	Activo	-0.231	A2-AB : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	Carollina Godoy	x:7.366, y:-5.821, z:-0.452	ID de elemento: 483156	NIVEL SUPERIOR ZAPATA	Hormigón-Rectangular-Pilar	Pilares estructurales: Hormigón-Rectangular-Pilar: CR35X35CM	ID de elemento: 818945	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería	#0 - Design - 2022/12/6 04:56 Asignado a Carollina Godoy
	Conflicto68	Activo	-0.119	A2-AB : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	Sebastián Novoa	x:7.604, y:-5.821, z:-0.213	ID de elemento: 483156	NIVEL SUPERIOR ZAPATA	Hormigón-Rectangular-Pilar	Pilares estructurales: Hormigón-Rectangular-Pilar: CR35X35CM	ID de elemento: 672041	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	#0 - Design - 2022/12/6 04:56 Asignado a Sebastián Novoa
	Conflicto98	Activo	-0.083	A2-AI : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	Carolina Godoy	x:5.917, y:16.319, z:-0.255	ID de elemento: 479318	NIVEL SUPERIOR ZAPATA	Hormigón-Rectangular-Pilar	Pilares estructurales: Hormigón-Rectangular-Pilar: CR35X35CM	ID de elemento: 669256	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería	#0 - Design - 2022/12/6 04:56 Asignado a Carolina Godoy
	Conflicto99	Activo	-0.081	A9-AI : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	Sebastián Novoa	x:-15.469, y:16.139, z:-0.279	ID de elemento: 479214	NIVEL SUPERIOR ZAPATA	Hormigón-Rectangular-Pilar	Pilares estructurales: Hormigón-Rectangular-Pilar: CR35X35CM	ID de elemento: 690218	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	#0 - Design - 2022/12/6 04:57 Asignado a Sebastián Novoa
	Conflicto100	Activo	-0.079	A2-AH : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	Sebastián Novoa	x:5.917, y:12.301, z:-0.675	ID de elemento: 480433	NIVEL SUPERIOR ZAPATA	Hormigón-Rectangular-Pilar	Pilares estructurales: Hormigón-Rectangular-Pilar: CR35X35CM	ID de elemento: 756780	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC SANITARIA	#0 - Design - 2022/12/6 04:57 Asignado a Sebastián Novoa

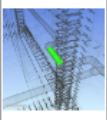
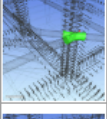
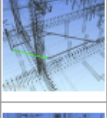
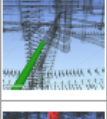
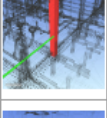

