**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE: INGENIERIA CIVIL**

# TEMA: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DESDE LA ETAPA DE FACTIBILIDAD HASTA LA PRESENTACIÓN DE DOCUMENTOS AL ENTE DE REGULACIÓN PREVIO A LA CONSTRUCCIÓN. CASO DE ESTUDIO: EDIFICIO LLUMA, UBICADO EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA- ECUADOR


**AUTORES:**

DANIEL ALEJANDRO QUISIGUIÑA GUEVARA

MARCELO JOSUE BUÑAY OROZCO


**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE:**

INGENIERO CIVIL

**DIRECTOR:** ING. DIEGO CAJAS, M.SC

**QUITO, 2021**

# AGRADECIMIENTOS

Agradezco con todo el corazón a mi familia por apoyarme y darme los ánimos para poder entrar y culminar la carrera de ingeniería civil.

A la facultad de ingeniería civil de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador que me supo guiar por cada paso que di durante mis estudios universitario. En esta facultad pude conocer a grandes compañeros y más que eso amigos y hermanos que me apoyaron y les agradezco el compañerismo que me supieron brindar a lo largo de nuestra vida universitaria.

A mis profesores que fueron una modelo a seguir y supieron comunicar todo su conocimiento y experiencia durante sus clases los cuales me motivaron sobre el futuro de mi profesión y en especial al Ing. Diego Cajas por darnos la apertura para poder desarrollar este trabajo de titulación y guiarnos durante el último proceso dentro de la universidad.

Marcelo Buñay

A mi familia por haberme dado la oportunidad de estudiar esta grandiosa carrera y en esta gran prestigiosa universidad, por todo su esfuerzo y confianza.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, una gran universidad donde aparte del conocimiento me siguió inculcando los valores para ser un gran profesional. A la vez que también del American Concrete Institute con su capítulo estudiantil ACI Student Chapter PUCE, del cual pude dirigirlo con mis amigos Marcelo, Byron y Gian, y agradeciendo a quienes algunas veces formaron, forman y seguirán formando de este gran grupo.

A mis mentores quienes me mostraron y me ayudar a dar ese paso a la vida profesional pasando por sus empresas los ingenieros Alejandro, Luis, Miguel, William.

A todos mis profesores, por sus enseñanzas, sus motivaciones y amistad que supieron darme y un agradecimiento especial a mi tutor del respectivo trabajo Ing. Diego Cajas gran profesor y excelente ingeniero.

Daniel Quisiguiña

# DEDICATORIA

Todo mi esfuerzo que culmina con este trabajo de titulación el cual dedico a mis padres Geoconda y Carlos que me dieron la oportunidad de estudiar en esta prestigiosa universidad y sin su apoyo todo esto no sería posible ya que fueron mi motivación día a día para seguir adelante. De igual forma se las dedico a mis hermanas Lisseth y Carla que siempre nos apoyamos en todo y espero que se sientan orgullosas de este logro que es un gran paso en mi vida. Solo puedo agradecerles por cada palabra de aliento que me dieron para no rendirme, gracias por ser el pilar que me mantuvo de pie por este camino tan largo y difícil, gracias por cada gesto, palabra, abrazo y consejo que me dieron cuando me vieron cansado, gracias por ser mi familia me quedo corto con todo lo que siento por ustedes y este logro es para ustedes y por ustedes.

Marcel J. Buñay O.

Todo este trabajo que culmina una gran etapa de mi vida se la dedico a mi familia, a mis padres Gloria y Flavio, a mis hermanos Marce y Junior, mi sobrina Dani, quienes siempre han confiado y me han apoyado para lograr lo que hoy en día he llegado a ser.

A mis amigos de la universidad, con quienes he compartido tantas experiencias y que he tenido la fortuna de poder llamarlos amigos como también los amigos de mi colegio de mi ciudad, con quienes a pesar de la distancia seguimos unidos y contando siempre con el apoyo entre todos.

Daniel A. Quisiguiña G.

# RESUMEN

La presente tesis de disertación tiene por objeto, la implementación y aplicación de la metodología BIM dentro de dos de las cuatro etapas del proyecto constructivo que son la planificación y diseño, utilizando los estándares y normativas tanto chilena como Plan BIM y la ISO 19650 (1 y 2) se generó la forma de implementación, su documentación y formatos necesarios, como a la vez todos sus entregables establecidos.

Por lo cual se investigó en base a las normas la forma correcta de implementación de la metodología adaptándola a nuestro entorno y al respectivo proyecto inmobiliario. Con la implementación clara se generaron los diferentes documentos y formatos necesarios buscando la estandarización de procesos, como lo son la "Solicitud de información BIM (SDI)", Plan de ejecución BIM (PEB)" y "Manual de entrega de información BIM (MEI)" siguiendo un flujo de trabajo para todo el equipo el cual se lo presenta en el respectivo trabajo. Posterior a esto se generan los modelos BIM los cuales en el respectivo trabajo de titulación se realizaron cinco de los nueve modelos según la norma, los cuales son modelo de sitio, arquitectónico, estructural, MEP y coordinación. Estos modelos se los realizo mediante programas de la empresa de Autodesk como Revit y Navisworks Manage. Continuando el proceso BIM se generaron lo entregables finales como lo fueron las tablas de planificación, planos y presupuestos. A la vez que se realizó en adición al trabajo para enfatizar que BIM también se enfoca en la eficiencia de procesos y la tecnología, se añadió una programación a través del programa complemento de Revit llamado Dynamo una manera de automatizar estos procesos, es decir se generó esta programación para vincular nuestro modelos de Revit con programas externos como Excel para la inmediata extracción de la información de los modelos como puede ser la tablas de planificación y tener una automatización para cuantificar materiales y generar presupuestos.

Finalmente, a través del modelo de coordinación en donde se unen todos los modelos presentados, se realiza la coordinación BIM en donde identificamos y se genera un informe que se lo llama informe de conflictos, en el cual podemos observar errores constructivos y corregirlos antes de empezar la construcción.

# ABSTRACT

The purpose of this dissertation thesis aims to implement and apply the BIM methodology within two of the four stages of the construction project, which are planning and design, using standards and regulations such as the BIM Plan (Chile) and ISO 19650 (1 and 2) the form of implementation was generated, its documentation and necessary formats, as well as all its established deliveries.

Therefore, the correct way to implement the methodology was investigated based on the standards, adapting it to our environment and the respective real estate project. With the clear implementation, the different necessary documents and formats were generated seeking the standardization of processes, such as the “BIM Information Request (SDI)”, BIM Execution Plan (PEB) ”and“ BIM Information Delivery Manual (MEI) ”Following a work flow for the entire team which is presented in the respective work. After this, the BIM models are generated, which in the respective dissertation work were carried out five of the nine models according to the standard, which are site, architectural, structural, MEP and coordination models. These models were made using Autodesk company programs such as Revit and Navisworks Manage. Continuing the BIM process, the final deliverables were generated, such as the planning tables, plans and budgets. At the same time that it was carried out in addition to the work to emphasize that BIM also focuses on the efficiency of processes and technology, a programming was added through the Revit add-on program called Dynamo a way to automate these processes, that is, it was generated This programming to link our Revit models with external programs such as Excel for the immediate extraction of information from the models such as the planning tables and have an automation to quantify materials and generate budgets.

Finally, through the coordination model where all the models are joined, the BIM coordination is carried out where we identify and generate a report called a conflict report, in which we can observe constructive errors and correct them before starting the construction.

# ÍNDICE


**1.1. Introducción** ..... 12
**1.2. Justificación** ..... 12
**1.3. Alcance** ..... 14
**1.4. Objetivos** ..... 15
**2.1. Panorama actual de la construcción en el Ecuador** ..... 17
**2.2. Necesidad de tecnologías actualizadas en la construcción** ..... 19
**2.3. ¿Qué es el BIM?** ..... 20
**2.4. Implementación BIM.** ..... 24
**2.5. Estándares internacionales BIM** ..... 29
**2.6. Formatos y documentación BIM** ..... 30
**2.6.1.1. Solicitud de información BIM (SDI)** ..... 30
**2.6.1.2. Manual Básico de entrega de información (MEI)** ..... 30
**2.6.1.3. Plan de ejecución BIM (PEB)** ..... 31
**2.7. Estándares BIM** ..... 32
**2.7.1. Entregables BIM** ..... 32
**2.7.2. Modelos BIM** ..... 32
**2.7.2.1. Tipos de modelos** ..... 33
**2.7.4. Tipos y niveles de información** ..... 40
**2.7.4.1. Tipos de información (TDI)** ..... 40
**2.7.4.2. Niveles de información (NDI)** ..... 43
**2.7.5. Estados de avance de información de modelos (EAIM)** ..... 44
**2.8. Interoperabilidad y estrategias de elaboración.** ..... 47
**2.8.1. Estatus del entorno de datos compartidos BIM** ..... 47
**2.9. Etapas del proyecto dentro del estándar BIM** ..... 47
**2.9.1. Planificación (factibilidad)** ..... 47
**2.9.2. Diseño** ..... 48
**2.9.3. Construcción** ..... 48
**2.9.4. Operación y mantenimiento** ..... 49
**2.10. Organización de modelos y archivos BIM** ..... 49
**3. Capítulo III: Implementación BIM al caso de estudio: Edificio "Lluma"** ..... 51
**3.3. Creación de documentos e implementación de la información.** ..... 55
**3.3.1. Solicitud de información BIM (SDI).** ..... 55
**3.3.2. Plan de ejecución BIM (PEB).** ..... 73
**3.3.3. Manual básico de entrega de información BIM (MEI)** ..... 84
**3.4. Entregables y modelos BIM.** ..... 112

**3.4.1. Modelo de sitio.** ..... 112
**3.4.2. Modelo de arquitectura.** ..... 112
**3.4.3. Modelo de estructura.** ..... 113
**3.4.3.1. Hormigón armado.** ..... 113
**3.4.3.2. Acero.** ..... 114
**3.4.4. Modelo de mecánico, eléctrico e hidrosanitario (MEP).** ..... 115
**3.4.5. Modelo de coordinación.** ..... 116
**3.4.6. Planos.** ..... 119
**3.4.7. Tablas de planificación.** ..... 123
**3.4.7.1. Extracción de tablas mediante Dynamo** ..... 140
**3.4.8. Presupuesto referencial.** ..... 147
**4.1. Correlación entre modelos** ..... 164
**4.1.1. Conflictos entre modelos** ..... 164
**4.1.1.1. Modelo de arquitectura - Modelo de estructura** ..... 166
**4.1.1.2. Modelo de arquitectura - Modelo de mecánico, eléctrico e hidrosanitario (MEP)** 167
**4.1.1.3. Modelo de estructura - Modelo de mecánico, eléctrico e hidrosanitario (MEP)** 168
**4.1.2. Análisis de modificaciones del proyecto** ..... 174
**5.1. Conclusiones** ..... 175
**5.2. Recomendaciones** ..... 176
**Bibliografía** ..... 177

# INDICE DE FIGURAS


Figura 1. PIB Ecuador....17
Figura 2. Entorno BIM....21
Figura 3. Colaboración e interoperabilidad....22
Figura 4. CAD vs BIM....23
Figura 5. Ejes fundamentales del BIM....26
Figura 6. Fases de implementación BIM....27
Figura 7. Acciones para la implementación BIM....28
Figura 8. Preguntas claves para manejo BIM....37
Figura 9. Usos y recursos BIM....39
Figura 10. Estados de avance de información del modelo....44
Figura 11. Flujo de trabajo de información (práctico)....54
Figura 12. Modelo de sitio....112
Figura 13. Modelo de arquitectura....113
Figura 14. Modelo de estructura – hormigón....114
Figura 15. Modelo de estructura – acero....114
Figura 16. Modelo de estructura – acero 2....115
Figura 17. Modelo MEP -hidrosanitaria....115
Figura 18. Modelo MEP – eléctrico....116
Figura 19. Modelo de coordinación....117
Figura 20. Modelo de coordinación en hormigón....117
Figura 21. Modelo de coordinación en acero....118
Figura 22. Detalle de modelo de coordinación – hormigón....118
Figura 23. Detalle modelo de coordinación – acero....119
Figura 24. Entregable – plano arquitectura....120
Figura 25. Entregable – plano estructura hormigón....120
Figura 26. Entregable – plano estructural acero....121
Figura 27. Entregable – plano MEP hidrosanitaria....121
Figura 28. Entregable – plano isometría....122
Figura 29. Entregable – plano eléctrico....122
Figura 30. Entregable – tabla de planificación corte/relleno....123
Figura 31. Entregable – tabla de planificación muros....124
Figura 32. Entregable – tabla de planificación piso....125
Figura 33. Entregable – tabla de planificación puertas....125
Figura 34. Entregable – tabla de planificación pasamanos....126
Figura 35. Entregable – tabla de planificación habitaciones....126

Figura 36. Entregable – tabla de planificación ventanas ..... 126
Figura 37. Entregable – tabla de planificación volumen de hormigón cimentación ..... 127
Figura 38. Entregable – tabla de planificación volumen de hormigón columnas ..... 127
Figura 39. Entregable – tabla de planificación volumen de hormigón vigas ..... 128
Figura 40. Entregable – tabla de planificación volumen de hormigón losa ..... 128
Figura 41. Entregable – tabla de planificación planilla de aceros ..... 130
Figura 42. Entregable - tabla de planificación volumen cimentación ..... 131
Figura 43. Entregable - tabla de planificación volumen columna ..... 131
Figura 44. Entregable - tabla de planificación volumen viga ..... 131
Figura 45. Entregable - tabla de planificación volumen losa ..... 132
Figura 46. Entregable - tabla de planificación planilla de aceros ..... 133
Figura 47. Entregable - tabla de planificación perfiles de viga ..... 134
Figura 48. Entregable - tabla de planificación perfiles columna ..... 134
Figura 49. Entregable - tabla de planificación conexión estructural ..... 134
Figura 50. Entregable - tabla de planificación pernos ..... 135
Figura 51. Entregable - tabla de planificación placa base ..... 135
Figura 52. Entregable - tabla de planificación placa conexiones ..... 135
Figura 53. Entregable - tabla de planificación soldadura ..... 135
Figura 54. Entregable – tabla de planificación de aparatos sanitarios ..... 136
Figura 55. Entregable – tabla de planificación tubería de agua fría ..... 136
Figura 56. Entregable – tabla de planificación tubería de agua caliente ..... 137
Figura 57. Entregable – tabla de planificación tubería sanitaria ..... 137
Figura 58. Entregable – tabla de planificación accesorios de tuberías ..... 138
Figura 59. Entregable – tabla de planificación de puntos de energía ..... 139
Figura 60. Entregable – tabla de planificación de interruptores ..... 139
Figura 61. Entregable – tabla de planificación tableros de distribución ..... 139
Figura 62. Entregable – tabla de planificación de luminarias ..... 140
Figura 63. Programación para extracción de información con Dynamo – modelo de sitio ..... 141
Figura 64. Programación para extracción de información con Dynamo – modelo de arquitectura 142
Figura 65. Programación para extracción de información con Dynamo – modelo de estructura hormigón 143
Figura 66. Programación para extracción de información con Dynamo – modelo de estructura acero 144
Figura 67. Programación para extracción de información con Dynamo – modelo MEP hidrosanitaria 145
Figura 68. Programación para extracción de información con Dynamo – modelo MEP eléctrico 146

Figura 69. Conflictos del primer modelo de coordinación en hormigón .....165
Figura 70. Conflictos del segundo modelo de coordinación en acero.....165
Figura 71. Conflictos entre modelo de arquitectura y estructura en hormigón.....166
Figura 72. Conflictos entre modelo de arquitectura y estructura en acero.....166
Figura 73. Conflictos entre modelo de arquitectura y MEP hidrosanitario.....167
Figura 74. Conflictos entre modelo de arquitectura y MEP eléctrico.....168
Figura 75. Conflictos entre modelo de estructura hormigón y MEP hidrosanitario .....171
Figura 76. Conflictos entre modelo de estructura acero y MEP hidrosanitario .....173
Figura 1. Conflictos resueltos del modelo de coordinación en estructura de acero.....174
Figura 2. Conflictos resueltos del modelo de coordinación en estructura de hormigón.....174

# INDICE DE TABLAS


Tabla 1. PIB Ecuador....18
Tabla 2. Estándares internacionales BIM....29
Tabla 3. Modelos BIM....34
Tabla 4. Correlación Modelos BIM- Entidades....36
Tabla 5. Usos BIM....38
Tabla 6. Usos BIM - Fases del proyecto....39
Tabla 7. Tipos de información BIM....41
Tabla 8. Correlación TDI - Usos BIM....42
Tabla 9. Niveles de información BIM....43
Tabla 10. Correlación NDI – TDI....44
Tabla 11. Correlación EAIM - Modelos BIM....45
Tabla 12. Correlación EAIM - Entidades - NDI....46
Tabla 13. Ejes de la implementación BIM (práctico)....52
Tabla 14. Solicitud de información BIM....55
Tabla 15. Desglose detallado de SDI....59
Tabla 16. Plan de ejecución BIM....73
Tabla 17. PEB – Formulario 00....74
Tabla 18. PEB – Formulario 01....74
Tabla 19. PEB – Formulario 02....75
Tabla 20. PEB – Formulario 03....76
Tabla 21. PEB – Formulario 04....77
Tabla 22. EAIM para el proyecto LLuma....77
Tabla 23. PEB – Formulario 05....78
Tabla 24. PEB – Formulario 06....79
Tabla 25. PEB – Formulario 07....80
Tabla 26. PEB – Formulario 08....81
Tabla 27. PEB – Formulario 09....82
Tabla 28. PEB – Formulario 10....83
Tabla 29. PEB – Formulario 11....83
Tabla 30. Manual de entrega de información MEI....84

# 1. Capítulo I: Introducción

## 1.1. Introducción

El mundo de la construcción siendo una de las actividades más antiguas de la humanidad este está siempre en estado constante de innovación, estudio y nuevas metodologías constructivas, en este caso una innovación de nuevas metodologías que van a la par de la tecnología para una mayor optimización, eficiencia y reducción de costos en los proyectos de construcción, conocido como la metodología BIM (Building Information Modeling). Con aquel antecedente se plantea en la aplicación e implementación de esta a un proyecto inmobiliario real desde su etapa de planificación hasta su etapa de diseño siguiendo estándares BIM internacionales.

Esta metodología siendo relativamente nueva teniendo un primer trabajo BIM en 1975, realizada por el profesor Chuc Eastman (Latorre; Sanz; Sánchez ,2019), se basa principalmente en un proceso que permite a todos los involucrados dentro de un proyecto inmobiliario o constructivo trabajar sobre un único modelo digitalizado de forma colaborativa y concurrente, permitiendo la gestión de información necesaria para planificar, diseñar, construir y operar, es decir todo el ciclo de vida de una estructura (IAC, 2018). Y dentro de los últimos años se ha hecho grandes apuestas por esta metodología con gran éxito como un ejemplo de esto es en países de primer mundo como China con su torre de Shanghái con 128 pisos y 632 metros de altura, la cual se diseñó y trabajó en un entorno BIM. Y se estima que para 2021 lo que es el mercado BIM crecerá hasta un 13% en Europa y Asia, 12% en Norte América y un 11% en el resto del mundo (Biblus, 2019).

Con el precedente anterior hablando de países de primer mundo, que pasa con aquellos países en desarrollo tradicionalistas, en donde se tiene un temor por parte de las pequeñas y medianas empresas de dar este paso a la trasformación digital dentro de la industria de la construcción talvez debido al desconocimiento de las ventajas que esta metodología ofrece. Y para el proyecto objeto de este estudio de titulación se elaboró un proyecto multifamiliar como se lo indica en donde se implementó y aplico la metodología BIM con estándares internacionales con la ayuda de programas como lo son Revit y Navisworks Manage para mostrar sus beneficios y bondades que este ofrece a la empresa y las cuales se muestran en las conclusiones.

## 1.2. Justificación

En el mundo de la construcción siendo una de las actividades más antiguas de la humanidad, está siempre ha estado en constante innovación. Estudios y nuevas metodologías constructivas se fueron desarrollando a lo largo del tiempo para cumplir un objetivo deseado. Teniendo en cuenta lo

mencionado anteriormente, la investigación a realizarse es la implantación de una metodología que está entrando a su auge a nivel mundial por sus grandes beneficios que otorga a un proyecto de construcción al presentar ventajas dentro de su fase de construcción por su mayor control, ahorro en tiempo, ahorro del presupuesto, fase de operación y un óptimo trabajo colaborativo con todas las áreas técnicas que presenta un proyecto en todas sus etapas.

BIM viene de sus siglas en ingles Building Information Modeling según, El Comité de Estándar BIM (2019) "BIM es un conjunto de metodologías, tecnologías y de estándares que permite diseñar, construir y operar cualquier proyecto de construcción de forma colaborativa y virtual". Al analizar el significado del BIM podemos darnos cuenta de que es una herramienta que nos permite tener un mejor control de nuestro proyecto. Esta enorme ventaja que ofrece esta metodología fue adoptada por varios países desde la primera publicación de un trabajo BIM en 1975 por el profesor Chuc Eastman. Actualmente países como Inglaterra, Estados Unidos o España ya cuentan con normativas para la aplicación del BIM en proyectos de construcción tanto públicos y privados. Esto nos daría la idea que los países europeos y norteamericanos tienen un conocimiento amplio en el tema, sin embargo, países sudamericanos ya tienen un auge completo de esta metodología como son Colombia, Perú o Chile. La ex presidenta de Chile Michelle Bachelet anuncio que en el año 2020 las licitaciones públicas deben usar la metodología BIM y actualmente ya cuentan con el Planbim que es una normativa para la aplicación del BIM en proyectos públicos.

En nuestro país el sector de la construcción en el año 2019 muestra un 8.17% del PIB según el Banco Central a pesar de ser una cifra que descendió en comparación al año 2014 con un 9.83% del PIB el sector de la construcción es altamente significativo, en cuanto a generación de valor agregado, atracción de inversión y creación de plazas de trabajo. A pesar de tener un gran aporte a la economía del Ecuador se ha evidenciado que presenta baja productividad y no solo dentro de nuestro país. Estudios elaborados por McKinsey & Company donde comparan la productividad por metro cuadrado de construcción por hora hombre entre Chile y Estados Unidos demuestran que están abajo del 48% en 2011. (El Comité de Estándar BIM, 2019). Estos datos evidencian que se necesita un mayor control de los proyectos constructivos y la metodología BIM puede proporcionar este control, según Elio Zambrano CEO de Sktalleres que es un centro autorizado por Autodesk enfocado en la enseñanza de la metodología BIM expresa que "El uso del BIM reduce un 40% la cantidad de cambios no considerados en un presupuesto de obra y reduce un 7% los tiempos de retraso de la construcción…" Con este trabajo de titulación queremos evidenciar las ventajas que se puede presentar por la implementación del BIM dentro de nuestro medio.

### 1.3. Alcance

Este trabajo de titulación estará basado en la aplicación e implementación de la metodología BIM desde la etapa de factibilidad y su planificación hasta la entrega de su documentación al ente de control como son Municipio de Riobamba y la empresa Build & Hidro quien será la encargada de la ejecución del proyecto.

Se debe mencionar a pesar de que el proyecto de análisis será una estructura de hormigón armado de tres pisos, con fines comparativos mencionados en los objetivos de la tesis se realizará también el análisis de la misma edificación con estructura de acero. El uso del inmueble está direccionado a departamentos habitacionales y oficinas ubicada en la ciudad de Riobamba.

Se generará los siguientes **documentos de control** que se los utilizará durante todas las etapas del proyecto:

- Plan de ejecución BIM (PEB),
- Solicitud de información BIM(SDI),
- Manual básico de entrega de información (MEI).

Esta documentación o formatos son aquellos en los que se llevará toda la planificación y control de avances, diseños y modelos dentro de sus etapas ya establecidas anteriormente. Es decir, son documentos del cómo se va a aplicar e implementar la metodología BIM.

Adicionalmente a esto, cabe especificar que el MEI es un manual que se creará basado en el manejo de información y control de los modelos BIM con el objetivo de obtener resultados estandarizados para su respectivo análisis.

Una vez logrado los estándares requeridos se realizará los diferentes **modelos BIM** con sus respectivos **entregables**:

1. Modelo de sitio: movimiento de tierras, ubicación georreferenciada y topografía del sitio.
2. Modelo volumétrico: Vista esquemática de la ubicación de la construcción dentro del predio.
3. Modelo de arquitectura: Planos arquitectónicos, cuantificación de acabados y materiales (mampostería, revestido, enlucido, pintura, cielo falso, suelos, puertas, barrederas, ventanas, etc.) y presupuesto referencial.
4. Modelo Estructural: Planos estructurales, cuantificaciones de materiales (hormigón, acero y planilla de hierros) y presupuesto referencial.

5. Modelo mecánico, eléctrico e hidrosanitario (MEP): Planos hidrosanitarios, eléctricos, cuantificaciones de materiales (tuberías, bombas, accesorios, aparatos sanitarios, cableado, canales, piezas eléctricas, etc.) y presupuesto referencial.
6. Modelo de coordinación: Posibles errores de diseño y construcción, generación de cronogramas de trabajo.

Estos modelos y sus entregables serán generados a partir de los diseños finales de las áreas técnicas respectivas que nos proporcione la empresa en donde podemos cuantificar y generar lo establecido anteriormente de forma organizada e inmediata con la herramienta Revit. Adicionalmente dentro de nuestros objetivos específicos se encuentra la automatización bajo estándares BIM, el cual lo realizaremos mediante la herramienta del mismo programa llamado Dynamo, que, mediante nuestra programación o algoritmos vinculamos nuestros modelos con Excel para que cualquier cambio que se realice en el modelo también cambie automáticamente la cuantificación de materiales y costos.

Una vez terminado el proceso de modelamiento donde sus elementos contarán con un máximo de NDI-2 (nivel de detalle de elementos del modelo) se obtendrá resultados de cada uno de ellos. Estos modelos serán correlacionados entre sí para realizar un análisis con el fin de encontrar sus inconsistencias posibles entre áreas técnicas.

Cabe recalcar que a pesar de que también se está involucrado con los diseños tanto de ingeniería como de arquitectura, la respectiva investigación de titulación se enfocará en la implementación BIM con los mismos, buscando la estandarización de procesos.

## 1.4. Objetivos

### Objetivo general

- Aplicar estándares BIM con normativas internacionales desde la etapa de factibilidad hasta su planificación con la finalidad de obtener documentos de control necesarios y entregables para el ente de regulación y la empresa constructora

### Objetivos específicos

- Generar documentos para el control e implementación de la metodología BIM en sus diferentes etapas, siendo estas: plan de ejecución BIM (PEB), solicitud de información BIM(SDI) y un manual básico de entrega de información (MEI).

- Generar entregables BIM de los seis primeros modelos con el fin de coordinar mediante interoperabilidad todas las áreas técnicas del proyecto y realizar las correlaciones entre los mismos.

- Generar una automatización bajo estándares BIM para cuantificar materiales, planos, presupuestos referencial y cronograma de los modelos de sitio, arquitectónico, estructural y MEP (mecánico, eléctrico e hidrosanitario).

- Realizar un análisis comparativo de las características en términos de costos referenciales entre una estructura de hormigón armado y de acero sometido bajo las mismas condiciones de estándares BIM.

# 2. Capitulo II: Fundamentación Teórica

## 2.1. Panorama actual de la construcción en el Ecuador

El sector de la construcción a lo largo de la historia ha sido pionera en generar empleo y ser un motor del desarrollo económico de un país. En el Ecuador el sector inmobiliario aporta de gran medida al comportamiento macroeconómico como se pudo ver durante los años del 2007 al 2015 por el incremento de gasto del sector público siendo una de las principales razones del aumento de infraestructura y proyectos inmobiliarios en el país (Vergara, 2017) . Esos años dentro del país la construcción tanto pública como privada represento alrededor del 10% del PIB, el año 2014 presento uno de los puntos más altos con un valor de 9.83% del PIB demostrando el alto ingreso de este sector para el país y formando parte de los sectores que más genera empleo.(Lucero, 2019).

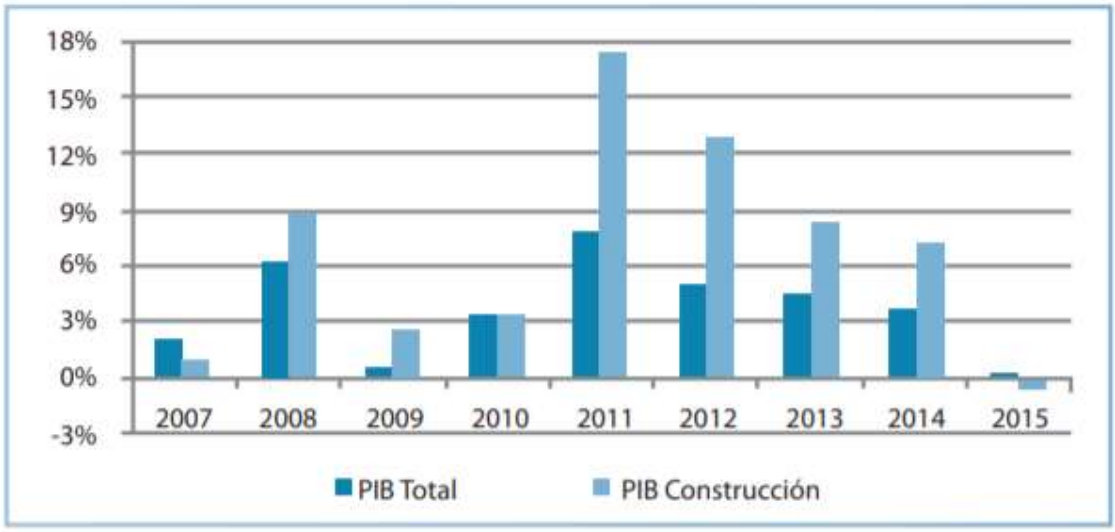



*Figura 1. PIB Ecuador*

*Fuente: Banco central*

A partir del año 2015 este sector comenzó a tener una baja en su producción tanto en el ámbito público y privado. Este hecho se dio por varios factores principalmente por la baja del precio del petróleo. El Ecuador al tener su mayor ingreso del petróleo y viviendo una baja de su precio fue forzando a reducir sus gastos en varios sectores como la construcción, "muestra que, en un país fuertemente dependiente de las exportaciones de materias primarias, un alza súbita de los precios de aquellas materias puede tener efectos perversos sobre el conjunto de la economía"(Fontaine, 2002). Al sufrir una baja considerable del gasto en el sector inmobiliario se vio un descenso de la aportación de empleos por parte de este sector. Según el instituto nacional de estadísticas y censos (INEC) con su "Encuesta

Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU)" publicada en diciembre del 2019 presenta la siguiente tabla.

Tabla 1. PIB Ecuador

| Rama de actividad | dic-14 | dic-15 | dic-16 | dic-17 | dic-18 | dic-19 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Agricultura, ganadería, caza y silvicultura y pesca | 24.4% | 25.0% | 25.6% | 26.1% | 28.3% | 29.40% |
| Comercio | 18.9% | 18.8% | 19.0% | 19.1% | 18.1% | 17.90% |
| Manufactura (incluida refinación de petróleo) | 11.3% | 10.6% | 11.2% | 11.3% | 10.7% | 10.30% |
| Enseñanza y Servicios sociales y de salud | 6.8% | 7.1% | 6.9% | 6.8% | 6.7% | 6.70% |
| Alojamiento y servicios de comida | 5.5% | 6.1% | 6.5% | 6.4% | 6.0% | 6.10% |
| Construcción | 7.4% | 7.3% | 7.1% | 6.7% | 6.8% | 6.10% |
| Transporte | 5.9% | 6.2% | 5.7% | 5.9% | 5.8% | 5.80% |
| Actividades profesionales, técnicas y administrativas | 4.3% | 4.5% | 4.2% | 4.5% | 4.8% | 4.90% |
| Otros Servicios | 3.8% | 3.9% | 3.9% | 3.6% | 3.7% | 3.70% |
| Administración pública, defensa; planes de seguridad social obligatori | 4.4% | 4.4% | 4.2% | 4.3% | 3.4% | 3.40% |
| Servicio doméstico | 3.3% | 2.7% | 2.8% | 2.5% | 2.9% | 3.00% |
| Correo y Comunicaciones | 1.2% | 1.2% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 0.90% |
| Actividades de servicios financieros | 1.0% | 0.8% | 0.6% | 0.7% | 0.8% | 0.70% |
| Suministro de electricidad y agua | 1.0% | 0.7% | 0.6% | 0.7% | 0.6% | 0.60% |
| Petróleo y minas | 0.8% | 0.7% | 0.6% | 0.4% | 0.6% | 0.50% |
| Total | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |

*Fuente: Banco central*

Como se puede apreciar el sector de la construcción se encuentra en los primeros 5 puestos que genera empleo en el país, sin embargo, las crisis que atraviesa el Ecuador demuestran una baja considerable del 7.4% en el año 2014 al 6.1% de empleo en el año 2019.

En el año 2020 fue uno de los sectores económicos más golpeados por el covid-19 forzando a que todo el sector tome nuevas medidas y genere nuevos planes de trabajo. "En la actualidad se ha originado una crisis inmobiliaria a nivel mundial."(Arboleda, 2011). Esta crisis a justificado la necesidad que presenta este sector para encontrar nuevas metodologías que demuestren tener resultados adecuados para la optimización de recursos como materia prima, mano de obra,

presupuestos y tiempo. El objetivo de este trabajo de titulación va enfocado a implantar una de las metodologías que en los últimos años se ve en auge e implementar en un proyecto en el Ecuador

### 2.2. Necesidad de tecnologías actualizadas en la construcción

Actualmente la metodología tradicional de desarrollo y gestión del proceso constructivo no facilita la inclusión de herramientas eficaces para reducir el grado de incertidumbre y riesgo de la iniciativa del promotor, y también con el fin de aumentar la fiabilidad y exactitud del cumplimiento de los objetivos en términos de tiempo, costo y calidad (Villena Manzanares, Francisco; García Segura, Tatiana; Ballesteros-Pérez, Pablo; Pellicer, 2019). Hablando estadísticamente según la AIA (Instituto Americano de Arquitectos) nos dice que el 92% de los proyectos, la información del diseñador es insuficiente para la construcción, el 90% de los proyectos termina con un sobrecosto de alrededor del 10% extra, el 95% de los proyectos no se terminan en el plazo de tiempo establecido o programado y también estamos hablando de que el 37% de los materiales de construcción terminan siendo un desperdicio y esto hablando en una industria donde se encuentra manejada de mejor la manera que la industria de nuestro país con sus procesos y metodologías.

Con este precedente, se tiene la necesidad de modernizar la industria de la construcción, de adecuarlo con exigencias de sostenibilidad actuales haciendo un salto del método cualitativo tradicional que normalmente se maneja varios aspectos del proyecto por separado, como planos CAD, presupuestos, modelos visuales, cronogramas, planillas, lista de compras, materiales, etc. Tener resultados eficientes nos exige cambiar a un entorno digital global en el cual se abarque todo el ciclo de vida de un proyecto (desde su inicio hasta su demolición) y dentro del cual permita la integración y colaboración de todos los agentes que estén involucrados en el proceso. Y para lograr solucionar esta problemática de pasar al siguiente paso en la gestión, diseño, control, construcción, operación y mantenimiento, está la metodología BIM, la cual ya ha sido probada y utilizada en muchos países siendo un éxito y algunos de estas ya llegando hasta estandarizarla, cosa que se esperaría algún momento se de en nuestro país de igual manera.

Y dentro del respectivo trabajo de titulación uno de los objetivos de este capítulo es mostrar la necesidad de adoptar nuevas metodologías de construcción como el ya mencionado BIM para hacer reflexionar a gerentes y directivos de empresas a fin a la construcción y posteriormente proporcionar los respectivos formatos, documentos y modelos para su aplicación para la empresa privada y esperando algún día también se pueda llegar a lo que es la contratación pública. Las empresas con afines a la construcción a nivel mundial están experimentando un cambio tecnológico de gran

relevancia con respecto a cómo el BIM influye en nuevas formas de redacción, desarrollo y presentación de proyectos (Villena Manzanares, Francisco; García Segura, Tatiana; Ballesteros-Pérez, Pablo; Pellicer, 2019). Aclarando que BIM no solo permite el diseño en 3D (cual ya existía previamente) sino que este permite crear y manejar el sistema en 3D como que se tratase de un sistema de información y he ahí donde se encuentra las grandes ventajas, permitiendo introducir más varíales y contenidos tales como tiempos y costos, con gran organización. Algunos autores ya consideran a la aplicación de la metodología BIM en si como una innovación sin límites o también se podría decir una innovación sistemática (Gomez Sanchez, Juan; Rojas Quintero, Juan; Aibinu, 2016; José Roberto & Karem Asthrid, 2014; Villena Manzanares, Francisco; García Segura, Tatiana; Ballesteros-Pérez, Pablo; Pellicer, 2019).

### 2.3. ¿Qué es el BIM?

El termino BIM viene de sus siglas en inglés Building Information Modeling, es una metodología que busca el uso adecuado de información de un proyecto de construcción que nos perímete diseñar, construir, gestionar y realizar manteamiento de este ejecuantondolo de una forma colaborativa y eficiente entre todos los integrantes del proyecto. Lo que busca el BIM es pasar de un trabajo tradicional con planos o archivos CAD en 2D a modelos muchos más completos incluyendo 3D, tiempo, costos, eficiencia y mantenimiento. La metodología BIM no se limita solo a la construcción o del diseño si no todo el ciclo de vida del proyecto reduciendo sus costos y tiempos en todas las fases (Smart Building Spanish Chapter, 2018).

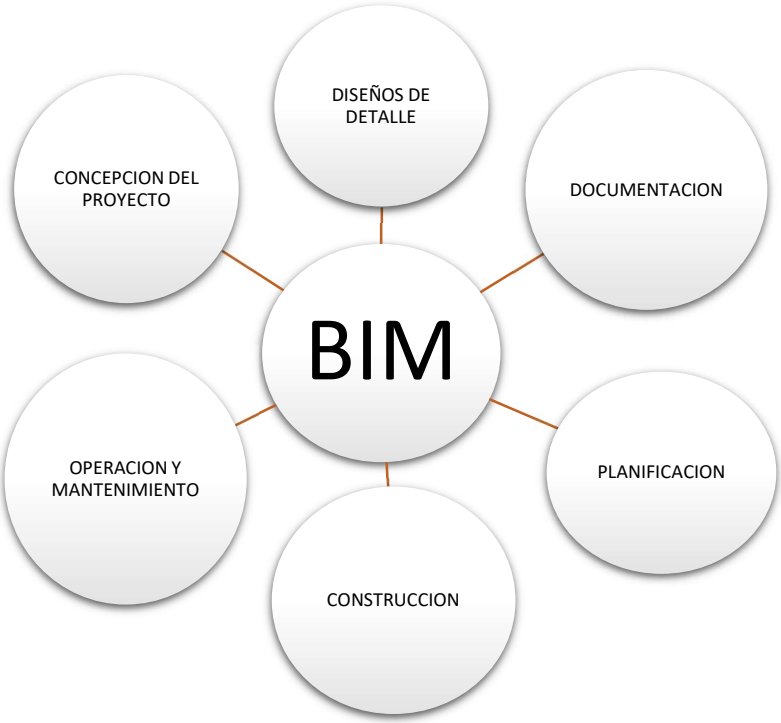



*Figura 2. Entorno BIM*

*Fuente: Banco central*

Para entender lo que es la metodologia BIM se presenta los siguientes puntos clave:

- Metodologia de trabajo: BIM no es el sotware, es una metodología que tutiliza ciertas herramientas y/o sotware que le permiten aprovechar su 100% de potencial.
- Colaborativa: Un trabajo en conjunto con todos los actores involucrados en el proyecto trabajando en tiempo real. Este punto es fundamental para el éxito del proyecto usando BIM todas las ramas tecnicas del proyecto deben estar cominicadas tiempo real para minimzar erros constructivos y/u otros problemas.

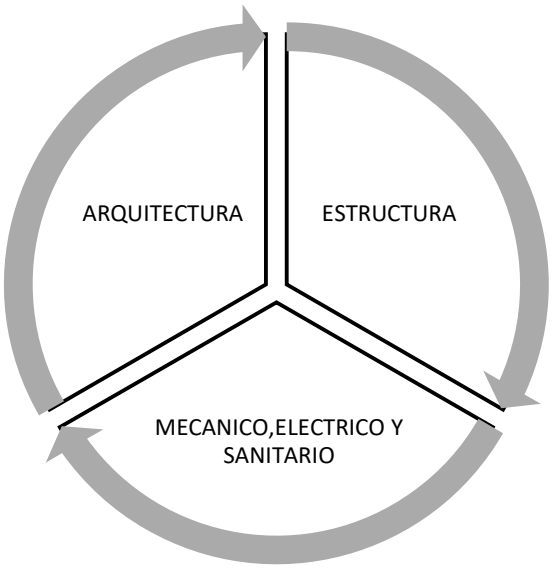



*Figura 3. Colaboración e interoperabilidad*

*Fuente: Banco central*

- Base de datos (Maqueta Digital+Datos externos): Considerar como una base de datos, más que un modelo 3D.
- Todo el ciclo de vida: BIM abarca todo el ciclo de vida del proyecto desde su planificación hasta su operación.

En el caso que se maneje de manera correcta la metodología BIM, es decir con la capacitación necesaria dando todos los enfoques y estandares necesarios con datos estructurados para la correcta interoperabilidad entre todos los imbolucrados del proyecto podemos obtener resultados que de manera grafica podemos visualizarla en la siguiente imagen.

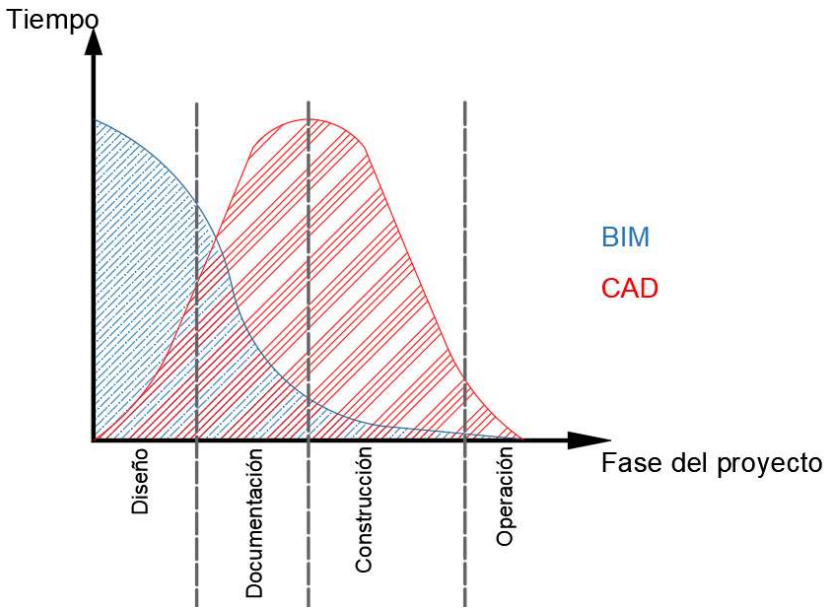



*Figura 4. CAD vs BIM*

*Fuente: Elaboración propia*

Se representa la gran diferencia entre el BIM vs CAD (trabajo en 2D) en función del tiempo, a simple vista podemos sacar una conclusión en cada fase. Durante la etapa de diseño y la etapa de obtención de información la metodología BIM abarca una gran cantidad de tiempo en comparación a la forma de trabajar con CAD, este acontecimiento es ocasionado a todos los estándares que debe cumplir la metodología BIM para poder continuar con alguna otra fase, ya que exige un control de la información y documentos para generar entregables de alta calidad.

A pesar de esto el flujo de trabajo con CAD es rápido y esto no quiere decir que sus entregables sean de mala calidad al contrario se puede gestionar de una forma con el fin que sus resultados durante la primera etapa del proyecto sean satisfactorios. La gran diferencia entre estas dos formas de trabajo viene en las siguientes fases la gran ventaja que presenta al BIM sobre CAD es la interoperabilidad que exige la metodología y la eficiente forma de realizar modificaciones a la información existente. Con un ejemplo podemos poner en contexto este hecho, durante un proyecto pueden existir varios conflictos entre áreas técnicas como son arquitectura, estructural, hidrosanitario, eléctrico, etc.

En la etapa de documentación o construcción es probable que se presente un conflicto entre diseños y para esto se deben reunir los involucrados y ponerse de acuerdo en los cambios que se vayan a realizar, si ya se tiene la documentación hecha como planos y rectificarlos con el trabajo en CAD tomaría mucho tiempo hasta llegar a los planos definitivos. Esta situación es muy frecuente en cada proyecto, sin embargo la metodología BIM ofrece una versatilidad por la exigencia de manejo de

información desde el inicio del proyecto y una correcta colaboración mediante interoperabilidad de programas y las metodologías de trabajo que se emplea, si nos ubicamos en el ejemplo anteriormente planteado el BIM por la facilidad de manejar información y el uso de softwares especializados permiten una rápida corrección de errores y cada modificación que se realice va a ser informada a todos los integrantes del proyecto de una forma simultánea con el objetivo de reducir errores y mejorar la comunicación con el equipo de trabajo.

A lo largo de los años desde 1975 esta metodología fue avanzando hasta el punto de que varios países lo fueron adoptando por la eficiencia que presentaba. Actualmente países como Inglaterra, Estados Unidos o España ya cuentan con normativas para la aplicación del BIM en proyectos de construcción tanto públicos y privados. Esto nos daría la idea que los países europeos y norteamericanos tienen un conocimiento amplio en el tema, sin embargo, países sudamericanos ya tienen un auge completo de esta metodología como son Colombia, Perú o Chile.

### 2.4. Implementación BIM.

Objetivo y alcance diferentes al presentado en el capítulo I, el cual son los objetivos y alcances del trabajo de titulación. En este punto se toma el objetivo y alcance en sí de la implementación BIM según la visión de los diferentes actores que actúan en el proyecto, ya que como para el cliente puede ser como en dinero como para el constructor puede ser en planificación, pero en una lista más clara se presenta a continuación.

**Objetivos Generales**

- Aumentar la productividad y competitividad en la industria.
- Mejorar la calidad y eficiencia en todo el ciclo de vida.
- Reducir costos, plazos e ineficiencia en todo el ciclo de vida.
- Mejorar la predictibilidad, control de costos y plazos.
- Aumentar la trazabilidad y transparencia de la información.
- Proveer mejores herramientas para la participación ciudadana.
- Fomentar una industria colaborativa y el uso de estándares comunes.
- Asegurar el cumplimiento normativo y reducir los tiempos de aprobación de permisos.

**Objetivos Específicos**

- Propietario: Valor que le puede aportar para el mantenimiento al edificio

- Constructora: Facilitar la planificación de obra, mejor entendimiento de la obra
- Arquitecto: Mejor concepto de diseño y entendimiento con el cliente
- Ingenieros: Mayor eficiencia en diseños estructurales, eléctrico, mecánico e hidrosanitario (MEP).
- Administradores: Control financiero del proyecto.