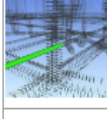
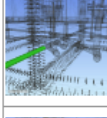
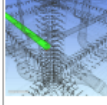
	Conflicto101	Activo	-0.079	AH-B2 : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	Sebastián Novoa	x:1.787, y:12.290, z:-0.528	ID de elemento: 480296	NIVEL SUPERIOR ZAPATA	Hormigón- Rectangular- Pilar	Pilares estructurales: Hormigón- Rectangular- Pilar: CR35X35CM	ID de elemento: 754251	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC SANITARIA	#0 - Design - 2022/12/6 04:57 Asignado a Sebastián Novoa
	Conflicto102	Activo	-0.079	A1-AH : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	Carolina Godoy	x:11.537, y:12.273, z:-0.625	ID de elemento: 480538	NIVEL SUPERIOR ZAPATA	Hormigón- Rectangular- Pilar	Pilares estructurales: Hormigón- Rectangular- Pilar: CR35X35CM	ID de elemento: 798443	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC SANITARIA	#0 - Design - 2022/12/6 04:57 Asignado a Carolina Godoy
	Conflicto103	Activo	-0.077	A2'-A1 : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	Carolina Godoy	x:5.917, y:16.319, z:-0.228	ID de elemento: 479318	NIVEL SUPERIOR ZAPATA	Hormigón- Rectangular- Pilar	Pilares estructurales: Hormigón- Rectangular- Pilar: CR35X35CM	ID de elemento: 670433	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	#0 - Design - 2022/12/6 04:58 Asignado a Carolina Godoy
	Conflicto106	Activo	-0.067	A2-AC : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	Sebastián Novoa	x:7.525, y:-3.161, z:-0.040	ID de elemento: 483047	NIVEL SUPERIOR ZAPATA	Hormigón- Rectangular- Pilar	Pilares estructurales: Hormigón- Rectangular- Pilar: CR35X35CM	ID de elemento: 695638	Nivel 1	3"	Accesorios de tuberías	#0 - Design - 2022/12/6 04:59 Asignado a Sebastián Novoa
	Conflicto108	Activo	-0.061	A2-AC : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	Sebastián Novoa	x:7.612, y:-3.150, z:-0.100	ID de elemento: 512865	PLANTA BAJA	Suelo	Suelos: Suelo: CONTRAPISO	ID de elemento: 695638	Nivel 1	3"	Accesorios de tuberías	#0 - Design - 2022/12/6 04:59 Asignado a Sebastián Novoa
	Conflicto109	Activo	-0.061	AC-B1 : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54		x:7.237, y:-3.408, z:-0.100	ID de elemento: 512865	PLANTA BAJA	Suelo	Suelos: Suelo: CONTRAPISO	ID de elemento: 696425	Nivel 1	2 1/2"	Accesorios de tuberías	
	Conflicto116	Activo	-0.052	A2-AB : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54		x:7.315, y:-5.764, z:-0.474	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 818945	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería	
	Conflicto117	Activo	-0.052	A2-AC : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54		x:7.337, y:-3.408, z:-0.218	ID de elemento: 483047	NIVEL SUPERIOR ZAPATA	Hormigón- Rectangular- Pilar	Pilares estructurales: Hormigón- Rectangular- Pilar: CR35X35CM	ID de elemento: 696444	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	
	Conflicto118	Activo	-0.049	A2'-AH : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54		x:6.267, y:12.302, z:-0.691	ID de elemento: 480433	NIVEL SUPERIOR ZAPATA	Hormigón- Rectangular- Pilar	Pilares estructurales: Hormigón- Rectangular- Pilar: CR35X35CM	ID de elemento: 769558	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería	

	Conflicto119	Activo	-0.041	A2-AC : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:7.636, y:-3.189, z:-0.285	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 695638	Nivel 1	3"	Accesorios de tuberías	
	Conflicto120	Activo	-0.039	A1-AF : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:11.187, y:6.129, z:-0.039	ID de elemento: 481168	NIVEL SUPERIOR ZAPATA	Hormigón- Rectangular- Pilar	Pilares estructurales: Hormigón- Rectangular- Pilar: CR35X35CM	ID de elemento: 695638	Nivel 1	3"	Accesorios de tuberías	
	Conflicto124	Activo	-0.035	A1-AH : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:11.386, y:12.337, z:-0.689	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 798443	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC SANITARIA	
	Conflicto126	Activo	-0.033	A4-AH : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:1.636, y:12.337, z:-0.590	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 754251	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC SANITARIA	
	Conflicto127	Activo	-0.033	A2-AB : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:7.473, y:-5.772, z:-0.490	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 818945	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería	
	Conflicto128	Activo	-0.032	A2'-AI : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:5.923, y:16.139, z:-0.216	ID de elemento: 479318	NIVEL SUPERIOR ZAPATA	Hormigón- Rectangular- Pilar	Pilares estructurales: Hormigón- Rectangular- Pilar: CR35X35CM	ID de elemento: 669256	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería	
	Conflicto129	Activo	-0.029	A2-AB : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:7.387, y:-5.691, z:-0.494	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 818945	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería	
	Conflicto130	Activo	-0.028	AH-B2 : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:1.766, y:12.337, z:-0.577	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 754251	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC SANITARIA	