Pero como resumen podemos decir que su objetivo es:

Garantizar que la información de proyectos sea suficientes, consistente, de buena calidad e interoperable. Y con esto buscar acciones de los sectores de la construcción para lograr un aumento de la productividad y sustentabilidad de la industria de la construcción (Plan BIM, 2019)

**Alcance**

Estas implementaciones aplican a proyectos de diferente complejidad independiente de su tipología y a lo largo de su ciclo de vida. Realizando lo que es el intercambio de información entre el equipo de trabajo con su respectivo CDE y con el cliente a la vez, y la generación de los diferentes flujos de información para la adecuada organización (Plan BIM, 2019)

### 2.5.1 Ejes fundamentales del BIM

El taboo que ha hecho presente varios años dentro de la industria de la construcción respecto al BIM es la creencia de que el BIM es un software lo cual es completamente incorrecto. Si lo comparamos con un iceberg el uso de un software solo sería la parte que sobresale por encima del agua que solo representa un porcentaje bajo, sin embargo, la parte oculta por el agua es la parte de la implementación de metodología que contempla la parte de la colaboración, gestión, información u nuevas tecnologías.

Para que una implementación BIM sea exitosa debe ser se debe enfocar en 4 ejes fundamentales que en conjunto logran los resultados que se encuentran en estudios realizados sobre esta metodología. Dichos pilares son:

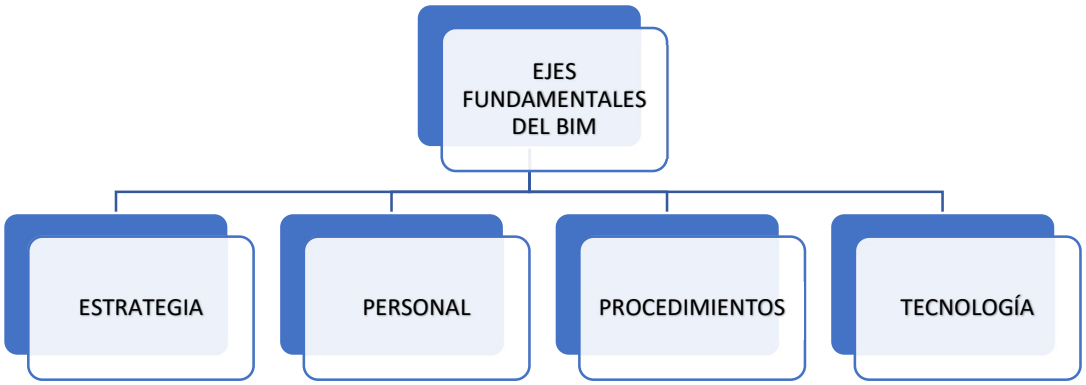



*Figura 5. Ejes fundamentales del BIM*

*Fuente: Elaboración propia*

- Estrategia; La organización que desea implementar BIM debe formular una estrategia con un valor agregado al trabajo de las personas e incluir la difusión de como esto aumenta la competitividad de la organización.
- Personal: Se debe definir la estructura organizacional y roles de cada individuo involucrado durante cada proceso del proyecto y los cuales deben estar capacitados en todos los temas correspondientes a su área.
- Procedimientos: Se debe establecer cómo se va a realizar las actividades necesarias para crear o modificar servicios y productos mediante el BIM. Este pilar se ve en constante cambio conforme la empresa y los coordinadores BIM van mejorando procesos, formatos y metodologías de trabajo, seguimientos y control durante el proyecto.
- Tecnología: Con el avance de la tecnología durante los años se necesita implementarla y aprovecharla máximo para obtener los resultados deseados y complementar los 3 pilares anteriormente explicados.

### 2.5.2 Acciones necesarias para implantar BIM

A lo largo de la implantación del BIM se basa en 4 ejes fundamentas que se mencionaron anteriormente, sin embargo, dichos ejes deben ser usados durante 3 fases que consiste en planificación, implantación y mantenimiento.

Las personas encargadas de la implantación deben entender las ventajas y desventajas que conlleva todo este proceso por lo tanto en una organización se deben cumplir medidas en cada fase para lograr con éxito una implantación.

Podemos dividir cada fase en grupos de acción para ir controlando la implantación en una empresa.

I. Planificar
    a. Definir los beneficios de BIM
    b. Planificar y priorizar acciones
    c. Gestionar el cambio organizacional
II. Implantar
    a. Levantar y documentar procesos
    b. Determinar la información
    c. Implantar acciones BIM
III. Mantener
    a. Medir y controlar la incorporación y utilización de BIM
    b. Gestionar la mejora continua

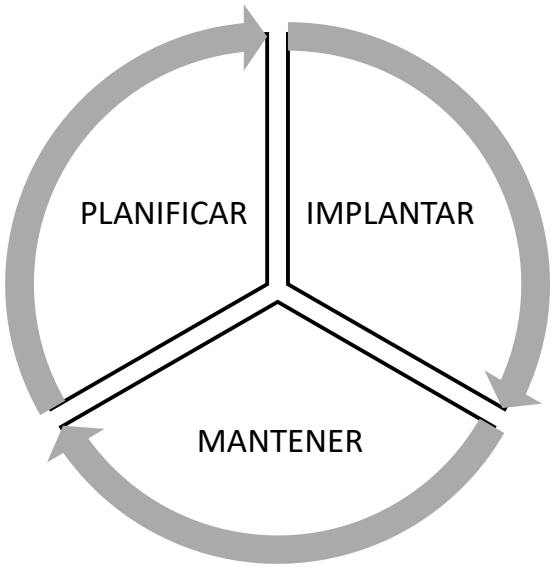



*Figura 6. Fases de implementación BIM*
*Fuente: Elaboración propia*

Todo el proceso BIM es un ciclo que busca la mejora y optimización de procesos conforme se vaya aprendiendo de los errores para obtener los mejores beneficios de la metodología.

En el siguiente esquema detallamos cada acción y como se van a emplear usando los 4 pilares del BIM

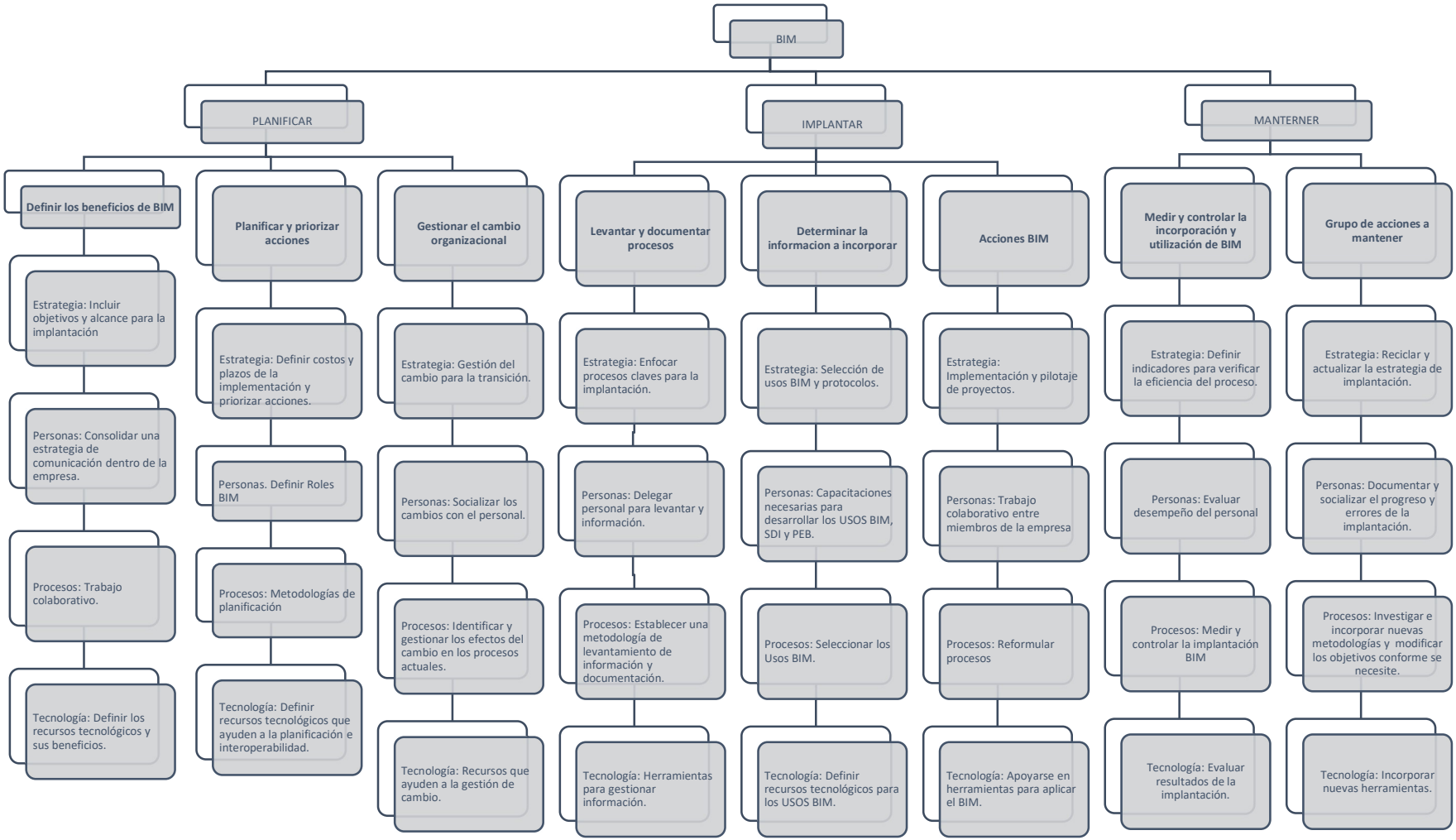



*Figura 7. Acciones para la implementación BIM*

*Fuente: Elaboración propia*

### 2.5. Estándares internacionales BIM

Se presenta una tabla resumen en donde se indica documentos, normativas y estándares utilizados para la correcta aplicación de la metodología, misma tabla que fue elaborada por *Planbim,* y de las cuales mismos documentos son utilizados como bibliografía de la presente implementación.

Tabla 2. Estándares internacionales BIM

| TIPO | NOMBRE | ESTANDAR | DESCRIPCIÓN |
|---|---|---|---|
| Base tecnológica | IDM<br>Infotmation Delivery Manual | ISO 29481-1: 2016<br>ISO 29481-2: 2012 | Describe procesos |
| | IFC<br>Industry Foundation Class | ISO 16739-1:2018 | Transporta información / datos |
| | BCF<br>BIM Collaboration Format | buildingSMART BCF | Cambios para la Coordinación |
| | IFD<br>International Framework for Dictionaries | buildingSMART Data Dictionary | Diccionario de términos |
| | MVD<br>Model View Definition | buildingSMART MVD | Traduce procesos en requisitos técnicos |
| | COBie<br>Construction Operations Building information exchange | BS 1192-4: 2014 | Transporta información / datos para operación |
| General | ISO BIM 1 | ISO19650-1: 2018 | Describe los conceptos y principios de BIM |
| | ISO BIM 2 | ISO19650-2: 2018 | Describe la fase de entrega de los activos |
| Base de conceptos | Project Building Information Protocol Form | AIA Document G202- 2013 | Define cinco Niveles de Desarrollo (LOD) |
| | Level of Development Specification | Level of Development Specification BIM Forum USA | Define seis Niveles de Desarrollo LOD |
| | Project Execution Planning Guide version 2.1 | BIM Planning at Penn State | Define veinticinco Usos BIM |
| | Matriz de Elementos/Objetos del US Veterans Affairs VA BIM Guide Define Tipos de Información para cada Entidad | VA BIM Guide | Define Tipos de Información para cada Entidad |
| | Manual Básico de Entrega de Información (MEI) | BIM Basic Information Delivery Manual - version 1.0 | Define 12 pasos para intercambiar información de manera estructurada |
| | Collaborative production of architectural, engineering and construction information - code of practice | BS 1192:2007 | Define las convenciones de nomenclaturas de archivos y carpetas |

*Fuente: Elaboración propia*

## 2.6. Formatos y documentación BIM

Como se mencionó dentro del alcance, el estándar en el cual se basará el respectivo trabajo será el "Estándar BIM para proyectos públicos" y en conjunto a las normas ISO 19650 1-2. Con esto dicho se presenta los documentos y conceptos necesarios para comprender la aplicación dentro del siguiente capítulo.

#### 2.6.1.1.Solicitud de información BIM (SDI)

La solicitud de información BIM es un documento que inicia el procedimiento de cualquier proyecto su objetivo es mostrar cuales son los entregables con su respectiva información del proyecto con la respectiva metodología (Plan BIM, 2019).

Dentro de nuestra implementación la solicitud de información BIM se va a manejar como un documento interno de la empresa para solicitar paquetes y entregables BIM a las diferentes disciplinas y/o personal dentro de la empresa.

En otras palabras y en la cual también se basó para la creación del respectivo formato es una pequeña gestión de alcance como en la metodología de PMBOK en el cual desglosamos todos sus paquetes de trabajo.

En su estructura se tiene esencialmente lo siguiente:

- Entregables/paquetes de trabajo y como se deben entregar,
- Usos, tipos de información y niveles de información BIM requeridos
- Estrategia de colaboración

La solicitud de información BIM en términos generales debe provocar como respuesta la entrega del plan de ejecución BIM (PEB), modelos BIM y documentos relacionados a dichos modelos que se solicitó el cliente.

#### 2.6.1.2.Manual Básico de entrega de información (MEI)

El manual básico de entrega de información consiente intercambiar y compartir la información de forma sistemática durante toda la vida del proyecto. El manual que vamos a presentar durante la implantación en nuestro proyecto ubicado en la ciudad de Riobamba es una adaptación de un grupo de empresas de Países Bajos y BuildingSmart Benelux y la guía que ofrece el PlanBIM de Chile (Plan BIM, 2019).

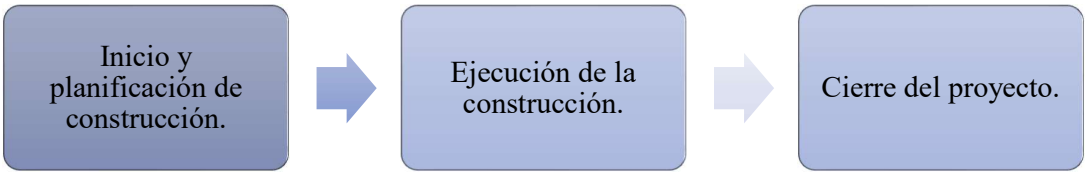
#### 2.6.1.3.Plan de ejecución BIM (PEB)

El plan de ejecución BIM o PEB viene a ser como la respuesta a una solicitud de información BIM o SDI por parte de los coordinadores BIM o la persona encargada de supervisar y determinar todos los procesos de que se implantan durante la metodología BIM.

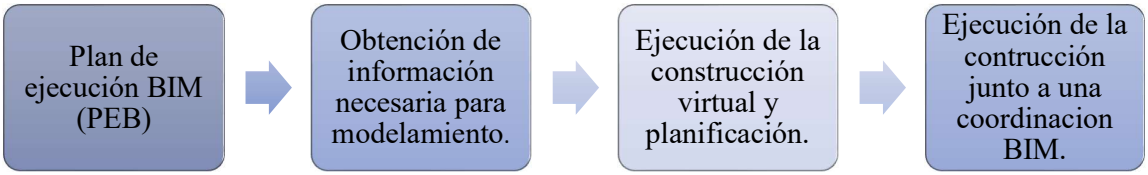
En pocas palabras podemos definir al PEB como un documento que busca exponer la gestión de información a base de procedimientos de intercambio usando una infraestructura tecnológica con el fin de cumplir las exigencias de solicitante para cualquier proyecto de construcción.

Ejecución

En un proyecto de construcción un orden lógico sería el siguiente:




Dentro del BIM, al hacer una construcción virtual antes de la construcción real, se tiene el siguiente orden:




Entonces con esta premisa definimos lo que es el plan de ejecución BIM (PEB), que es aquel documento en el que decimos como se va a llevar a cabo la metodología BIM caso contrario solo sería el uso de un software para sacar planos, cantidades, etc. Dentro del PEB entonces se lleva de la siguiente manera la cual es llevada y creada por un actor que es llamado el BIM Manager:

- Se define el proceso de ejecución de modelado y la gestión de información (el qué se quiere, cómo se lo realizará y cuándo se entregará)
- Se especifica los intercambios de información, de los involucrados y responsables
- Se establece toda la infraestructura tecnología y competencias que se requiera para la aplicación de la metodología.

Para este caso de estudio se realiza un respectivo formato general que se lo muestra dentro del capítulo III en el respectivo desarrollo, pero el mismo tiene los siguientes puntos base:

1. Documentación y permisos
2. Empresas participantes
3. Objetivos BIM
4. Usos BIM
5. Entregables BIM
6. EAIM cada entrega
7. Documentos Solicitados
8. Entorno compartido de datos
9. Procedimientos de reuniones
10. Organizaciones de modelos
11. Nombre de archivos BIM
12. COD general

## 2.7. Estándares BIM

### 2.7.1. Entregables BIM

La bibliografía revisada establece que los entregables BIM conforman toda la documentación e información esencial para generar los modelos BIM y la información que se puede obtener de los mismos. Los entregables BIM deben seguir un formato donde indiquen claramente los responsables al momento de recibir o entregar información como lo son:

- Documentación BIM
- Modelos BIM
- Documentos extraídos de los modelos como son: planos, planillas, cantidades obra, detalles, etc.

### 2.7.2. Modelos BIM

Los modelos dentro de BIM, son una representación en 3 dimensiones (3D), la cual se basa en entidades, se la inserta toda la información posible, la cual es generada por un actor del proyecto utilizando alguna de las herramientas de software BIM existentes. Estos modelos pueden gestionarse durante cualquier etapa de ciclo de vida del proyecto dependiendo de su utilización.

Una definición importante dentro del BIM es la información que posee cada modelo las cuales son dos:

- Información Geométrica: Parámetros geométricos como altura, ancho, espesor, volumen, etc.
- Información no geométrica: Parámetros físicos, mecánicos, químicos tales como resistencia la compresión (f'c), dilatación térmica, resistencia a los sulfatos, etc.

Es de vital importancia la compresión de estos dos términos ya que representan el éxito de la implantación BIM. Como se mencionó durante la introducción al BIM sus siglas en ingles son Bulding Information Modeling y aquí entra la sigla I dentro del proceso de implantación.

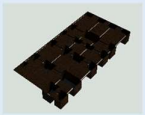
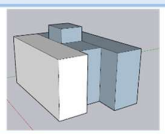
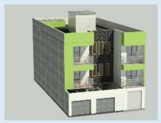
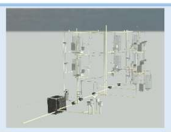
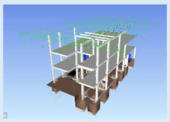
La información que nosotros proporcionamos a nuestros modelos va enfocada en los objetivos que queremos lograr ya que debemos de dotar a nuestros modelos de toda la información necesaria y sin ambigüedades para que los involucrados en cualquier proceso del proyecto ya sea presupuestos, fiscalización, residencia de obra, áreas técnicas o cualquier persona tenga la información necesaria para trabajar con eficiencia y no realizar reprocesos para obtener algún detalle necesario en su respectiva área.

Para saber qué información debe ser ingresada en el modelo debemos definir varios criterios y estándares que se verán los siguientes capítulos de este documento.

#### 2.7.2.1.Tipos de modelos

La clasificación de modelos nos permite clasificar la información necesaria que se van a ingresar en cada uno de ellos. La información ingresada en un modelo de arquitectura no va a ser la misma para un modelo estructural para ellos se elaboró un resumen de los diferentes estándares le presenta la siguiente tabla donde se muestra 9 tipos de modelos BIM que se puede generar dentro de un proyecto inmobiliario.

Tabla 3. Modelos BIM

| MODELO BIM | |
|---|---|
| Sitio |  |
| Volumétrico |  |
| Arquitectura |  |
| Estructura |  |
| MEP (Mecánico, eléctrico, e hidrosanitario) |  |
| Coordinación |  |
| Construcción |  |
| As - Built |  |
| Operación |  |

*Fuente: Elaboración propia*

Cada modelo va a intervenir en cada etapa de la vida útil del proyecto con un detalle especifico cumpliendo con las necesidades que exigen dicha etapa. Estos modelos deben establecerse según el "Estado de avance del modelo" que es termino empleado en el BIM el cual se lo hablara con más detalle en un capítulo posterior.

#### 2.7.2.2.Entidades de modelos BIM

Las entidades dentro de los modelos BIM son elementos reales o abstractos que se los representa virtualmente en las herramientas de software BIM como información para el mismo y su

representación en tres dimensiones (3D). Los términos de información geométrica y no geométrica son proporcionados a cada entidad en función de los objetivos del proyecto.

Dentro de la siguiente tabla aparte de presentar ejemplos de entidades que son básicas dentro de un modelo, pero según el proyecto pueden ser adicionadas más, se presenta una correlación entre los modelos BIM con las entidades BIM

Tabla 4. Correlación Modelos BIM- Entidades

| MODELOS BIM / ENTIDADES | | Ejes | Terreno | Elementos Civiles | Elementos Geográficos | Cimentación | Zonas/espacios | Columna | Viga | Losas | Muros | Ventanales | Puertas | Cubiertas | Cielo Falso | Escaleras/rampas | Equipos e instalación | Muebles | Estructuras especiales | Equipamiento y tableros MEP | Distribución y tuberias MEP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sitio | | | • | | | | • | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumetrico | | | • | | | | • | | | | | | | | | | | | | | |
| Arquitectónico | | • | • | • | • | | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | |
| Estructura | | • | • | • | | • | | • | • | • | • | | | • | | • | | | • | | |
| MEP | | • | • | | | | • | | | | | | | | | | • | | | • | • |
| Coordinación | | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | • | • | • |
| Costrucción | | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| As - Built | | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Operación | | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |

*Fuente: PlanBIM*

### 2.7.3. Pregunta claves en el BIM para el manejo de información.

El correcto manejo de la información es crucial para el éxito del BIM para ellos debemos responder las siguientes preguntas con herramientas que nos proporciona la metodología.

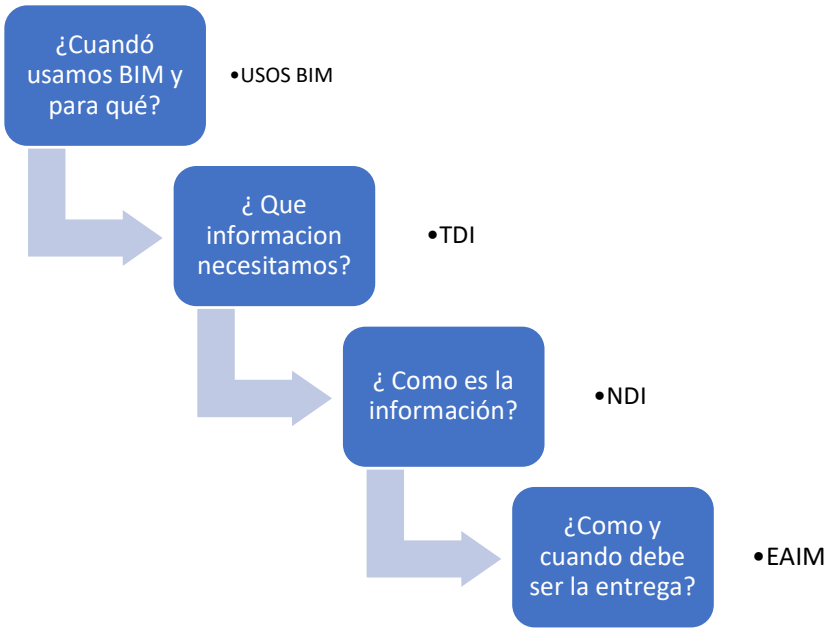



*Figura 8. Preguntas claves para manejo BIM*

*Fuente: Elaboración propia*

Como se ven en el grafico las preguntas son respondidas con cada una de las herramientas que proporciona el BIM para con el objetivo de realizar una implantación de la información exitosa.

#### 2.7.3.1.Usos BIM

Responder esta pregunta ¿Cuándo usamos BIM y para qué? Es el objetivo de los USOS BIM. Si bien varios países ya cuentan con normativas y/o estándares sobre el BIM donde podemos encontrar el tema relacionado a los USO BIM, todas estas normativas coinciden que los Usos BIM son las acciones específicas que se emplean en la metodología durante el ciclo de vida del proyecto. (Citar tesis" Buscar tesis de Perú").

Los Usos BIM que más se presentaron en la bibliografía como el PlanBIM o en el PEB proporcionado por la universidad de Pensilvania presentan cuatro fases macro que son: Planificación, diseño, construcción y operación. (Computer Integrated Construction Research Program, 2010).

La siguiente tabla presenta las fases que abarca cada fase.

Tabla 5. Usos BIM

| | USO BIM |
|---|---|
| 1 | Levantamiento de condiciones existentes |
| 2 | Estimación de cantidades y costos |
| 3 | Planificación de fases |
| 4 | Análisis del cumplimiento del programa espacial (zonificación) |
| 5 | Análisis de ubicación |
| 6 | Coordinación 3D |
| 7 | Diseño de especialidades |
| 8 | Revisión de diseño |
| 9 | Análisis estructura |
| 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 sistemas constructivos |
| 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 emergencias |

*Fuente: PlanBIM*

La siguiente tabla representa de forma gráfica la participación que puede tener un USO BIM a lo largo de toda la vida del proyecto, esto nos da una referencia de que tan importante es generar la información necesaria de cada elemento que conforman los USOS BIM para que las metodologías emplearse sean exitosas.

Tabla 6. Usos BIM - Fases del proyecto

| | USO BIM | 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 espacial (zonificación) | | | | |
| 5 | Análisis de ubicación | | | | |
| 6 | Coordinación 3D | | | | |
| 7 | Diseño de especialidades | | | | |
| 8 | Revisión de diseño | | | | |
| 9 | Análisis estructura | | | | |
| 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 sistemas constructivos | | | | |
| 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 emergencias | | | | |

*Fuente: Elaboración propia*

Si bien los usos BIM son 25 y son estandarizados para el sector de la construcción los encargados de los proyectos mediante la metodología BIM deben priorizar que usos BIM se deben emplear en cada proyecto para asignar los recursos necesarios para una mejor optimización de recursos, procedimientos, personal y tiempo.

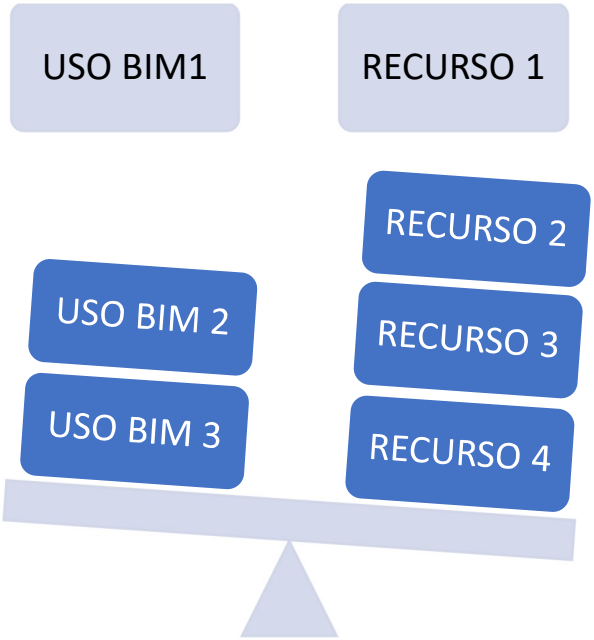



*Figura 9. Usos y recursos BIM*

*Fuente: Elaboración propia*

Si fuera el caso de que ninguno de los 25 Usos BIM presentados anteriormente cubre alguna actividad del proyecto se debe crear uno y definir donde y cuando va a tener participación dentro de las fases del proyecto y de igual forma no es necesario aplicarlos todos.

Los USOS BIM deben ser detallados claramente en el SDI o Solicitud de Información BIM, de la misma forma en el PEB para cumplir los objetivos del proyecto.

### 2.7.4. Tipos y niveles de información

Los términos tipos y niveles de información (TDI y NDI) detallan y explican que tipos de datos debe estar en las entidades de los modelos y el grado de información que estos deben de tener para ser aceptables respectivamente (Plan BIM, 2019).

Esta información es basada en la clasificación y propiedad intelectual de Plan BIM, misma que se basa en los estándares internacionales presentados anteriormente, y lo que se refiere al TDI y NDI es equivalente a lo que se llama como dimensiones BIM y LOD respectivamente.

#### 2.7.4.1.Tipos de información (TDI)

Los tipos de informa o TDI son basados en la norma ISO 16739 la cual presenta 1722 parámetros que especifican la información geométricas y no geométricas de modelos computacionales para la implantación BIM sin embargo los tipos de información TDI los cuales se utilizará en este trabajo que son básicamente equivalente a lo que son como las conocidas dimensiones BIM de estándares anteriores, son un grupo de quince grupos de datos que están contenidas en las respectivas entidades de los modelos. Estos mismos están organizados por la información que se puede colocar durante el ciclo de vida del proyecto, estos TDI se basan en la Matriz de Elementos/Objetos del *US Veterans Affairs*.

Tabla 7. Tipos de información BIM

| | TIPO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|---|
| | TDI_A | Información general del proyecto |
| | TDI_B | Propiedades físicas y geométricas |
| | TDI_C | Propiedades geométricas y de localización espacial |
| | TDI_D | Requerimientos específicos de información para el fabricante y/o constructor |
| | TDI_E | Especificaciones técnicas |
| | TDI_F | Requerimientos y estimaciones de costos |
| | TDI_G | Requerimientos energéticos |
| | TDI_H | Estándar sostenible |
| | TDI_I | Condiciones de sitio y medioambientales |
| | TDI_J | Validación de cumplimiento de programa |
| | TDI_K | Cumplimiento normativo |
| | TDI_L | Requerimientos de fases, secuencia de tiempo y calendarización |
| | TDI_M | Logística y secuencia de construcción |
| | TDI_N | Entrega para la operación |
| | TDI_O | Gestión de activos |

*Fuente: Plan BIM*

Ahora sabiendo la clasificación de los TDI debemos tener claro en que uso BIM respectivo se lo debe usar para conocer su alcance dentro de las fases del proyecto presentado anteriormente.

Tabla 8. Correlación TDI - Usos BIM

| TDI | USOS BIM | 1. Levantamiento de condiciones existentes | 2. Estimacion de cantidades y costos | 3. Planificacion de fases | 4. Analisis del cumplimiento de programa espacial | 5. Analisis de ubicación | 6. Coordinación 3D | 7. Diseño de especialidades | 8. Revisión de diseño | 9. Análisis estructural | 10. Análisis luminico | 11. Análisis energético | 12. Análisis mecánico | 13. Otros análisis de ingeniería | 14. Evaluación de sustentabilidad | 15. Validación de normativa | 16. Planificación de obra | 17. Diseño de sistemas constructivos | 18. Fabricacion 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 emergencias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TDI_A | | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| TDI_B | | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| TDI_C | | • | | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| TDI_D | | | • | • | | | | • | • | • | • | | • | • | • | | | • | • | • | • | • | • | • | | |
| TDI_E | | | • | • | | | • | • | • | • | • | | • | • | • | | • | • | • | • | • | • | • | • | | • |
| TDI_F | | | • | | • | | | | • | | | | | | | | • | | • | • | | | | • | | • |
| TDI_G | | | | | • | • | | • | • | | • | • | | • | • | • | | • | | • | • | • | • | • | • | |
| TDI_H | | | | | | | | • | • | | | • | | • | • | • | • | • | | • | • | • | • | • | | |
| TDI_I | | • | | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | | | • | | • | • | | • |
| TDI_J | | | | | • | • | | • | • | | • | • | | • | • | • | • | • | • | • | • | | • | • | • | • |
| TDI_K | | • | | | • | • | | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| TDI_L | | | • | • | | | • | | | | | | | | • | | • | • | • | • | | | | | | |
| TDI_M | | | • | • | | | • | | | • | | | • | | | | • | • | • | • | • | | | | | • |
| TDI_N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | • | • | | • | • | |
| TDI_O | | | • | | | | | | | | | | | | | | | | | | • | • | • | • | • | • |

*Fuente: Plan BIM*

#### 2.7.4.2. Niveles de información (NDI)

La forma de presentar la información geométrica y no geométrica de las entidades del modelo se lo conoce como los niveles de información NDI los cuales se utilizará en este trabajo que son básicamente equivalente a lo que es la conocida Level of Development (LOD) y las cuales se basa en el estándar desarrollado por el *The American Intitute of Arichitecs (AIA) y por BIMForum USA*. Las NDI son el grado de detallamiento que a la final es información la cual se requiere, que viene contenida dentro de las entidades que están en los modelos BIM y estas están relacionadas directamente con los TDI.

Se van a presentar seis niveles de NDI para generación de las entidades de los modelos BIM. Se aclara que mientras a mayor nivel, mayor nivel de información se tiene dentro de la entidad, pero claro se va a llegar a donde se lo requiera, o hasta donde el PEB lo estipule.

Dentro de la siguiente tabla se presentará que significa y que es lo que contiene cada NDI.

Tabla 9. Niveles de información BIM

| Concepto | | Descripción |
|---|---|---|
| **NDI - 1** | Información general | Información inicial, que puede ser estimativa, acerca de área, altura, volumen, localización y orientación de los elementos generales. |
| **NDI - 2** | Información básica aproximada | Información básica del tamaño, forma, localización, cantidad y orientación de los sistemas y elementos generales y su ensamblaje. |
| **NDI - 3** | Información detallada | Información detallada del tamaño, forma, localización, cantidad y orientación que sea relevante para el montaje de los elementos. |
| **NDI - 4** | Información detallada y coordinada | Información detallada y coordinada respecto del tamaño, forma, localización, cantidad, orientación e interacción entre los sistemas de construcción y sus elementos de montaje específico. |
| **NDI - 5** | 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. |
| **NDI - 6** | 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: PlanBIM*

La información al estar conectada los NDI deben presentar una relación con los TDI y por ende con los Usos BIM.

Tabla 10. Correlación NDI – TDI

| MODELOS BIM / ENTIDADES | | TDI_A | TDI_B | TDI_C | TDI_D | TDI_E | TDI_F | TDI_G | TDI_H | TDI_I | TDI_J | TDI_K | TDI_L | TDI_M | TDI_N | TDI_O |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NDI-1 | | • | • | • | | | • | • | • | • | • | • | • | | • | |
| NID-2 | | • | • | • | • | | • | • | • | * | • | • | • | | • | |
| NDI-3 | | • | • | • | • | • | • | • | • | * | • | • | • | • | • | |
| NDI-4 | | • | • | • | • | • | • | • | • | * | • | * | • | • | • | |
| NDI-5 | | • | * | • | • | • | • | • | • | * | • | * | • | • | • | • |
| NDI-6 | | * | * | • | • | • | • | • | • | * | • | * | * | * | • | • |

*Fuente: PlanBIM*

### 2.7.5. Estados de avance de información de modelos (EAIM)

Los estados de avance de información de modelos EAIM tanto para el SDI como para el PEB ya son establecidos dentro de estos, indicando para cada una en cual EAIM se debe entregar los modelos, uno de estos estados puede tener más de una entrega y estos dependen del grado de desarrollo del proyecto.

Se tiene los siguientes EAIM los cuales se dividen durante la fase de planificación, diseño, construcción y operación, los cuales son:

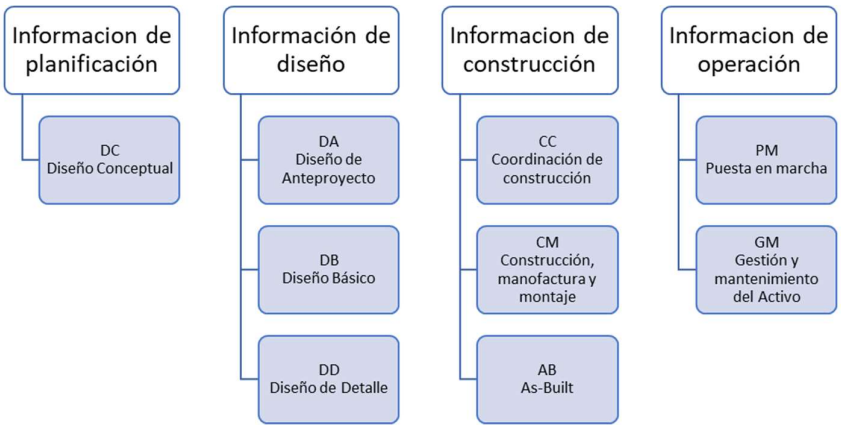



*Figura 10. Estados de avance de información del modelo*

*Fuente: PlanBIM*

Como también hablamos del grado de desarrollo del proyecto se presenta una tabla en donde se muestra que toda información avanza lógicamente con la entrega de los nueve modelos BIM.

Tabla 11. Correlación EAIM - Modelos BIM

| EAIM | MODELOS BIM | Sitio | Volumentrico | Arquitectura | Estructura | MEP | Coordinación | Costrucción | As - Built | Operación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Información de planificación** | DC | ● | ● | ● | ● | ● | | | | |
| **Información de diseño** | DA | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | |
| | DB | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | |
| | DD | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | |
| **Información de construcción** | CC | | | | | | ● | ● | | |
| | CM | | | | | | | ● | | |
| | AB | | | | | | | | ● | |
| **Información de operación** | PM | | | | | | | | ● | ● |
| | GM | | | | | | | | | ● |

*Fuente: PlanBIM*

Como todos estos estándares se encuentran correlacionados ya que nos encontramos en la misma metodología se presenta una correlación entre lo siguiente, que al igual que la posterior tabla tiene su secuencia lógica. Dependiendo el estado de avance de información del modelo las entidades que se encuentren en cada uno de ellos tiene un nivel de información (NDI) máximo que necesita para una etapa especifica del proyecto esto tiene como objetivo enfocar el tiempo en la recolección de información necesaria para cada etapa y poder usarla en función a los objetivos que se plantean en el proyecto.

Tabla 12. Correlación EAIM - Entidades - NDI

| EAIM | ENTIDADES | Ejes | Terreno | Elementos Civiles | Elementos Geográficos | Cimentación | Zonas/espacios | Columna | Viga | Losas | Muros | Ventanales | Puertas | Cubiertas | Cielo Falso | Escaleras/rampas | Equipos e instalación | Muebles | Estructuras especiales | Equipamiento y tableros MEP | Distribución y tuberías MEP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Información de planificación** | DC | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 |
| **Información de diseño** | DA | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-1 |
| | DB | NDI-2 | NDI-2 | NDI-2 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-2 | NDI-2 | NDI-2 | NDI-2 | NDI-2 | NDI-2 | NDI-2 | NDI-2 | NDI-2 | NDI-2 | NDI-2 | NDI-1 | NDI-1 | NDI-2 | NDI-2 |
| | DD | NDI-3 | NDI-2 | NDI-3 | NDI-2 | NDI-2 | NDI-3 | NDI-3 | NDI-3 | NDI-3 | NDI-3 | NDI-3 | NDI-3 | NDI-3 | NDI-3 | NDI-3 | NDI-3 | NDI-2 | NDI-2 | NDI-3 | NDI-3 |
| **Información de construcción** | CC | NDI-3 | NDI-3 | NDI-4 | NDI-3 | NDI-3 | NDI-4 | NDI-3 | NDI-3 | NDI-4 | NDI-3 | NDI-3 | NDI-4 | NDI-4 | NDI-3 | NDI-4 | NDI-3 | NDI-3 | NDI-3 | NDI-4 | NDI-4 |
| | CM | NDI-3 | NDI-3 | NDI-5 | NDI-4 | NDI-4 | NDI-5 | NDI-4 | NDI-4 | NDI-4 | NDI-4 | NDI-4 | NDI-4 | NDI-4 | NDI-4 | NDI-4 | NDI-5 | NDI-4 | NDI-4 | NDI-5 | NDI-5 |
| | AB | NDI-3 | NDI-3 | NDI-5 | NDI-4 | NDI-4 | NDI-5 | NDI-4 | NDI-4 | NDI-5 | NDI-4 | NDI-5 | NDI-5 | NDI-4 | NDI-5 | NDI-4 | NDI-5 | NDI-5 | NDI-5 | NDI-5 | NDI-5 |
| **Información de operación** | PM | NDI-3 | NDI-3 | NDI-5 | NDI-4 | NDI-4 | NDI-5 | NDI-4 | NDI-4 | NDI-5 | NDI-4 | NDI-5 | NDI-5 | NDI-4 | NDI-5 | NDI-4 | **NDI-6** | NDI-5 | NDI-5 | **NDI-6** | **NDI-6** |
| | GM | NDI-3 | NDI-3 | **NDI-6** | NDI-4 | NDI-4 | **NDI-6** | NDI-4 | NDI-4 | NDI-5 | NDI-4 | **NDI-6** | **NDI-6** | **NDI-6** | NDI-5 | NDI-4 | **NDI-6** | NDI-5 | NDI-5 | **NDI-6** | **NDI-6** |

*Fuente: PlanBIM*

## 2.8. Interoperabilidad y estrategias de elaboración.

El entorno de datos compartidos nos permite tener toda la información necesaria y recolectada para el uso de todos los involucrados del proyecto manteniendo la seguridad y calidad de cada documento, modelo o formato empleado. Por lo general se usan plataformas digitales o sistemas que permitan tres principales características.

- Trabajar de forma unificada y centralizada todos los modelos BIM.
- Controlar procesos de intercambio de documentación y modelos.
- Generar formatos que permitan comentarios, revisiones, y registros de cada modelo.

Estas plataformas que nos permiten compartir información y manejarlas entre varias personas las podemos encontrar de diversas formas como Dropbox, Mega, OneDrive o la propia nube de Autodesk que es el BIM 360 al ser una plataforma creada específicamente para todo el proceso de la metodología BIM usando programas de su misma casa comercial. Durante el presente trabajo de titulación se optó usar la plataforma de OneDrive.

### 2.8.1. Estatus del entorno de datos compartidos BIM

Según la ISO BIM 19650 parte 1 y 2 nos estandariza la estructura del CDE para llevar el correcto manejo colaborativo del mismo con todo el equipo de trabajo en sus diferentes roles BIM, estos son:

- Trabajo en progreso: Información que se encuentra en desarrollo para su posterior colaboración con el resto de equipo.
- Compartido: Información lista para ser compartida con el equipo de trabajo y susceptible a que posteriormente se realicen cambios por los modelos de coordinación
- Publicado: Información definitiva
- Archivado: Información que va a ser eliminada o reemplazada

## 2.9. Etapas del proyecto dentro del estándar BIM

### 2.9.1. Planificación (factibilidad)

La etapa inicial del proyecto conocida como etapa de planificación o factibilidad es la parte más fundamental, esto se debe a que durante esta etapa se cuantifican y se valoran todas las ventajas y desventajas que pueden existir en el proyecto. Con otras metodologías como las del PMI que se presenta en el PMBOK se pueden realizar varios análisis y gestiones como de involucrados,

cronogramas, costos, etc. El objetivo que tiene esta etapa durante la metodología BIM es evaluar las condiciones reales del proyecto y determinar todas sus ventajas y desventajas para preparar toda la documentación que se va a necesitar durante toda la vida del proyecto con el objetivo de tener un control minucioso de factor que va a intervenir durante el diseño, construcción y operación.

### 2.9.2. Diseño

La etapa de diseño conlleva el trabajo de todas las áreas técnicas en el caso de una edificación las áreas técnicas son arquitectura e ingenierías. Cada área técnica debe cumplir normativas de diseño como en el Ecuador debemos cumplir la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) y ser el caso normativa internacional, esta normativa debe ser revisa y corregida por las entidades encargadas de su revisión.

Como se mencionó anteriormente los diseños técnicos siempre presento un problema el cual es que cada profesional realiza su trabajo por separado teniendo una metodología de trabajo individual esto ocasionaba a largo plazo retrasos en aprobación de planos y memorias técnicas por el hecho que existían incongruencias, incumplimiento de normativa o fallas entre diciplinas técnicas.

La etapa de diseño debe ser coordinada y trabajada simultáneamente con todos los involucrados del proyecto para minimizar errores, tiempo y costos. Este trabajo provoca que durante la etapa de construcción se minimicen al máximo cualquier inconveniente entre áreas técnicas. Uno de los ejemplos más comunes que se presentan son los inconvenientes entre los diseños arquitectónicos y estructurales los cuales por la posible complejidad del proyecto se pueden ver comprometidos entre ellos. Al plantear metodologías de trabajo colaborativas tiempo real podemos llevar una comunicación con el objetivo de obtener un resultado eficiente y en un tiempo aceptable.

### 2.9.3. Construcción

La construcción presenta uno de los mayores retos para los profesionales al tener varios factores que pueden intervenir en el proyecto los cuales no fueron previstos o considerados al comienzo. Según el artículo “Comparación de implantación CAD vs BIM para proyectos de construcción, arquitectura e ingeniería” publicada por SENNOVA realizo una investigación en un proyecto real donde se aplicó la metodología BIM para cada etapa del proyecto y encontró que antes de empezar la etapa de construcción realizaron una coordinación de las áreas técnicas encontrando 296 errores entre disciplinas lo cual representa económicamente un valor de $ 31.222.679,00 (pesos colombianos) lo cual representa el 1% del costo total del proyecto.

La etapa de construcción va a presentar varios inconvenientes que estadísticamente va a ser muy difícil prevenir, sin embargo, lograr minimizar posibles percances es el objetivo de la metodología BIM. La construcción presenta todos estos inconvenientes por la alta participación de varias personas y/o empresas ya sean contratistas, proveedores, personal de la empresa encargada del proyecto, etc. A pesar de esto la correcta planificación de las actividades aplicando BIM evita que ciertas actividades se vuelvan críticas y ocasiones un incremento en costos durante la construcción.

### 2.9.4. Operación y mantenimiento

El mantenimiento se define como el conjunto de cuidados necesarios para que una edificación, industria, instalación, etc., puedan seguir funcionando (RAE, 2014).

Las limitaciones de varios flujos de trabajo llegan hasta la entrega del proyecto a los administradores o dueños del edificio. La documentación As Built es fundamental para la operación y manteamiento del proyecto, estos documentos y modelos obtenidos de las etapas anteriores dan la facilidad y la información necesaria a las personas encargadas del proyecto una vez habitado y funcionando al 100% puedan usarlos de una manera eficiente cuando lo necesiten.

Tener planos y modelos As Built ocasiona que exista un ahorro en mantenimiento al tener toda la información de cómo está construido la edificación y no tener que realizar estudios o actividades innecesarias para poder solucionar algún problema que se presente durante la vida útil del proyecto como puede ser un reforzamiento en el caso estructural, remodelación arquitectónica, reparación del sistema hidrosanitario y/o mecánico-eléctrico, mantenimiento de cualquier elemento arquitectónico, etc.

## 2.10. Organización de modelos y archivos BIM

Para la correcta aplicación de la metodología y tal como establece los respectivos estándares se necesita una organización adecuada con el fin de cumplir los siguientes parámetros necesarios.

- Información estructurada/estructuración de modelos
- Diseño de procesos BIM
- Nomenclatura y codificación
- Sistema de clasificación

Esto se verá reflejado dentro de nuestra documentación y modelos ya mencionados quedando claro que BIM es tener toda la información de forma organizada y estructurada ya que así se genera la

eficiencia que trae la aplicación de la metodología, caso contrario el más tardía e ineficiente que trabajar de la manera normal.

## 3. Capítulo III: Implementación BIM al caso de estudio: Edificio “Lluma”

Con lo dicho en el capítulo II y siguiendo la secuencia establecida por la metodología se crearon los diferentes formatos de solicitudes, seguimiento y manual para la correcta aplicación de la metodología empezando por la “Solicitud de información BIM (SDI)”, “Plan de ejecución BIM (PEB)” y “Manual de entrega de información (MEI)”.