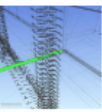
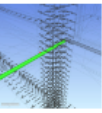
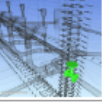
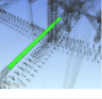
	Conflicto131	Activo	-0.028	A1-AH : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:11.516, y:12.338, z:-0.676	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 798443	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC SANITARIA
	Conflicto133	Activo	-0.025	A4-AI : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:1.437, y:16.158, z:-0.255	ID de elemento: 479290	NIVEL SUPERIOR ZAPATA	Hormigón- Rectangular- Pilar	Pilares estructurales: Hormigón- Rectangular- Pilar: CR35X35CM	ID de elemento: 669256	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería
	Conflicto134	Activo	-0.025	A4-AI : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:1.731, y:16.145, z:-0.279	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 670360	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE
	Conflicto136	Activo	-0.024	A2-AC : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:7.631, y:-3.502, z:-0.276	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 658134	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería
	Conflicto137	Activo	-0.023	A2-AI : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:5.915, y:16.195, z:-0.279	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 670433	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE
	Conflicto138	Activo	-0.023	A2-AC : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:7.319, y:-3.454, z:-0.278	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 696425	Nivel 1	2 1/2"	Accesorios de tuberías
	Conflicto139	Activo	-0.022	A2-AC : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:7.636, y:-3.210, z:-0.285	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 695638	Nivel 1	3"	Accesorios de tuberías
	Conflicto140	Activo	-0.022	A2-AH : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:6.116, y:12.325, z:-0.590	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 756780	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC SANITARIA
	Conflicto141	Activo	-0.021	A2-AC : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:7.636, y:-3.211, z:-0.193	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 695638	Nivel 1	3"	Accesorios de tuberías

	Conflicto142	Activo	-0.020	A2'-AH : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:6.247, y:12.332, z:-0.580	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 769558	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería	
	Conflicto143	Activo	-0.019	A2-AC : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:7.631, y:-3.502, z:-0.276	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 672041	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	
	Conflicto144	Activo	-0.017	A1-AD : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:11.174, y:0.266, z:-0.278	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 696334	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	
	Conflicto145	Activo	-0.016	A1-AE : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:11.173, y:3.756, z:-0.278	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 696334	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	
	Conflicto146	Activo	-0.016	A2-AC : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:7.535, y:-3.442, z:-0.291	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 658134	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería	
	Conflicto147	Activo	-0.016	A2-AC : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:7.643, y:-3.360, z:-0.293	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 658134	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería	
	Conflicto148	Activo	-0.016	A2'-AI : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:5.985, y:16.327, z:-0.291	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 669256	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería	
	Conflicto149	Activo	-0.016	A2-AB : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:7.367, y:-5.670, z:-0.492	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 818945	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería	
	Conflicto150	Activo	-0.014	A2-AB : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:7.591, y:-5.502, z:-0.293	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 672041	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	

	Conflicto151	Activo	-0.014	A2'-AH : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54		x:6.247, y:12.329, z:-0.676	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 769558	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería	
	Conflicto152	Activo	-0.014	A1-B2 : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54		x:1.787, y:16.139, z:-0.224	ID de elemento: 479290	NIVEL SUPERIOR ZAPATA	Hormigón- Rectangular- Pilar	Pilares estructurales: Hormigón- Rectangular- Pilar: CR35X35CM	ID de elemento: 670360	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	
	Conflicto153	Activo	-0.013	A1-AB : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54		x:11.174, y:-5.764, z:-0.278	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 696334	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	
	Conflicto154	Activo	-0.012	A2'-AI : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54		x:5.994, y:16.160, z:-0.279	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 669256	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería	
	Conflicto155	Activo	-0.011	A2-AB : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54		x:7.387, y:-5.722, z:-0.395	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 818945	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería	
	Conflicto156	Activo	-0.011	A2'-AI : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54		x:5.949, y:16.418, z:-0.300	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 669256	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería	
	Conflicto157	Activo	-0.011	A2'-AI : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54		x:5.933, y:16.290, z:-0.295	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 670433	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	
	Conflicto158	Activo	-0.011	A2-AB : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54		x:7.594, y:-5.670, z:-0.294	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 672041	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	
	Conflicto159	Activo	-0.011	A1-AF : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54		x:11.174, y:6.186, z:-0.278	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 670603	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	