Una vez expresado que se solicita, el cómo se lo realizará y el cómo se presentará se procede a realizar los diferentes modelos establecidos en la metodología que para el caso de estudio se irá hasta el sexto modelo, de los cuales siguiendo los lineamientos del MEI se podrá presentar los entregables solicitados.

Como se mencionó anteriormente la metodología BIM es un ciclo en el que se planifica, implementa y mantiene/mejora, que la cual va a la par de las nuevas tecnologías para ser más eficaces y eficientes, es decir en otras palabras que esta metodología puede seguir avanzando, mejorando cada vez que es aplicada y lo que se presenta a continuación es una manera de aplicarla buscando la estandarización de procesos, pero sujeto a su finalización a seguir mejorándola.

### 3.1. Ejecución de ejes fundamentales y acciones para implementar BIM

En el capítulo dos detallamos los 4 ejes fundamentales de la implantación BIM y las acciones para la implantación BIM (sección 2.5.1 y 2.5.2 respectivamente). Estos cuatro ejes se introducen en todas las fases de la implantación junto a sus sub-fases.

Al momento de implantar el BIM este paso es fundamental para evaluación y toma de decisiones de cómo se van a afrontar las deficiencias de procesos, falta de capacitación del personal, procedimientos estandarizados y el uso adecuado de herramientas. La siguiente matriz fue generada a partir de las necesidades y el alcance que tenemos dentro de este trabajo de titulación.

Tabla 13. Ejes de la implementación BIM (práctico)

| ACCIONES | FASES | PILARES | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **ESTRATEGIA** | **PERSONAL** | **PROCEDIMIENTOS** | **TECNOLOGIA** |
| **PLANIFICAR** | DEFINIR BENEFICIOS DE BIM<br><br>PLANIFICAR Y PRIORIZAR ACCIONES<br><br>GESTIONAR EL CAMBIO ORGANIZACIONAL | Socializar los beneficios del BIM dentro de la empresa BUIL & HIDRO. La implantación se verá enfocada en generar formatos y flujos de trabajo de modelamiento para garantizar resultados adecuados. | Capacitación inicial de los coordinadores BIM (Daniel Quisiguiña y Marcelo Buñay) para evaluar, aplicar y ejecutar todos los procesos BIM. | Estandarizar procesos de cambio para la información dentro de la empresa. Todo el personal debe elaborar un informe, solicitud y/o documento donde se detalle cualquier modificación en el área técnica respectiva. Estandarizar procesos de modelamiento para las diferentes áreas técnicas con el fin de usar los resultados o entregables BIM durante cada etapa del proyecto desde la concepción de la idea hasta la operación y manteamiento del edificio. | Evaluar diversas herramientas que podemos usar para la implantación de procesos BIM. |
| **IMPLANTAR** | LEVANTAR Y DOCUMENTAR PROCESOS<br><br>DETERMINAR LA INFORMACION A INCORPORAR<br><br>ACCIONES BIM | Ejecutar el uso de los formatos SDI, PEB y MEI para procesos internos dentro de la empresa. | Capacitar a los miembros de la empresa sobre los Usos BIM, manejo del PEB, SDI y MEI con las respectivas estandarizaciones de modelamiento | Ejecutar las estandarizaciones proporcionadas por los coordinadores BIM siguiendo los procedimientos de modelamiento y formatos para la entrega de información con la finalidad de usar los resultados por cualquier área técnica. | Durante la planificación se decidió implantar las herramientas prociónidas por Autodesk como REVIT, DYNAMO Y NAVISWORKS para generar los modelos BIM a la par de Excel para generar los presupuestos. |
| **MANTENER** | MEDIR Y CONTROLAR LA INCORPORACION Y UTILIZACION DE BIM<br><br>GRUPOS DE ACCIONES A MANTENER | Medir tiempo y costo del proyecto durante sus etapas de planificación y documentación | Evaluar el tiempo empleado por cada persona para medir su eficiencia y proponer correcciones durante el proceso | Evaluar los procesos establecidos verificando y comparando tiempos de ejecución y costos del proyecto | Evaluar herramientas tecnológicas como Proexcel, Robot Structural, Cypecad, etc para mejorar los procesos e interoperabilidad para la metodología BIM |

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.2. Flujo de trabajo e información

Una vez definido las necesidades que posee la empresa y enfrentarlos con los cuatro ejes fundamentales, las acciones necesarias para implementar BIM y las normativas y guías internacionales podemos realizar un esquema de flujo de trabajo e intercambio de información con el cual el Coordinador BIM debe garantizar que toda la información necesaria se comparta con todos los integrantes del proyecto los cuales son desde el cliente hasta las personas encargas de cada entregable.

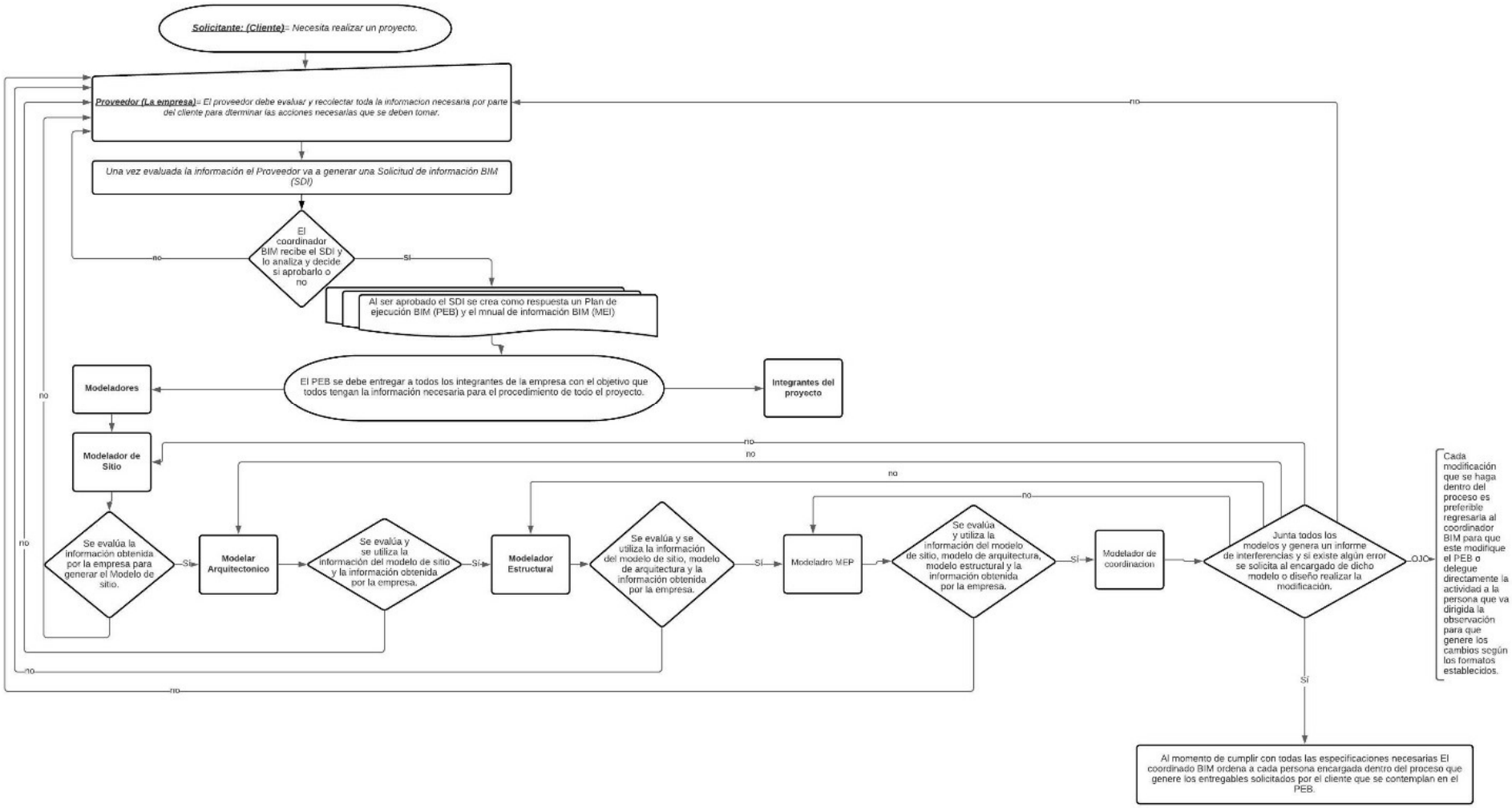



*Figura 11. Flujo de trabajo de información (práctico)*

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.3. Creación de documentos e implementación de la información.

Se generó formatos para la correcta aplicación de la metodología con la información estructurada como se explicó en el capítulo II.

#### 3.3.1. Solicitud de información BIM (SDI).

Como se estableció en el flujograma sobre nuestro flujo de trabajo e información el proceso de implantación BIM empieza con la solicitud de información BIM que genera la empresa según los requerimientos del solicitante.

La tabla que presentamos a continuación cumple con lo mencionado en el respectivo capítulo donde se habla del SDI.

El SDI contiene los objetivos claros que se desea llegar con el proceso de la implantación junto a todos los entregables BIM que se solicitada por el cliente a la empresa. Además, una información de cada responsable, Usos BIM, entidades, TDI y NDIs.

Tabla 14. Solicitud de información BIM

| **SOLICITUD DE INFORMACION BIM (SDI)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| **Código** | TEC-PRE-GEN-001 | **Versión** | 1.0 | **Fecha elaboración** | |
| **1. Datos del proyecto** | | | | | |
| **Nombre del proyecto** | Planificación, diseño y modelado de Proyecto inmobiliario edificio Lluma | | | | |
| **Coordinador BIM** | Daniel Quisiguiña/Marcelo Buñay | | | | |
| **Cliente** | Cliente | | | | |
| **Empresa** | Build & Hidro | | | | |
| **1.1. Objetivos** | | | | | |

**Objetivo general**

- Aplicar estándares BIM con normativas internacionales desde la etapa de factibilidad hasta su planificación con la finalidad de obtener documentos de control necesarios y entregables para el ente de regulación y la empresa constructora

**Objetivos específicos**

- Generar documentos para el control e implementación de la metodología BIM en sus diferentes etapas, siendo estas: plan de ejecución BIM (PEB), solicitud de información BIM(SDI) y un manual básico de entrega de información (MEI).

- Generar entregables BIM de los seis primeros modelos con el fin de coordinar mediante interoperabilidad todas las áreas técnicas del proyecto y realizar las correlaciones entre los mismos.

- Generar una automatización bajo estándares BIM para cuantificar materiales, planos, presupuestos referencial y cronograma de los modelos de sitio, arquitectónico, estructural y MEP (mecánico, eléctrico e hidrosanitario).

- Realizar un análisis comparativo de las características en términos de costos referenciales entre una estructura de hormigón armado y de acero sometido bajo las mismas condiciones de estándares BIM.

| **2. Fase de documentación administrativa** |
|---|
| TEC-PRE-GEN-001-MEI Manual de entrega de información |
| TEC-PRE-GEN-001-SDI Solicitud de información BIM |
| TEC-PRE-GEN-001-PEB Plan de ejecución BIM |

| **3. Fase de diseño** |
|---|
| TEC-DIS-001-SUE Estudio de suelos |
| TEC-DIS-001-ARQ Diseño Arquitectónico |
| TEC-DIS-001-EST Diseño Estructural |
| TEC-DIS-001-HID Diseño Hidrosanitario |
| TEC-DIS-001-ELE Diseño Eléctrico |

| **4. Fase de modelamiento** |
| --- |
| TEC-MOD-001-ARQ Modelo arquitectónico |
| TEC-MOD-001-EST Modelo estructural |
| TEC-MOD-001- MEP Modelo mecánico, eléctrico e hidrosanitario |
| TEC-MOD-001-SIT Modelo de sitio |
| TEC-MOD-001-COO Modelo de coordinación |
| **5. Fase de entregables y documentación final** |
| **5.1 Planos** |
| TEC-CONS-001-ARQ Plano arquitectónico |
| TEC-CONS-001-EST Plano estructural |
| TEC-CONS-001-HID Plano hidrosanitario |
| TEC-CONS-001-ELE Plano eléctrico |
| **5.1 Tabla de planificación** |
| TEC-MAT-SIT-01 Tabla de planificación corte y relleno |
| TEC-MAT-ARQ-01 Tabla de planificación de paredes (bloques) |
| TEC-MAT-ARQ-02 Tabla de planificación de enlucido |
| TEC-MAT-ARQ-03 EMP Tabla de planificación de empaste |
| TEC-MAT-ARQ-04 PIN Tabla de planificación de pintura interior y exterior |
| TEC-MAT-ARQ-05 Tabla de planificación cerámica de pared |
| TEC-MAT-ARQ-06 Pisos Tabla de planificación de pisos |
| TEC-MAT-ARQ-07 Tabla de planificación de ventanas |
| TEC-MAT-ARQ-08 Tabla de planificación de puertas |
| TEC-MAT-ARQ-09 Tabla de planificación de barrederas de piso |
| TEC-MAT-EST-HOR-01 Tabla de planificación de cimentación |
| TEC-MAT-EST-HOR-02 Tabla de planificación de columnas |

| |
|---|
| TEC-MAT-EST-HOR-03 Tabla de planificación de vigas |
| TEC-MAT-EST-HOR-04 Tabla de planificación de losas |
| TEC-MAT-EST-MET-05 Planilla de hierros |
| TEC-MAT-EST-MET-01 |
| TEC-MAT-EST-MET-02 |
| TEC-MAT-EST-MET-03 |
| TEC-MAT-HID 01 Tabla de planificación de aparatos sanitarios |
| TEC-MAT-HID 02 Tabla de planificación de tubería agua fría |
| TEC-MAT-HID 03 Tabla de planificación de tubería agua caliente |
| TEC-MAT-HID 04 Tabla de planificación de tubería PPR |
| TEC-MAT-HID 05 Tabla de planificación de tubería desagüe |
| TEC-MAT-HID 06 Tabla de planificación de tubería ventilación |
| TEC-MAT-HID 07 Tabla de planificación de accesorios de tubería |
| TEC-MAT-ELEC 01 Tabla de planificación de tomas corrientes |
| TEC-MAT-ELEC 02 Tabla de planificación de dispositivos de iluminación |
| TECMAT-ELEC 03 Tabla de planificación de tableros de distribución |
| TEC-MAT-ELEC 04 Tabla de planificación de luminarias |
| **5.2 Presupuesto** |
| TEC-COS-001-ARQ Presupuesto arquitectónico |
| TEC-COS-001-EST Presupuesto estructural |
| TEC-COS-001-HID Presupuesto hidrosanitario |
| TEC-COS-001-ELE Presupuesto eléctrico |

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 15. Desglose detallado de SDI

| SOLICITUD DE INFORMACION BIM (SDI) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| **Código** | TEC-PRE-GEN-001 | **Versión** | 1.0 | **Fecha elaboración** | |
| **1. Información del proyecto** | | | | | |
| **Nombre del proyecto** | Planificación, diseño y modelado de Proyecto inmobiliario edificio Lluma | | | | |
| **Coordinador BIM** | Daniel Quisiguiña/Marcelo Buñay | | | | |
| **Cliente** | Cliente | | | | |
| **Empresa** | Build & Hidro | | | | |
| | | | | | |
| **2. Fase de documentación administrativa** | | | | | |
| Código de actividad | TEC-PRE-GEN-001-MEI Manual de entrega de información | | | | |
| Nombre de actividad | Manual de entrega de información | | | | |
| Responsable | Coordinadores BIM/ Ing jefe | | | | |
| Descripción de actividad | Manual en donde se muestra cómo se debe modelar y hasta que información mínima debe de tener las entidades BIM | | | | |
| Entregables | MEI | | | | |
| Usos BIM | N/A | | | | |
| NDI | N/A | | | | |
| TDI | N/A | | | | |
| Entidades | N/A | | | | |
| Aprobación | OK | | | | |
| | | | | | |

| | |
|---|---|
| Código de actividad | TEC-PRE-GEN-001-SDI Solicitud de información BIM |
| Nombre de actividad | Solicitud de información BIM |
| Responsable | Coordinadores BIM/ Ing jefe |
| Descripción de actividad | Documento actual, donde se muestra todos los paquetes de trabajo e información BIM se requiere del proyecto |
| Entregables | SDI |
| Usos BIM | N/A |
| NDI | N/A |
| TDI | N/A |
| Entidades | N/A |
| Aprobación | OK |
| | |
| Código de actividad | TEC-PRE-GEN-001-PEB Plan de ejecución BIM |
| Nombre de actividad | Plan de ejecución BIM |
| Responsable | Coordinadores BIM/ Ing jefe |
| Descripción de actividad | Documento que muestra cómo se aplicará la metodología BIM con todos sus entregables, modelos, roles BIM, usos BIM, TDI, NDI, entidades, modelos BIM, objetivos y alcance |
| Entregables | PEB |
| Usos BIM | N/A |
| NDI | N/A |
| TDI | N/A |
| Entidades | N/A |
| Aprobación | OK |
| | |

| 3. Fase de diseño | |
|---|---|
| Código de actividad | TEC-DIS-001-SUE Estudio de suelos |
| Nombre de actividad | Estudio de suelos |
| Responsable | Ing especialista en suelos |
| Descripción de actividad | Estudio en base al SPT para determinar las propiedades necesarias del suelo a la vez que toma de muestras y en base a eso la presentación de la memoria de cálculo respectiva con sus conclusiones y recomendaciones para cimentación |
| Entregables | Informe de estudios de suelos |
| Usos BIM | N/A |
| NDI | N/A |
| TDI | N/A |
| Entidades | N/A |
| Aprobación | OK |
| | |
| Código de actividad | TEC-DIS-001-ARQ Diseño Arquitectónico |
| Nombre de actividad | Diseño Arquitectónico |
| Responsable | Arquitecto |
| Descripción de actividad | Diseño arquitectónico que se presenta en planos 2D |
| Entregables | Planos y memoria técnica |
| Usos BIM | N/A |
| NDI | N/A |
| TDI | N/A |
| Entidades | N/A |
| Aprobación | OK |

| | |
|---|---|
| | |
| Código de actividad | TEC-DIS-001-EST Diseño Estructural |
| Nombre de actividad | Diseño Estructural |
| Responsable | Ingeniero estructural |
| Descripción de actividad | Cálculo y memoria de cálculo respectiva en base al estudio de la misma |
| Entregables | Planos y memoria técnica |
| Usos BIM | N/A |
| NDI | N/A |
| TDI | N/A |
| Entidades | N/A |
| Aprobación | OK |
| | |
| Código de actividad | TEC-DIS-001-HID Diseño Hidrosanitario |
| Nombre de actividad | Diseño Hidrosanitario |
| Responsable | Ingeniero |
| Descripción de actividad | Cálculo y memoria de cálculo respectiva en base al estudio de la misma |
| Entregables | Planos y memoria técnica |
| Usos BIM | N/A |
| NDI | N/A |
| TDI | N/A |
| Entidades | N/A |
| Aprobación | OK |
| | |
| Código de actividad | TEC-DIS-001-ELE  Diseño Eléctrico |

| | |
|---|---|
| Nombre de actividad | Diseño Eléctrico |
| Responsable | Ingeniero |
| Descripción de actividad | Cálculo y memoria de cálculo respectiva en base al estudio de la misma |
| Entregables | Planos y memoria técnica |
| Usos BIM | N/A |
| NDI | N/A |
| TDI | N/A |
| Entidades | N/A |
| Aprobación | OK |
| **4. Fase de modelamiento** | |
| | |
| Código de actividad | TEC-MOD-001-ARQ Modelo arquitectónico |
| Nombre de actividad | Modelo arquitectónico |
| Responsable | Daniel Quisiguiña/Marcelo Buñay |
| Descripción de actividad | En base al diseño arquitectónico, se realiza el modelado en Revit con el nivel de información necesario de las entidades para poder emplear la metodología BIM |
| Entregables | Modelado arquitectónico 3D en base a la plantilla preprogramada |
| Usos BIM | Levantamiento de condiciones existentes; Estimación de cantidades y costos; Diseño de especialidades; Validación normativa |
| NDI | Con elementos con NDI 3 |
| TDI | TDI_A; TDI_B; TDI_E; TDI_I; TDI_K; TDI_C |
| Entidades | Ejes; Zonas/Espacios; Columnas; Vigas; Suelos; Muros; Muros cortina; Ventanas; Puertas; Cubiertas; Cielo falso; Escaleras; Aparatos sanitarios; Muebles; Estructuras especiales |
| Aprobación | OK |
| | |

| | |
|---|---|
| Código de actividad | TEC-MOD-001-EST Modelo estructural |
| Nombre de actividad | Modelo estructural |
| Responsable | Daniel Quisiguiña/Marcelo Buñay |
| Descripción de actividad | En base al diseño estructural, se realiza el modelado en Revit con el nivel de información necesario de las entidades para poder emplear la metodología BIM |
| Entregables | Modelado estructural 3D en base a la plantilla pre programada |
| Usos BIM | Levantamiento de condiciones existentes; Estimación de cantidades y costos; Diseño de especialidades; Validación normativa; Análisis estructural |
| NDI | Con elementos con NDI 3 |
| TDI | TDI_A; TDI_B; TDI_E; TDI_I; TDI_K; TDI_C |
| Entidades | Ejes; Cimientos; Columnas; Vigas; Losas; Muros estructurales; Cubiertas; Escaleras; Estructuras especiales |
| Aprobación | OK |
| | |
| Código de actividad | TEC-MOD-001- MEP Modelo mecánico, eléctrico e hidrosanitario |
| Nombre de actividad | Modelo mecánico, eléctrico e hidrosanitario |
| Responsable | Daniel Quisiguiña/Marcelo Buñay |
| Descripción de actividad | En base al diseño hidrosanitario y eléctrico, se realiza el modelado en Revit con el nivel de información necesario de las entidades para poder emplear la metodología BIM |
| Entregables | Modelado MEP 3D en base a la plantilla pre programada |
| Usos BIM | Levantamiento de condiciones existentes; Estimación de cantidades y costos; Diseño de especialidades; Validación normativa; Análisis energético; Análisis mecánico |
| NDI | Con elementos con NDI 3 |
| TDI | TDI_A; TDI_B; TDI_E; TDI_I; TDI_K; TDI_C |
| Entidades | Ejes; Zonas/Espacios; Aparatos sanitarios; Equipamiento y tableros MEP; Distribución y tuberías |
| Aprobación | OK |

| | |
|---|---|
| | |
| Código de actividad | TEC-MOD-001-SIT Modelo de sitio |
| Nombre de actividad | Modelo de sitio |
| Responsable | Daniel Quisiguiña/Marcelo Buñay |
| Descripción de actividad | En base a la toma de puntos topográficos en campo se realiza el modelado en Revit con el nivel de información necesario de las entidades para poder emplear la metodología BIM, en este caso determinar movimiento de tierras |
| Entregables | Modelado topográfico 3D en base a la plantilla preprogramada |
| Usos BIM | Levantamiento de condiciones existentes; Estimación de cantidades y costos; Diseño de especialidades; Validación normativa; |
| NDI | Con elementos con NDI 3 |
| TDI | TDI_A; TDI_B; TDI_E; TDI_I; TDI_K; TDI_C |
| Entidades | Ejes; Terreno |
| Aprobación | OK |
| | |
| Código de actividad | TEC-MOD-001-COO Modelo de coordinación |
| Nombre de actividad | Modelo de coordinación |
| Responsable | Daniel Quisiguiña/Marcelo Buñay |
| Descripción de actividad | En base a todos los modelos mencionados, se realiza el modelado en Revit en conjunto para la coordinación de todas las áreas y observar posibles errores constructivos y corregirlos. |
| Entregables | Modelado con todos los modelos previos, con su informe de colisiones y correcciones a estas |
| Usos BIM | Planificación de fases; Análisis de ubicación; Coordinación 3D; Revisión de diseño; Validación normativa; Otros análisis de ingeniería |
| NDI | Con elementos con NDI 3 |
| TDI | TDI_A; TDI_B; TDI_E; TDI_I; TDI_K; TDI_C; TDI_D; TDI_F; TDI_J; TDI_L |

| | |
|---|---|
| Entidades | Ejes; Terreno; Zonas/Espacios; Cimentación; Columnas; Vigas; Suelos; Muros; Muros cortina; Ventanas; Puertas; Cubiertas; Cielo falso; Escaleras; Aparatos sanitarios; Muebles; Estructuras especiales |
| Aprobación | OK |
| | |
| **5. Fase de entregables y documentación final** | |
| **5.1 Planos** | |
| Código de actividad | TEC-CONS-001-ARQ Plano arquitectónico |
| Nombre de actividad | no arquitectónico |
| Responsable | Daniel Quisiguiña/Marcelo Buñay |
| Descripción de actividad | Entregable BIM en base al modelo arquitectónico |
| Entregables | Plano a base del modelamiento |
| Usos BIM | N/A |
| NDI | N/A |
| TDI | N/A |
| Entidades | N/A |
| Aprobación | OK |
| | |
| Código de actividad | TEC-CONS-001-EST Plano estructural |
| Nombre de actividad | no estructural |
| Responsable | Daniel Quisiguiña/Marcelo Buñay |
| Descripción de actividad | Entregable BIM en base al modelo estructural |
| Entregables | Plano a base del modelamiento |
| Usos BIM | N/A |

| | |
|---|---|
| NDI | N/A |
| TDI | N/A |
| Entidades | N/A |
| Aprobación | OK |
| | |
| Código de actividad | TEC-CONS-001-HID Plano hidrosanitario |
| Nombre de actividad | no hidrosanitario |
| Responsable | Daniel Quisiguiña/Marcelo Buñay |
| Descripción de actividad | Entregable BIM en base al modelo hidrosanitario |
| Entregables | Plano a base del modelamiento |
| Usos BIM | N/A |
| NDI | N/A |
| TDI | N/A |
| Entidades | N/A |
| Aprobación | OK |
| | |
| Código de actividad | TEC-CONS-001-ELE Plano eléctrico |
| Nombre de actividad | no eléctrico |
| Responsable | Daniel Quisiguiña/Marcelo Buñay |
| Descripción de actividad | Entregable BIM en base al modelo eléctrico |
| Entregables | Plano a base del modelamiento |
| Usos BIM | N/A |
| NDI | N/A |
| TDI | N/A |

| | |
|---|---|
| Entidades | N/A |
| Aprobación | OK |
| | |
| **5.1 Tabla de planificación** | |
| Código de actividad | TEC-PRE-MAT-SIT Tabla de planificación modelo sitio |
| Nombre de actividad | Tabla de planificación modelo sitio |
| Responsable | Daniel Quisiguiña/Marcelo Buñay |
| Descripción de actividad | Entregable BIM en base al modelo sitio |
| Entregables | Tablas de planificación especificadas |
| Usos BIM | N/A |
| NDI | N/A |
| TDI | N/A |
| Entidades | N/A |
| Aprobación | OK |
| | |
| Código de actividad | TEC-PRE-MAT-ARQ Tabla de planificación modelo arquitectura |
| Nombre de actividad | Tabla de planificación modelo arquitectura |
| Responsable | Daniel Quisiguiña/Marcelo Buñay |
| Descripción de actividad | Entregable BIM en base al modelo arquitectónico |
| Entregables | Tablas de planificación especificadas |
| Usos BIM | N/A |
| NDI | N/A |
| TDI | N/A |
| Entidades | N/A |

| | |
|---|---|
| Aprobación | OK |
| | |
| Código de actividad | TEC-PRE-MAT-EST-HOR Tabla de planificación modelo estructura hormigón |
| Nombre de actividad | Tabla de planificación modelo estructura hormigón |
| Responsable | Daniel Quisiguiña/Marcelo Buñay |
| Descripción de actividad | Entregable BIM en base al modelo estructural |
| Entregables | Tablas de planificación especificadas |
| Usos BIM | N/A |
| NDI | N/A |
| TDI | N/A |
| Entidades | N/A |
| Aprobación | OK |
| | |
| Código de actividad | TEC-PRE-MAT-EST-MET Tabla de planificación modelo estructura metálica |
| Nombre de actividad | Tabla de planificación modelo estructura metálica |
| Responsable | Daniel Quisiguiña/Marcelo Buñay |
| Descripción de actividad | Entregable BIM en base al modelo estructural |
| Entregables | Tablas de planificación especificadas |
| Usos BIM | N/A |
| NDI | N/A |
| TDI | N/A |
| Entidades | N/A |
| Aprobación | OK |
| | |

| | |
|---|---|
| Código de actividad | TEC-PRE-MAT-HID Tabla de planificación modelo hidrosanitario |
| Nombre de actividad | Tabla de planificación modelo hidrosanitario |
| Responsable | Daniel Quisiguiña/Marcelo Buñay |
| Descripción de actividad | Entregable BIM en base al modelo MEP |
| Entregables | Tablas de planificación especificadas |
| Usos BIM | N/A |
| NDI | N/A |
| TDI | N/A |
| Entidades | N/A |
| Aprobación | OK |
| | |
| Código de actividad | TEC-PRE-MAT-ELEC Tablas de planificación modelo eléctrico |
| Nombre de actividad | Tablas de planificación modelo eléctrico |
| Responsable | Daniel Quisiguiña/Marcelo Buñay |
| Descripción de actividad | Entregable BIM en base al modelo MEP |
| Entregables | Tablas de planificación especificadas |
| Usos BIM | N/A |
| NDI | N/A |
| TDI | N/A |
| Entidades | N/A |
| Aprobación | OK |
| | |
| **5.2 Presupuesto** | |
| Código de actividad | TEC-COS-001-ARQ Presupuesto arquitectónico |

| | |
|---|---|
| Nombre de actividad | Presupuesto arquitectónico |
| Responsable | Daniel Quisiguiña/Marcelo Buñay |
| Descripción de actividad | En base a las tablas de planificación de arquitectura se determina los presupuestos de todas sus entidades BIM |
| Entregables | Presupuesto referencial |
| Usos BIM | N/A |
| NDI | N/A |
| TDI | N/A |
| Entidades | N/A |
| Aprobación | OK |
| | |
| Código de actividad | TEC-COS-001-EST Presupuesto estructural |
| Nombre de actividad | Presupuesto estructural |
| Responsable | Daniel Quisiguiña/Marcelo Buñay |
| Descripción de actividad | En base a las tablas de planificación de estructura se determina los presupuestos de todas sus entidades BIM |
| Entregables | Presupuesto referencial |
| Usos BIM | N/A |
| NDI | N/A |
| TDI | N/A |
| Entidades | N/A |
| Aprobación | OK |
| | |
| Código de actividad | TEC-COS-001-HID Presupuesto hidrosanitario |

| | |
|---|---|
| Nombre de actividad | Presupuesto hidrosanitario |
| Responsable | Daniel Quisiguiña/Marcelo Buñay |
| Descripción de actividad | En base a las tablas de planificación de hidrosanitario se determina los presupuestos de todas sus entidades BIM |
| Entregables | Presupuesto referencial |
| Usos BIM | N/A |
| NDI | N/A |
| TDI | N/A |
| Entidades | N/A |
| Aprobación | OK |
| | |
| Código de actividad | TEC-COS-001-ELE Presupuesto eléctrico |
| Nombre de actividad | Presupuesto eléctrico |
| Responsable | Daniel Quisiguiña/Marcelo Buñay |
| Descripción de actividad | En base a las tablas de planificación eléctrico se determina los presupuestos de todas sus entidades BIM |
| Entregables | Presupuesto referencial |
| Usos BIM | N/A |
| NDI | N/A |
| TDI | N/A |
| Entidades | N/A |
| Aprobación | OK |
| **3. Aprobación** | |
| **REVIZADO POR** | |

*Fuente: Elaboración propria*

### 3.3.2. Plan de ejecución BIM (PEB).

Los coordinadores BIM al tener la solicitud de información BIM deben elaborar el Plan de Ejecución BIM o PEB como respuesta. En el plan de ejecución BIM tenemos como resultado 11 formatos donde se detalla toda la implantación del BIM en el proyecto.

Tabla 16. Plan de ejecución BIM

| PLAN DE EJECUCION BIM (PEB) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| INFORMACION DEL PROYECTO | | | | Nº de documento: 001 | |
| Solicitante: | Gerencia | | | | |
| Nombre del Proyecto: | Planificación, diseño y modelado de Proyecto inmobiliario edificio Lluma | | | | |
| Ubicación del proyecto: | Ecuador - Riobamba | | | | |
| Descripción del proyecto: | Proyecto de construcción inmobiliaria del sector privado que consta de una estructura de 3 pisos destinada a 3 departamentos y 2 locales comerciales | | | | |
| Numero de contrato: | BIH-2021-005 | | | | |
| Código del proyecto: | TEC-PRE-LLUM-01-001 | | | | |
| | | | | | |
| Fecha: | 25/8/2021 | | | | |
| Revisión: | Completo | | | | |
| Estado: | Aprobado | | | | |
| | | | | | |
| HOJA DE CONTROL DEL DOCUMENTO | | | | | |
| **Revisión** | **Estado** | **Pagina** | **Enmienda** | **Fecha** | **Por** |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

#### 3.3.2.1.Documentación y permisos del proyecto

El objetivo resumido de este trabajo de titulación es realizar la implantación BIM previo a la obtención de los permisos de construcción por lo tanto debemos contemplar durante la planificación que permisos se van a necesitar y los requerimientos técnicos que estos necesitan para la aprobación de estos. Por lo tanto, el primer formato creado es definir que documentos se van a obtener.

Tabla 17. PEB – Formulario 00

| FORMULARIO 01 PEB DOCUMENTACIÓN Y PERMISOS DEL PROYECTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Proceso** | **Documentación** | **Diseño** | **Revisor** | **Aplica; N/A** |
| Anteproyecto | IRM | | Municipio de Riobamba | Aplica |
| | IFU | | Municipio de Riobamba | Aplica |
| | Memoria de cálculo arquitectónica y planos | Diseño arquitectónico | Municipio de Riobamba | Aplica |
| Permiso de construcción | Memoria de cálculo estructural y planos | Diseño estructural | Municipio de Riobamba | Aplica |
| | Memoria de cálculo hidrosanitaria y planos | Diseño Hidrosanitario | Empresa de agua potable Riobamba | Aplica |
| | Memoria de cálculo eléctrica y planos | Diseño Eléctrico | Empresa eléctrica Riobamba | Aplica |
| | Memoria y planos | Sistema contra incendios | Bomberos | N/A |
| Licencia de obra mayor | Pago de tasas administrativas | | Municipio de Riobamba | Aplica |

### 3.3.2.2.Empresas participantes

A lo largo de todo un proyecto pueden intervenir varias empresas o contratistas que otorguen servicios especializados en un área para lograr culminar el proyecto. En el caso analizado las el formulario 01 indica las dos empresas que van a otorgar la información necesaria para ejecutar los Usos BIM y las actividades.

Tabla 18. PEB – Formulario 01

| FORMULARIO 01 PEB DEFINITIVO. EMPRESAS PARTICIPANTES | | | |
|---|---|---|---|
| **Empresa** | **Especialidad** | **Código** | **Nombre del responsable** |
| Geicon | Ingeniería en suelos | GEI | Ing. Gustavo Chafla |
| Build & Hidro | Arquitectura, ingeniería y construcción | BIH | Ing. Miguel Manya |

### 3.3.2.3. Objetivo general y especifico de utilización del BIM en el proyecto.

En este formulario comenzamos a integrar los conceptos esenciales del BIM. El coordinador BIM en base al SDI debe analizar y seleccionar correctamente los USOS BIM. Durante el capítulo 2 se explicó la importancia de la selección de USOS BIM para una correcta asignación de recursos por parte de la empresa obtener resultados adecuados. El formulario 02 muestra los ocho de los

veinticinco USOS BIM estandarizados con su respectivo objetivo a cumplir durante el proceso de implantación en el proyecto analizado.

Tabla 19. PEB – Formulario 02

| FORMULARIO 02 PEB. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECIFICO DE UTILIZACION BIM EN PROYECTO | |
|---|---|
| **OBJETIVO GENERAL** | |
| Garantizar que la información del proyecto sea suficiente, consistente, de buena calidad e interoperable. | |
| **OBJETIVO ESPECIFICO** | **USO BIM RELACIONADO** |
| Realizar levantamiento en sitio para obtener la topografía del sitio y su estudio respectivo de suelos | Levantamiento de condiciones existentes |
| Estimar cantidades y costos de todos los materiales a emplear para presupuestar mediante los modelos BIM | Estimación de cantidades y costos |
| Coordinar con todas las áreas técnicas mediante la vinculación e inter operatibilidad entre modelos para verificar que todo se encuentre correcto | Coordinación 3D |
| Diseñar cada área técnica de arquitectura, estructura, suelos, hidrosanitario y eléctrico con los profesionales correspondientes y sus memorias de cálculo correspondiente (excepto arquitectura) para realizar los respectivos modelos | Diseño de especialidades |
| Revisar que los diseños de todas las áreas se encuentren correctos y cumpliendo con las normativas vigentes | Revisión de diseño |
| Determinar si esta correcto el respectivo diseño estructural y modelamiento respetando los requerimientos, siendo uno de los más importantes por su seguridad | Análisis estructural |
| Revisar que se cumplan las normativas vigentes en los respectivos diseños | Validación normativa |
| Utilizar los modelos BIM para facilitar la fabricación de componentes de construcción o ensamblajes que se necesite | Fabricación Digital |

#### 3.3.2.4.USOS BIM

La importancia de delegar cada Uso BIM a una o varias personas para la supervisión de la información y/o actividades relacionadas a estas son un punto clave para un flujo de información ordenado y correcto.

Tabla 20. PEB – Formulario 03

| FORMULARIO 03 PEB . USOS BIM | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Uso BIM** | **Empresa** | **Rol BIM** | **Persona responsable** | **Disciplina** | **Profesión** |
| Levantamiento de condiciones existentes | Build & Hidro | Dirección BIM | Ingeniero en suelos - coordinador BIM | SUE | Ingenieria |
| Estimación de cantidades y costos | | Gestión en BIM | Gerente, coordinador BIM | COS | Ingenieria |
| Coordinación 3D | | Coordinación BIM | Coordinador BIM | COO | Ingenieria |
| Diseño de especialidades | | Coordinación BIM | Modeladores BIM, ingenieros especialistas, arquitecto | DIS | Ingenieria y arquitectura |
| Revisión de diseño | | Revisión en BIM | Coordinador BIM | DIS | Ingenieria |
| Análisis estructura | | Revisión en BIM | Ingeniero estructural | DIS | Ingenieria |
| Fabricación Digital | | Modelación en BIM | Modeladores BIM | MOD | Ingenieria |
| Validación normativa | | Revisión en BIM | Coordinador BIM | DIS | Ingenieria |

#### 3.3.2.5.Modelos BIM

Cada modelo debe enfocarse en su área técnica respectiva dotado de toda la información necesaria. Para el proyecto Lluma con el objetivo planteado se van a realizar los modelos de sitio, arquitectura, estructura, MEP y coordinación. Cada modelo debe poseer un encargado o con el nombre técnico se lo conoce como Modelar BIM. Se tiene que recalcar que un modelador BIM no es un técnico experto en el área sin embargo debe estar familiarizado con los temas y cumplir con requisitos mínimos con la finalidad de percatarse de errores durante el modelamiento y prevenir conflictos en las revisiones de diseños técnicos y coordinación entre áreas.

Tabla 21. PEB – Formulario 04

| 04 FORMULARIO 04 PEB. MODELOS BIM SOLICITADOS Y SUS FORMATOS | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Modelo BIM** | **Especialidad** | **Autor modelo** | **Responsable** | **Resp control de calidad** |
| Sitio | Levantamiento en sitio | Modelador BIM | Modelador BIM | GER |
| Arquitectura | Proyecto de arquitectura | Modelador BIM | Modelador BIM | GER |
| Estructura | Proyecto estructural | Modelador BIM | Modelador BIM | GER |
| MEP | Proyecto hidrosanitario y eléctrico | Modelador BIM | Modelador BIM | GER |
| Coordinación | Proyecto de unión de modelos | Modelador BIM | Modelador BIM | GER |

### 3.3.2.6. EAIM para cada entrega

Los estados de entregas que se planteó para los modelos están relacionados con los dos primeros estados de entrega de información según los estándares BIM. Esta información se revisa en 6 entregas como muestra la Tabla 23. Como se ve en la tabla 23 se trabaja varios modelos a la vez, esto se debe a que para avanzar con los diseños conceptuales de una especialidad no es necesario tener los diseños finales de otra por ejemplo como es el caso del modelo hidrosanitario puede generar un diseño conceptual a partir de un diseño básico en el modelo estructural ya que no va a existir una variación grande de la posición y dimensiones de los elementos estructurales.

Tabla 22. EAIM para el proyecto LLuma

| EAIM | |
|---|---|
| **Información de planificación** | DC (Diseño Conceptual) |
| **Información de diseño** | DA (Diseño de anteproyecto) |
| | DB (Diseño Básico) |
| | DD (Diseño a detalle o diseño final) |

Tabla 23. PEB – Formulario 05

| FORMULARIO 05 PEB. EAIM PARA CADA ENTREGA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Proyecto: Edificio Lluma** | **Entrega 01** | **Entrega 02** | **Entrega 03** | **Entrega 04** | **Entrega 05** | **Entrega 06** |
| **Modelos BIM** | **EAIM** | **EAIM** | **EAIM** | **EAIM** | **EAIM** | **EAIM** |
| Sitio | Diseño básico | | | | | |
| Arquitectura | Diseño conceptual | Diseño de anteproyecto | Diseño final | | | |
| Estructura | | | Diseño conceptual | Diseño básico | Diseño final | |
| MEP | | | Diseño conceptual | Diseño básico | Diseño final | |
| Coordinación | | | | | Diseño conceptual | Diseño final |
| Construcción | N/A | | | | | |
| As-built | | | | | | |
| Operación | | | | | | |

### 3.3.2.7. Documentos solicitados y sus formatos

Llevar un registro de las entregas y el estado en las cual están nos permite supervisar la eficiencia del flujo de información con esto podemos evaluar el tiempo que se demora realizar los modelos, entregables, cantidades, etc. Si notamos una baja productividad o deficiencia en algún punto de entrega se debe analizar y buscar la razón para tomar medidas y corregirla para futuros procesos.

Tabla 24. PEB – Formulario 06

| FORMULARIO 06 PEB. DOCUMENTOS SOLICITADOS Y SUS FORMATOS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Entrega | Fecha | EAIM | Entregable | Formato | | Desde modelo |
| | | | | Versión | Entrega | |
| Entrega 02 | 10/4/2021 | Diseño anteproyecto | Diseño arquitectónico | 3.00 | OK | Arquitectura |
| Entrega 03 | 22/6/2021 | Diseño conceptual | Diseño estructural | 2.00 | OK | Estructura |
| Entrega 03 | 30/6/2021 | Diseño conceptual | Diseño hidrosanitario | 2.00 | OK | MEP (Hidrosanitario) |
| Entrega 03 | 10/4/2021 | Diseño conceptual | Diseño eléctrico | 1.00 | OK | MEP (Eléctrico) |
| Entrega 01 | 25/7/2021 | Diseño básico | Modelo de sitio | 1.00 | OK | Sitio |
| Entrega 03 | 30/6/2021 | Diseño final | Modelo arquitectónico | 1.00 | OK | Arquitectura |
| Entrega 04 | 15/7/2021 | Diseño básico | Modelo estructual | 1.00 | OK | Estructura |
| Entrega 04 | 28/7/2021 | Diseño básico | Modelo hidrosanitario | 2.00 | OK | MEP (Hidrosanitario) |
| Entrega 04 | 15/8/2021 | Diseño básico | Modelo eléctrico | 1.00 | OK | MEP (Eléctrico) |
| Entrega 06 | 5/9/2021 | Diseño final | Modelo de coordinación | 1.00 | OK | Coordinación |
| Entrega 03 | 30/6/2021 | Diseño final | Tabla de planificación modelo arquitectura | 1.00 | OK | Arquitectura |
| Entrega 03 | 15/7/2021 | Diseño final | Tabla de planificación modelo estructura | 1.00 | OK | Estructura |
| Entrega 03 | 28/7/2021 | Diseño final | Tabla de planificación modelo MEP hidrosanitaria | 1.00 | OK | MEP (Hidrosanitario) |
| Entrega 03 | 15/8/2021 | Diseño final | Tabla de planificación modelo MEP eléctrico | 1.00 | OK | MEP (Eléctrico) |
| Entrega 03 | 25/7/2021 | Diseño final | Tabla de planificación modelo sitio | 1.00 | OK | Sitio |
| Entrega 05 | 20/8/2021 | Diseño final | Presupuesto arquitectónico | 1.00 | OK | Arquitectura |
| Entrega 05 | 20/8/2021 | Diseño final | Presupuesto estructural | 1.00 | OK | Estructura |
| Entrega 05 | 20/8/2021 | Diseño final | Presupuesto hidrosanitario | 1.00 | OK | MEP (Hidrosanitario) |
| Entrega 05 | 20/8/2021 | Diseño final | Presupuesto eléctrico | 1.00 | OK | MEP (Eléctrico) |

### 3.3.2.8.Entornos de datos compartidos

El éxito de la metodología BIM es manejar la información en un entorno de datos compartido donde se encuentre todo lo referente al proyecto en un sitio centralizado. El gerente BIM debe evaluar el alcance que se quiere implantar. Existen varias plataformas encocadas a la coordinación de información para la metodología BIM como BIM 360 de la marca de Autodesk, sin embargo, estas tienen un costo, pero en el caso de este proyecto la información solo se va a manejar de una manera interna entre modeladores y por lo tanto se optó por la plataforma de One Drive para reunir la información.

Tabla 25. PEB – Formulario 07

| FORMULARIO 07 PEB. ENTORNO DE DATOS COMPARTIDO | |
|---|---|
| **El CDE utilizando está conformado por una sola plataforma** | |
| Si [x] | No [ ] |
| **Plataformas y formatos del CDE** | |
| **Entorno de CDE** | One Drive |
| **Plataforma de colaboración** | One Drive y Viewer Autodesk |
| **Plataforma de gestión de documentos** | One Drive |

### 3.3.2.9. Procedimiento de reuniones

Se planteo una seria de reuniones con los diferentes involucrados del proyecto para definir diseños, costos, coordinación y/o especificaciones en el proyecto.

Tabla 26. PEB – Formulario 08

| FORMULARIO 08 PEB. PROCEDIMIENTO DE REUNIONES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Numero de reunión** | **Etapa del proyecto** | **Involucrados** | **Modalidad** | **Tipo de respaldo** |
| 1 | Factibilidad | Cliente, gerencia | Presencial | Acta |
| 2 | Planificación | Gerencia y especialistas | Presencial | Acta |
| 3 | Diseño | Arquitecto | Virtual | Acta |
| 4 | Diseño | Ingeniero eléctrico | Virtual | Acta |
| 5 | Diseño | Ingeniero hidrosanitario | Presencial | Acta |
| 6 | Diseño | Ingeniero estructural | Presencial | Acta |
| 7 | Entrega diseños | Especialistas | Presencial | Acta |

#### 3.3.2.10. Estructuración de modelos BIM y exportación de datos y nombre de los archivos.

Trabajar con modelos centralizados con una codificación de nombres y colores son establecidos en las normas internacionales esto con la finalidad de la información de modelos sea estructurada y tengan coherencia. La codificación estándar para el BIM está basada en la norma BS 1192:2007, sin embargo, la empresa Build and Hidro tiene un sistema de codificación que la modificamos para que se adapte a los estandartes.