	Conflicto160	Activo	-0.010	A1-AH : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:11.172, y:12.316, z:-0.281	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 670507	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE
	Conflicto161	Activo	-0.010	A2-AB : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:7.436, y:-5.783, z:-0.393	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 818945	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería
	Conflicto162	Activo	-0.010	A9'-AH : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:-15.481, y:12.735, z:-0.385	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 736867	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC SANITARIA
	Conflicto163	Activo	-0.010	A2'-AH : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:5.969, y:12.279, z:-0.678	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 756780	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC SANITARIA
	Conflicto164	Activo	-0.010	A2-AC : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:7.569, y:-3.511, z:-0.255	ID de elemento: 483047	NIVEL SUPERIOR ZAPATA	Hormigón- Rectangular- Pilar	Pilares estructurales: Hormigón- Rectangular- Pilar: CR35X35CM	ID de elemento: 672041	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE
	Conflicto165	Activo	-0.009	A2'-AI : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:5.967, y:16.314, z:-0.296	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 670433	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE
	Conflicto166	Activo	-0.009	A2'-AH : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:6.210, y:12.310, z:-0.578	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 756780	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC SANITARIA
	Conflicto167	Activo	-0.009	A2'-AH : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:5.969, y:12.316, z:-0.580	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 756780	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC SANITARIA
	Conflicto168	Activo	-0.009	A2'-AH : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:6.212, y:12.311, z:-0.674	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 756780	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC SANITARIA

	Conflicto169	Activo	-0.009	A9'-AH : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:-15.481, y:12.701, z:-0.386	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 736867	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC SANITARIA
	Conflicto170	Activo	-0.008	A2-AB : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:7.636, y:-5.528, z:-0.292	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 672041	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE
	Conflicto171	Activo	-0.005	A2-AC : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:7.638, y:-3.336, z:-0.297	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 658134	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería
	Conflicto172	Activo	-0.005	A2-AC : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:7.376, y:-3.411, z:-0.293	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 696444	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE
	Conflicto173	Activo	-0.004	A2-AB : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:7.588, y:-5.520, z:-0.292	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 672041	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE
	Conflicto174	Activo	-0.004	A2'-AH : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:6.220, y:12.244, z:-0.572	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 769558	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería
	Conflicto175	Activo	-0.004	A2'-AH : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:6.222, y:12.235, z:-0.673	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 769558	Nivel 1	Estándar	Uniones de tubería
	Conflicto176	Activo	-0.003	A9'-AI : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:-15.481, y:16.161, z:-0.279	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 690218	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE
	Conflicto177	Activo	-0.003	A9'-AI : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	x:-15.477, y:16.477, z:-0.280	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 690218	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE

	Conflicto178	Activo	-0.003	A9'-A1 : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54		x:-15.478, y:16.434, z:-0.279	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 690218	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	
	Conflicto179	Activo	-0.003	A9'-A1 : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54		x:-15.481, y:16.195, z:-0.279	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 690218	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC AGUA POTABLE	
	Conflicto180	Activo	-0.001	A1-AF : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54		x:11.207, y:6.174, z:-0.279	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 695638	Nivel 1	3"	Accesorios de tuberías	
	Conflicto181	Activo	-0.001	A2'-AH : PLANTA BAJA	Estático (conservador)	2022/11/11 22:54	Sebastián Novoa	x:5.969, y:12.309, z:-0.671	ID de elemento: 1022275	<Sin nivel>	Barra de armadura	Compuesto	ID de elemento: 756780	Nivel 1	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: TUBERÍA PVC SANITARIA	#0 - Design - 2022/11/12 23:34 Asignado a Sebastián Novoa