Tabla 27. PEB – Formulario 09

| FORMULARIO 09 PEB. ESTRUCTURACION DE LOS MODELOS BIM Y EXPORTACIÓN DE DATOS | |
|---|---|
| **Unidades que utilizará para el desarrollo de los modelos BIM** | **Coordenadas que se utilizaron para todos los modelos BIM** |
| Las unidades serán metros hasta con 2 decimales | Las coordenadas del proyecto se utilizarán las UTM WGS 84 zona 17S, misma que será georeferenciada en cada modelo para que se vínculo sin ningún problema. |
| **PLANTILLAS DE MODELOS** | |
| Archivo con la función de ser una plantilla preconfigurada para cada modelo con el fin de estandarizar y optimizar procesos, funcionamientos se encentran en MEI | |
| **Modelo BIM** | **Plantilla** |
| Sitio | 01_PLANTILLA SITIO |
| Arquitectura | 02_PLANTILLA ARQUITECTURA |
| Estructura | 03_PLANTILLA ESTRUCTURA |
| MEP (HID) | 04_PLANTILLA HIDROSANITARIA |
| MEP (ELEC) | 05_PLANTILLA ELECTRICA |
| **EXPORTACIÓN DE DATOS** | |
| Con el fin de optimizar tiempos en la cuantificación de materiales, las plantillas ya tienen pre configuradas sus tablas de planificación mismas que estas deben ser exportadas a excel para su presupuestación con la extensión de Revit DYNAMO que lo realiza de manera automática, funcionamientos se encuentra en MEI | |
| **Modelo BIM** | **Dynamo** |
| Sitio | 06_EXTRACIÓN DE TABLAS SIT |
| Arquitectura | 01_EXTRACIÓN DE TABLAS ARQ |
| Estructura | 02_EXTRACIÓN DE TABLAS ESTh |
| Estructura | 03_EXTRACIÓN DE TABLAS ESTm |
| MEP (HID) | 04_EXTRACIÓN DE TABLAS HID |
| MEP (ELEC) | 05_EXTRACIÓN DE TABLAS ELEC |

Tabla 28. PEB – Formulario 10

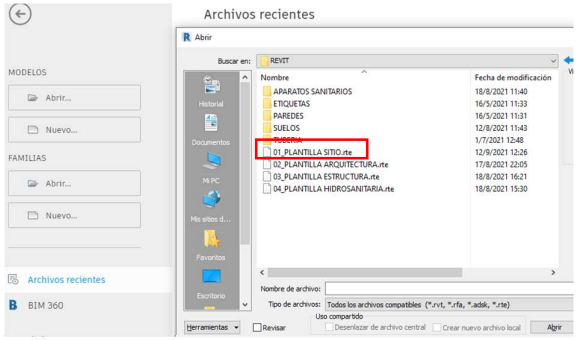
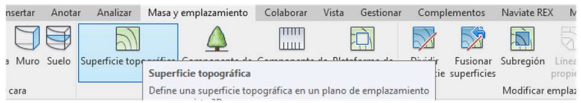
| FORMULARIO 10 PEB. NOMBRE DE ARCHIVOS DE LOS MODELADOS BIM | | |
|---|---|---|
| **Modelo BIM** | **Carpeta** | **Nombre** |
| Sitio | 03 TOPOGRAFÍA | TEC-MOD-001-SIT |
| Arquitectura | 04 ARQUITECTURA | TEC-MOD-001-ARQ |
| Estructura | 05 ESTRUCTURA | TEC-MOD-001-EST |
| MEP (Hidrosanitario) | 06 HIDROSANITARIA | TEC-MOD-001-MEPH |
| MEP (Eléctrico) | 07 INSTALACIONES | TEC-MOD-001-MEPE |
| Coordinación | 08 CONSTRUCCIÓN | TEC-MOD-001-COO |

Tabla 29. PEB – Formulario 11

| FORMULARIO 11 PEB. NOMBRE DE ARCHIVOS DE LOS MODELADOS BIM | | |
|---|---|---|
| **General** | **Nombre** | **Código** |
| Departamento | Legalización | LEG |
| | Diseño | DIS |
| | Construcción | CONS |
| | Presupuesto | COS |
| | General | GEN |
| | TEC | TEC |
| Tipo de proyecto | Público | PUB |
| | Privado | PRI |
| Área de estudio | Arquitectónico | ARQ |
| | Estructural | EST |
| | Hidraulico | HID |
| | Eléctrico | ELE |
| | Tránsito | TRAN |
| Cargo | Presidencia | PRE |
| | Gerencia | GER |
| | Técnico | TEC |
| | Contablidad | CONT |

### 3.3.3. Manual básico de entrega de información BIM (MEI)

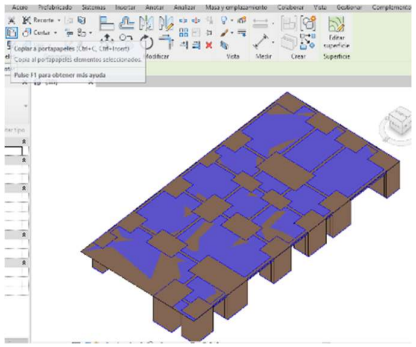
Tabla 30. Manual de entrega de información MEI

| MANUAL DE ENTREGA DE INFORMACIÓN (MEI) | | |
|---|---|---|
| En este documento se muestra un manual en el cual se indicará los principales pasos para obtener los diferentes entregables propuestos en SDI y PEB | | |
| **MEI MODELO DE SITIO** | | |
| **DESCRIPCION** | **CUMPLE** | **IMAGEN** |
| **1.- Cargar plantilla**<br>Plantilla preconfigurada con los parámetros, unidades, familias y tablas de planificación necesarias para este modelo. Contiene lo siguiente adicional:<br>Tabla de planificación de corte y relleno | SI |  |
| **2. Crear superficie a base de un archivo de puntos**<br>Al igual que el resto de los programas se puede crear superficies topográficas en base a un archivo de puntos con orden X, Y, Z georreferenciados en UTM WGS 84 zona 17S. | SI |  |

**3.- Duplicar superficie topográfica**

Para poder obtener los valores de corte y relleno se necesita tener 2 superficies, una a la cual se la modificará y otra la cual se mantiene como es en la realidad para que pueda obtener los valores

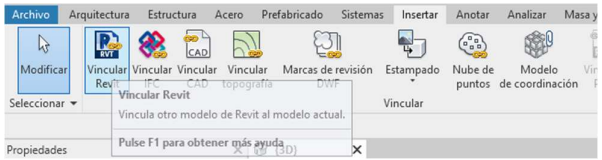
SI



**4.- Vincular modelo estructural**

Para conocer en donde se requiere colocar plataformas de construcción o los lugares de zapatas y cadenas se vincula el modelo de estructura

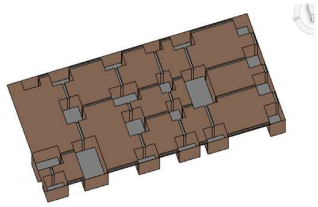
SI




**5.- Realizar excavaciones y rellenos**

Con el modelo de estructura vinculado se realiza las excavaciones o rellenos necesarias con la opción de crear plataformas

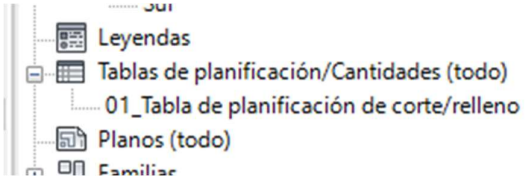
SI



**6.- Revisar tablas de planificación**

Con la plantilla cargada, las tablas de planificación se encuentran preconfiguradas, por ende, solo se tiene que revisar que todo se encuentre correcto, para este caso una única tabla de corte y relleno

SI



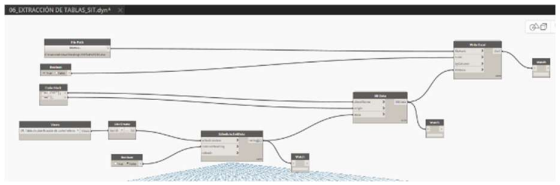

**7.- Exportar información con DYNAMO**

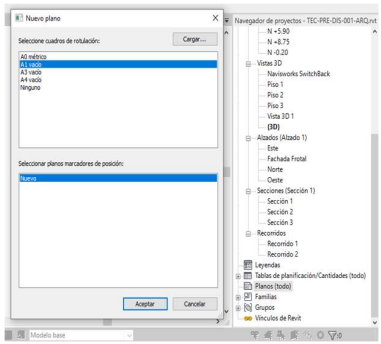
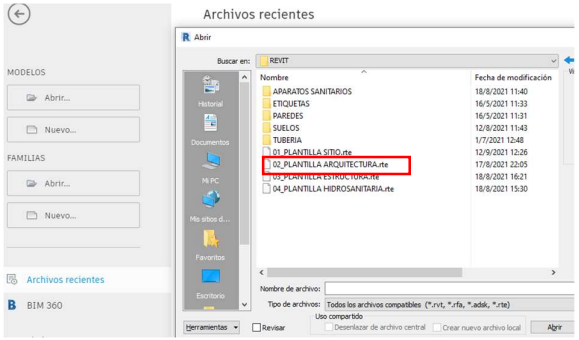
Se debe abrir la extensión de Revit llamado Dynamo, dentro del cual se abre el archivo preconfigurado 06_EXTRACCIÓN DE TABLAS_SIT.

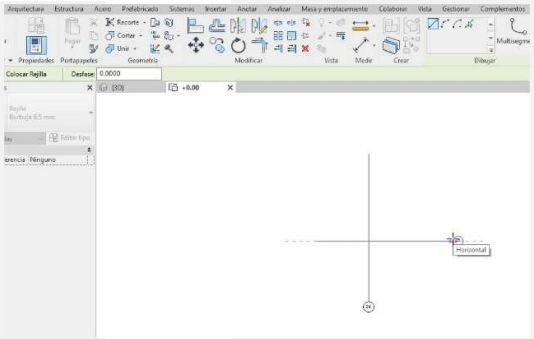
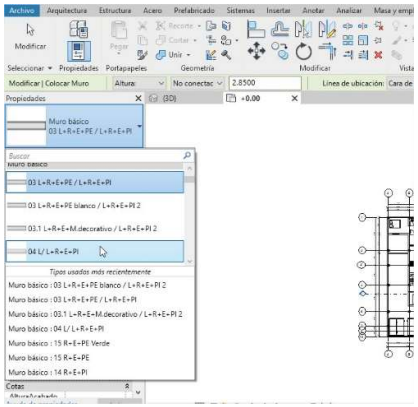
En la programación se cambia la ubicación del archivo Excel a exportar de ser necesario al archivo PRESUPUESTO.xlxs en la carpeta 10 PRESUPUESTOS, donde se exportarán automáticamente todas las tablas

SI



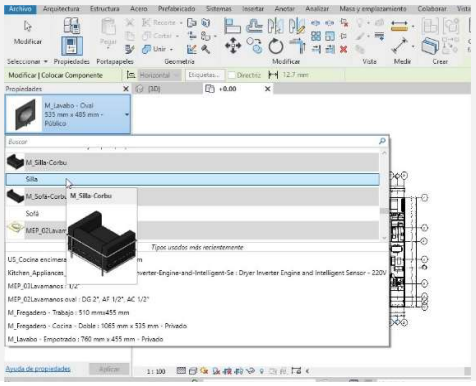
| | | |
|---|---|---|
| **8.- Elaborar plano**<br>Cargar la plantilla para planos y colocar lo necesario, ya sean vistas en planta, cortes, secciones, vistas laterales, vistas en 3D del modelo. | SI |  |
| **MEI MODELO DE ARQUITECTURA** | | |
| **DESCRIPCION** | **CUMPLE** | **IMAGEN** |
| **1.- Cargar plantilla**<br>Plantilla preconfigurada con los parámetros, unidades, familias y tablas de planificación necesarias para este modelo. Contiene lo siguiente adicional: | SI |  |
| **2.- Generar niveles y ejes** | SI | |

| | | |
|---|---|---|
| Se generan los ejes y niveles que sean necesarios de acuerdo con el diseño arquitectónico | |  |
| **3.- Modelar entidades principales**<br>Una vez generado los niveles y ejes, se crean las respectivas entidades, primeramente, lo que son las paredes, columnas, suelos. Estos elementos dentro de la plantilla ya están configurados con la información necesaria, como empastados, pinturas, pisos, revestimientos etc., para la correcta cuantificación de materiales. | SI |  |

**4.- Modelar entidades restantes**

Una vez finalizado el modelado de las entidades principales para su estructuración, se procederá con el resto, como puertas, ventanas, uros cortina, mobiliario, escaleras, etc

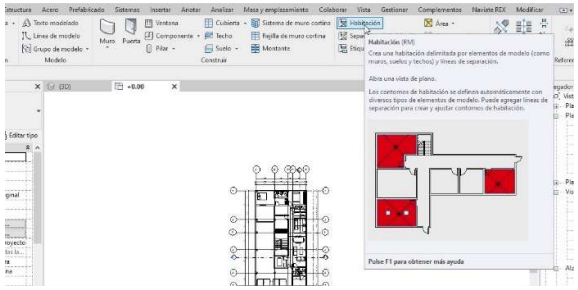
SI



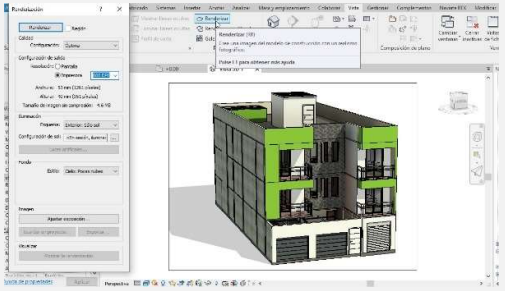
**5.- Generar áreas de habitaciones**

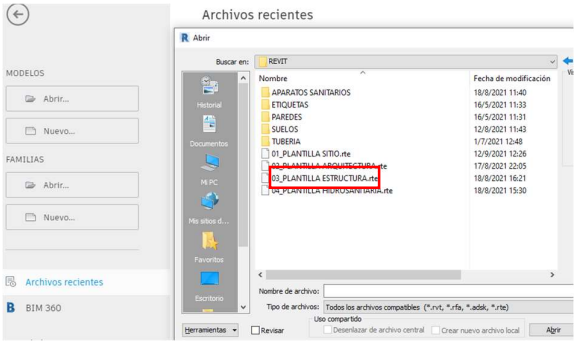
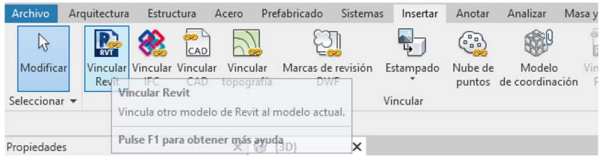
Para verificar el cumplimiento de normativas, se generará las áreas de habitaciones

SI



| | |
|---|---|
| **6.- Verificar tablas de planificación**<br>Con la plantilla cargada, las tablas de planificación se encuentran preconfiguradas, por ende, solo se tiene que revisar que todo se encuentre correcto | SI |
| **7.- Exportación de información con Dynamo**<br>Se debe abrir la extensión de Revit llamado Dynamo, dentro del cual se abre el archivo preconfigurado 02_EXTRACCIÓN DE TABLAS_ESTh.<br>En la programación se cambia la ubicación del archivo Excel a exportar de ser necesario al archivo PRESUPUESTO.xlxs en la carpeta 10 PRESUPUESTOS, donde se exportarán automáticamente todas las tablas | SI |

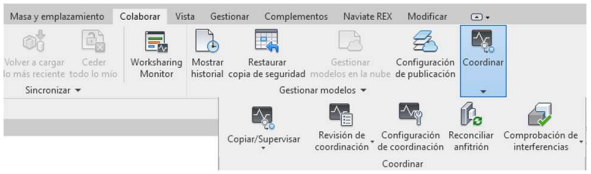
| | | |
|---|---|---|
| **8.- Generar renderización**<br>Una vez finalizado todo el proceso, para tener una idea clara de cómo quedará el proyecto, el mismo programa ofrece una renderización rápida. | SI |  |

| **MEI MODELO DE ESTRUCTURA HORMIGÓN** | | |
|---|---|---|
| **DESCRIPCION** | **CUMPLE** | **IMAGEN** |
| **1.- Cargar plantilla**<br>Plantilla preconfigurada con los parámetros, unidades, familias y tablas de planificación necesarias para este modelo. Contiene lo siguiente adicional:<br>Entidades de columnas, vigas, zapatas configuradas<br>Configuración de aceros<br>Tablas de planificación de volúmenes de hormigón: Zapatas, vigas, columnas, losas<br>Tabla de planilla de hierros | SI |  |
| **2.- Vincular modelo de arquitectura**<br>Se vincula con el modelo de arquitectura para determinar la ubicación de los ejes para la correcta modelación de los elementos estructurales. | SI |  |

**3.- Coordinación de la vinculación del modelo**

Dentro de la pestaña de Colaborar, en el apartado de Coordinar y la opción de Copiar/Supervisar, se exporta los ejes y niveles del modelo de arquitectura y si desea después puede apagar el vinculo

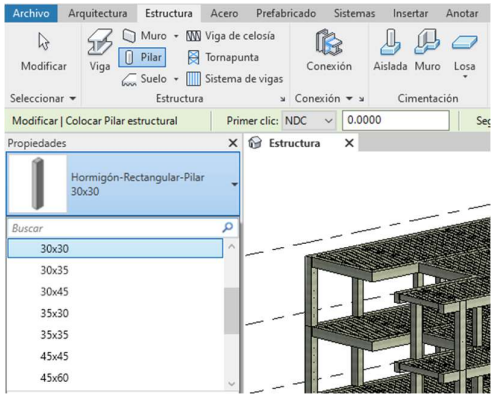
SI




**4.- Crear elementos estructurales**

En base a las entidades necesarias se empieza a modelar todos sus elementos, zapatas, cadenas, columnas, vigas y losas

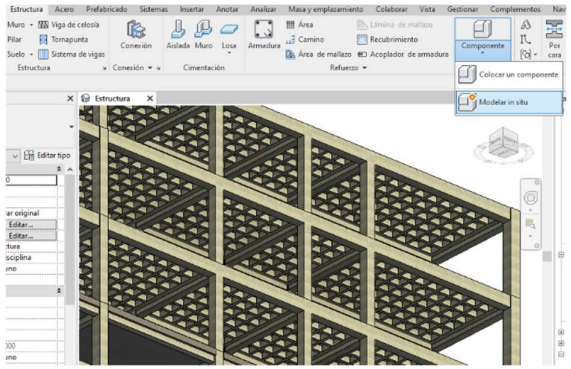
SI



**5.- Modelado de losa**

Al no tener una entidad que modele losas nervadas, se procese a utilizar la opción de modelado in situ, en donde se creara este tipo de losa

SI

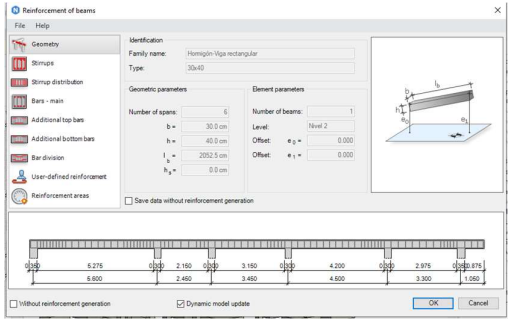



**6.- Armado de los elementos**

Se lo puede realizar con el apartado de armado propio del programa, pero se recomienda utilizar la extensión del programa llamado Naviate REX, la cual es una extensión que se encarga únicamente del armado de elementos de una forma rápida y clara.

SI





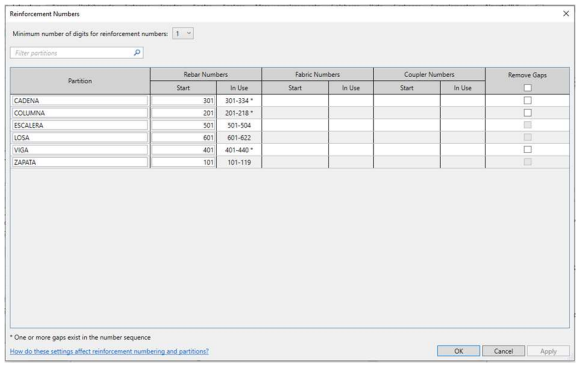
**7.- Configuración de partición y marcas**

Para la correcta visualización de la planilla de hierros a los aceros de cada elemento se los debe de asignar a una de las siguientes particiones:

Zapata
Viga
Columna
Losa
Escalera

Y una vez asignado se coloca la marca desde un número establecido para que siga aumentando de uno en uno como muestra en la imagen

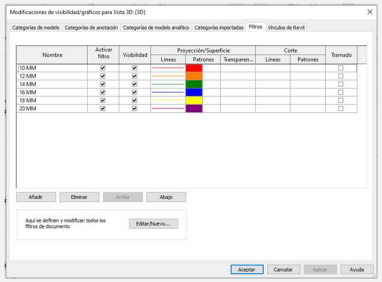
SI

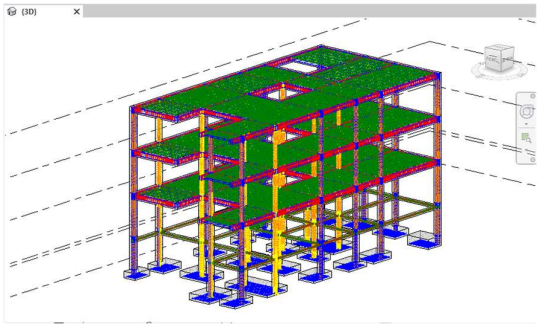


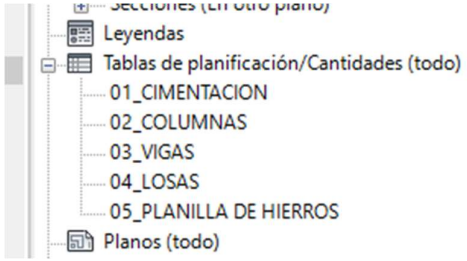
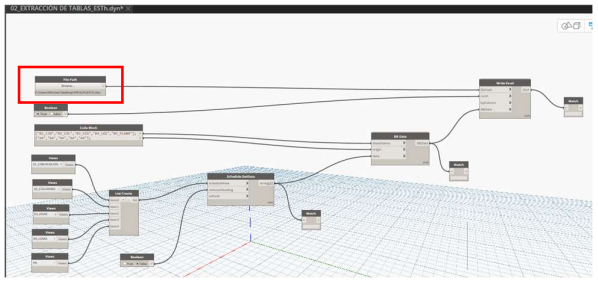

**8.- Filtros**

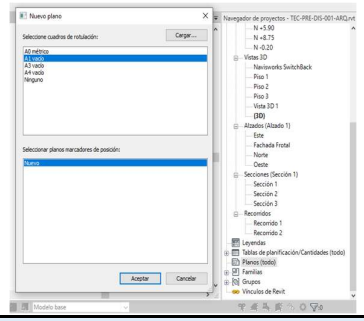
Para una mejor visualización se puede colocar filtros por colores según el diámetro de varillas que se tenga.

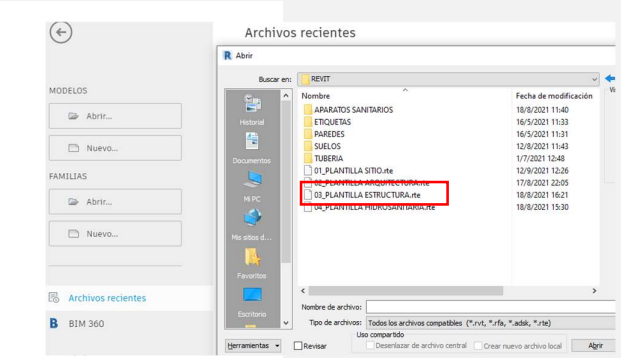
SI





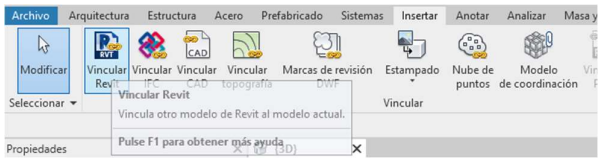
| | | |
|---|---|---|
| **9.- Revisión de tablas de planificación y planilla de hierros**<br>Con la plantilla cargada, las tablas de planificación se encuentran preconfiguradas, por ende, solo se tiene que revisar que todo se encuentre correcto | SI |  |
| **10.- Exportar información con DYNAMO**<br>Se debe abrir la extensión de Revit llamado Dynamo, dentro del cual se abre el archivo pre configurado 02_EXTRACCIÓN DE TABLAS_ESTh.<br><br>En la programación se cambia la ubicación del archivo Excel a exportar de ser necesario al archivo PRESUPUESTO.xlxs en la carpeta 10 PRESUPUESTOS, donde se exportarán automáticamente todas las tablas | SI | <br> |

| | | |
|---|---|---|
| **8.- Elaborar plano**<br>Cargar la plantilla para planos y colocar lo necesario, ya sean vistas en planta, cortes, secciones, vistas laterales, vistas en 3D del modelo. | SI |  |

| MEI MODELO DE ESTRUCTURA METÁLICA | | |
|---|---|---|
| **DESCRIPCION** | **CUMPLE** | **IMAGEN** |
| **1.- Cargar plantilla**<br>Plantilla pre configurada con los parámetros, unidades, familias y tablas de planificación necesarias para este modelo. Contiene lo siguiente adicional: | SI |  |

**2.- Vincular modelo de arquitectura**

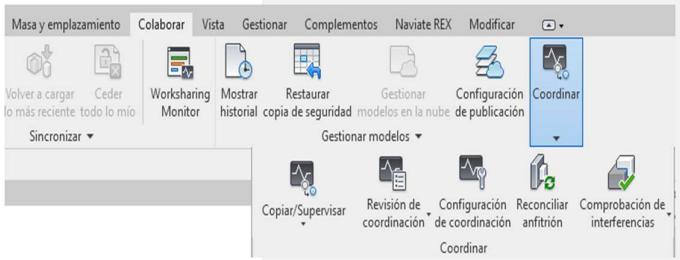
Se vincula con el modelo de arquitectura para determinar la ubicación de los ejes para la correcta modelación de los elementos estructurales




SI

**3.- Coordinación de la vinculación del modelo**

Dentro de la pestaña de Colaborar, en el apartado de Coordinar y la opción de Copiar/Supervisar, se exporta los ejes y niveles del modelo de arquitectura y si desea después puede apagar el vinculo

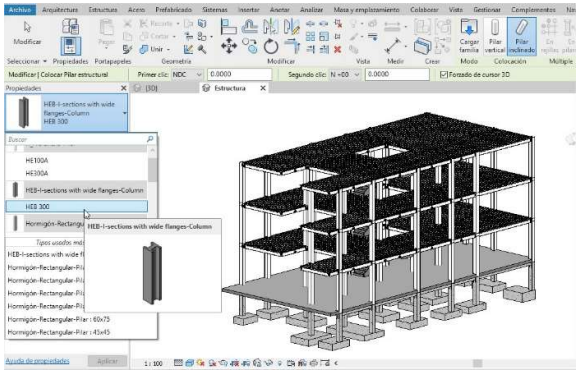


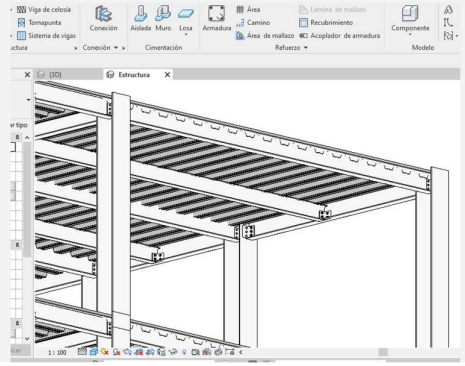
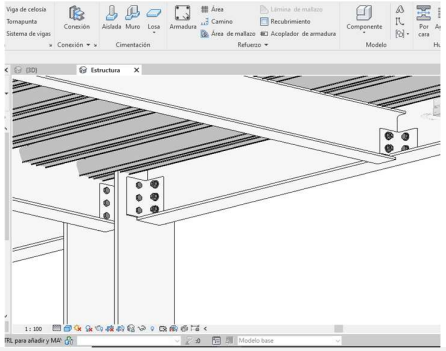

SI

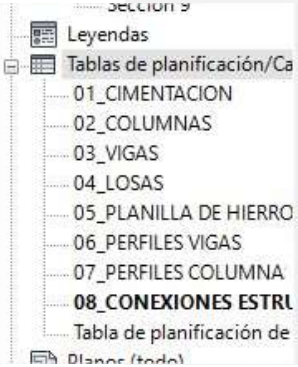
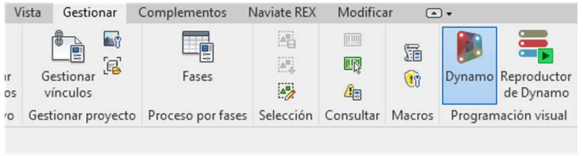
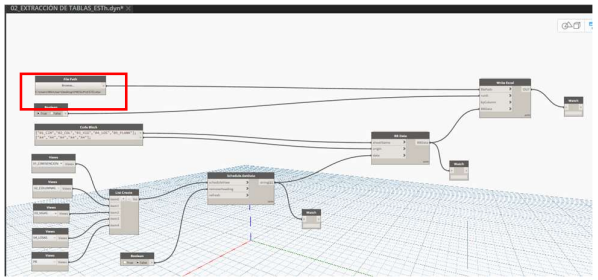
**4.- Crear elementos estructurales**

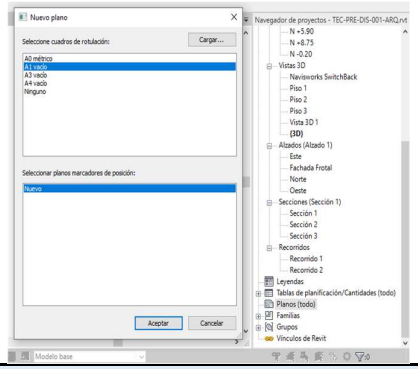
En base a las entidades necesarias se empieza a modelar todos sus elementos, zapatas, cadenas, columnas, vigas y losas

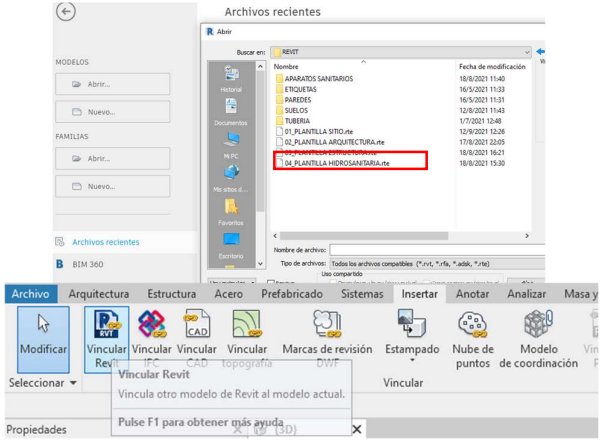
SI



| | | |
|---|---|---|
| **5.- Modelado de losa**<br>Al no tener una entidad que modele losas deck directamente, se procese a utilizar la opción de modelado in situ, en donde se creara este tipo de losa | SI |  |
| **6.- Creación de conexiones**<br>A pesar de que se tiene la opción de conexiones en Revit, está todavía no se encuentra muy desarrollada, por lo que se exportara las conexiones desde el programa Robot de Autodesk, si se realizó el diseño ahí, una vez exportado, verificar que todo se encuentre correcto o de ser el caso hacer las respectivas correcciones. | SI |  |
| **7.- Revisión de tablas de planificación y planilla de hierros** | SI | |

| | | |
|---|---|---|
| Con la plantilla cargada, las tablas de planificación se encuentran preconfiguradas, por ende, solo se tiene que revisar que todo se encuentre correcto | |  |
| **10.- Exportar información con DYNAMO**<br>Se debe abrir la extensión de Revit llamado Dynamo, dentro del cual se abre el archivo preconfigurado 03_EXTRACCIÓN DE TABLAS_ESTm. En la programación se cambia la ubicación del archivo Excel a exportar de ser necesario al archivo PRESUPUESTO.xlxs en la carpeta 10 PRESUPUESTOS, donde se exportarán automáticamente todas las tablas. | SI | <br> |
| **8.- Elaborar plano** | SI | |

| | | |
|---|---|---|
| Cargar la plantilla para planos y colocar lo necesario, ya sean vistas en planta, cortes, secciones, vistas laterales, vistas en 3D del modelo. | |  |

| MEI MODELO MEP HIDROSANITARIA | | |
|---|---|---|
| **DESCRIPCION** | **CUMPLE** | **IMAGEN** |
| **1.- Cargar plantilla**<br>Plantilla preconfigurada con los parámetros, unidades, familias y tablas de planificación necesarias para este modelo. Contiene lo siguiente adicional:<br>Entidades de tuberías, accesorios, aparatos sanitarios, instalaciones especiales<br>Configuración de parámetros de entidades y parámetros<br>Tablas de planificación de aparatos sanitarios, tuberías y accesorios | SI |  |
| **2.- Vincular modelo de arquitectura**<br>Se vincula con el modelo de arquitectura para determinar la ubicación de los ejes y niveles, exportar y añadir aparatos sanitarios, vista del proyecto para la correcta modelación | SI | |

**3.- Coordinación de la vinculación del modelo**

Dentro de la pestaña de Colaborar, en el apartado de Coordinar y la opción de Copiar/Supervisar, se exporta los ejes y niveles del modelo de arquitectura. También se abre la opción de copiar por lotes para colocar los aparatos sanitarios que se tiene cargado dentro de la plantilla

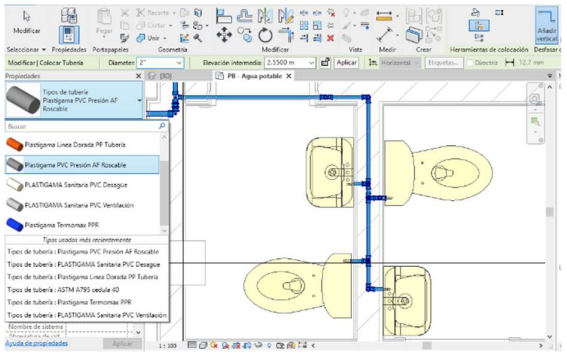
SI




**4.- Modelado de tuberías**

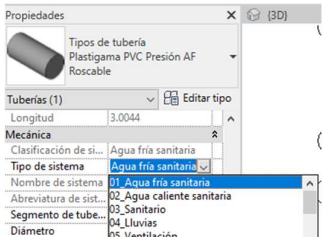
Se modela las diferentes tuberías necesarias, de agua potable fría/caliente, sanitaria, ventilación, incendios.

SI



**5.- Asignación de tipo de sistemas**

SI

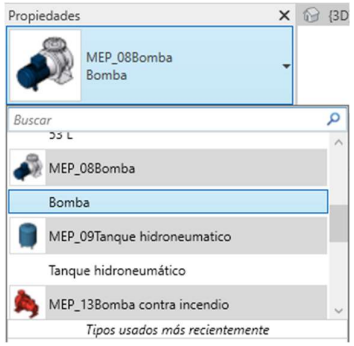


A las diferentes tuberías modeladas, se le asignan el correcto tipo de sistema de ser el caso, se tiene los siguientes que se muestra en la imagen

**6.- Equipos especiales**

Dentro del sistema MEP se tiene ciertos equipos especiales o mecánicos, como en el caso del modelo MEP hidrosanitaria son bomba, cisterna, tanque hidroneumático, medidor, caldera, calefón, etc. Mismos que se encuentras cargados en la plantilla

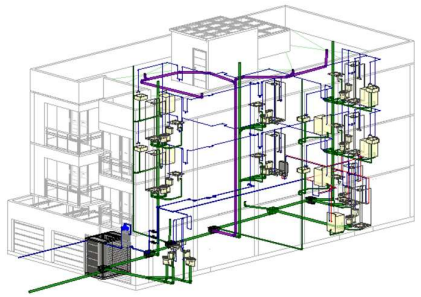
SI

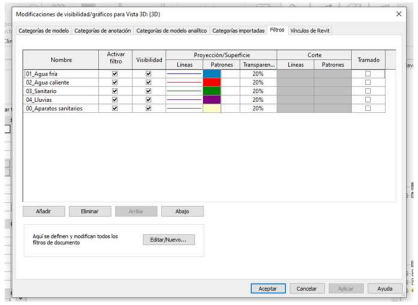


**7.- Filtros**

Para una mejor visualización se puede colocar filtros por colores según el sistema de tubería que se tenga.

SI

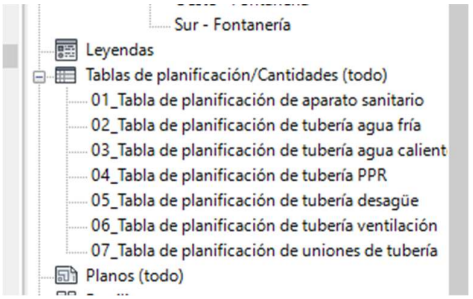




**9.- Revisión de tablas de planificación y planilla de hierros**

Con la plantilla cargada, las tablas de planificación se encuentran preconfiguradas, por ende, solo se tiene que revisar que todo se encuentre correcto

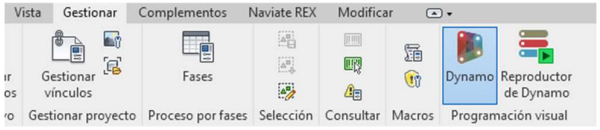
SI

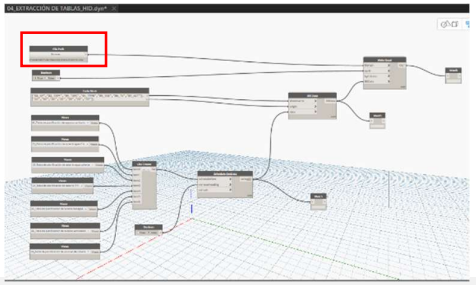
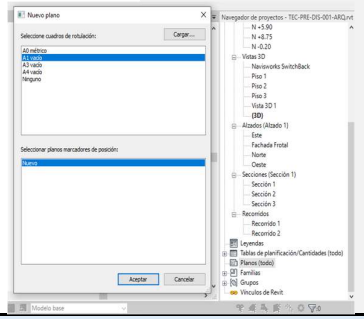


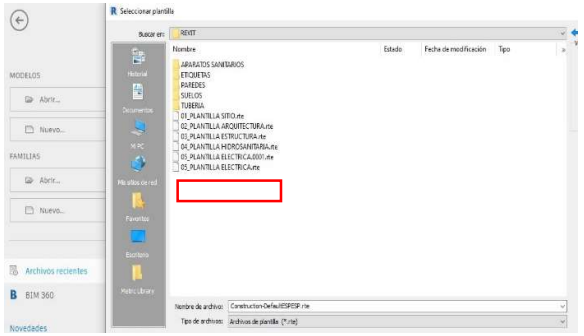

**10.- Exportar información con DYNAMO**

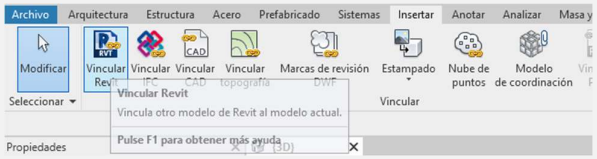
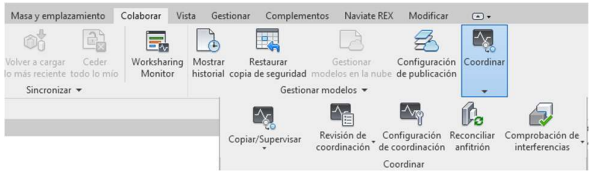
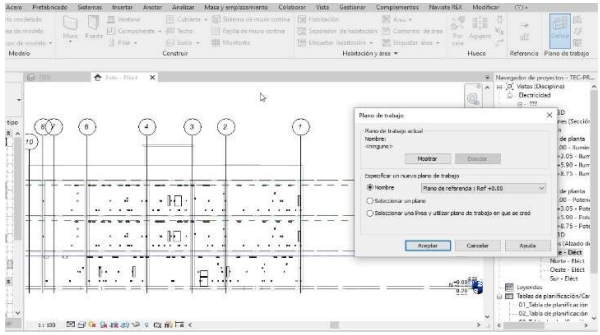
Se debe abrir la extensión de Revit llamado Dynamo, dentro del cual se abre el archivo preconfigurado 04_EXTRACCIÓN DE TABLAS_HID.

SI



| | | |
|---|---|---|
| En la programación se cambia la ubicación del archivo Excel a exportar de ser necesario al archivo PRESUPUESTO.xlxs en la carpeta 10 PRESUPUESTOS, donde se exportarán automáticamente todas las tablas | |  |
| **8.- Elaborar plano**<br>Cargar la plantilla para planos y colocar lo necesario, ya sean vistas en planta, cortes, secciones, vistas laterales, vistas en 3D del modelo. | SI |  |

| MEI MODELO MEP ELECTRICO | | |
|---|---|---|
| **DESCRIPCION** | **CUMPLE** | **IMAGEN** |
| **1.- Cargar plantilla**<br>Plantilla preconfigurada con los parámetros, unidades, familias y tablas de planificación necesarias para este modelo. Contiene lo siguiente adicional:<br><br>Entidades de iluminaria, corriente, tableros<br>Configuración de parámetros de entidades y parámetros | SI |  |

| | | |
|---|---|---|
| Tablas de planificación de luminaria, tableros, interruptores, toma corrientes | | |
| **2.- Vincular modelo de arquitectura**<br>Se vincula con el modelo de arquitectura para determinar la ubicación de los ejes y niveles, exportar y añadir aparatos sanitarios, vista del proyecto para la correcta modelación | SI |  |
| **3.- Coordinación de la vinculación del modelo**<br>Dentro de la pestaña de Colaborar, en el apartado de Coordinar y la opción de Copiar/Supervisar, se exporta los ejes y niveles del modelo de arquitectura. También se abre la opción de copiar por lotes para colocar los aparatos sanitarios que se tiene cargado dentro de la plantilla | SI |  |
| **4.- Generar planos de trabajos referenciales**<br>Para la correcta ubicación de luminarias se debe crear planos de trabajo referenciales, estos se los deberá colocar en la ubicación el cielo falso o raso de ser el caso | SI |  |

**5.- Modelado de entidades eléctricas**

Se modela las diferentes entidades eléctricas necesarias como: luminarias, interruptores, tomacorriente, tableros de distribución, medidores.

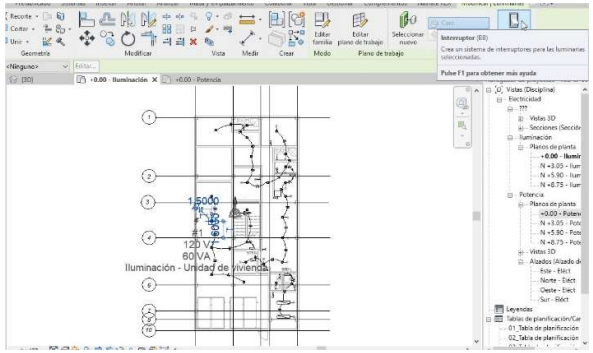
SI




**6.- Conexión de los sistemas de iluminación y potencia**

Se deberá conectar los sistemas de iluminación y potencia con su respectivo cableado con la representación que ofrece Revit, y posteriormente conectarlo al tablero de distribución

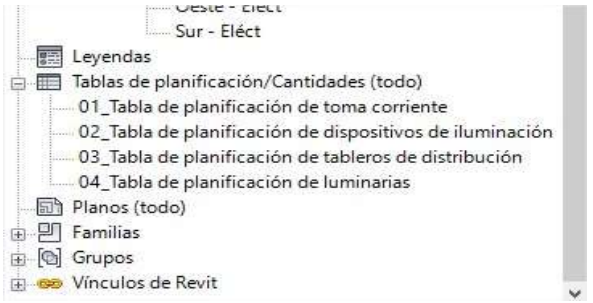
SI



**7.- Revisión de tablas de planificación**

Con la plantilla cargada, las tablas de planificación se encuentran preconfiguradas, por ende, solo se tiene que revisar que todo se encuentre correcto

SI

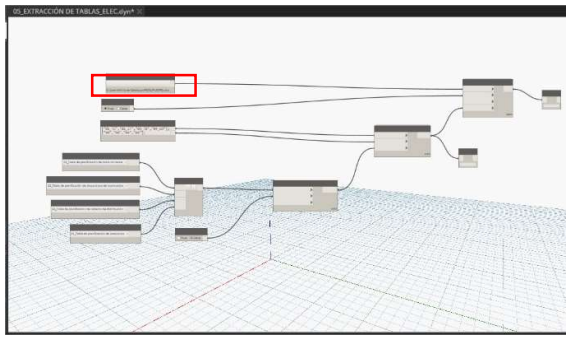


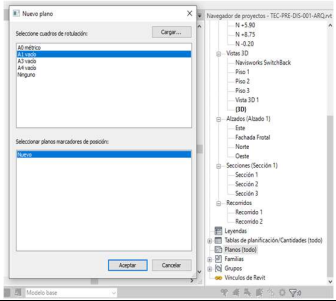

**8.- Exportar información con DYNAMO**

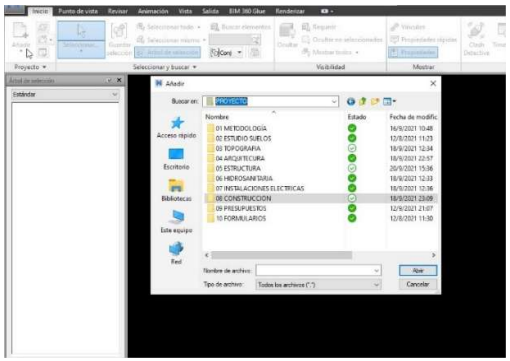
Se debe abrir la extensión de Revit llamado Dynamo, dentro del cual se abre el archivo preconfigurado 05_EXTRACCIÓN DE TABLAS_ELEC.

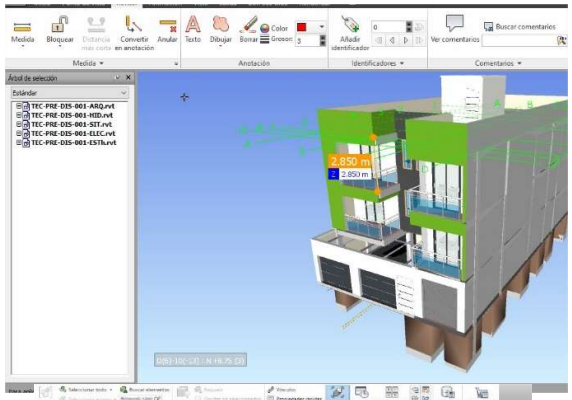
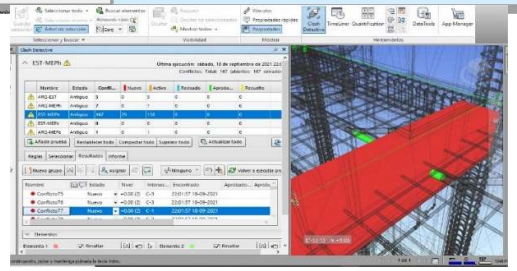
En la programación se cambia la ubicación del archivo Excel a exportar de ser necesario al archivo PRESUPUESTO.xlxs en la carpeta 10 PRESUPUESTOS, donde se exportarán automáticamente todas las tablas.

SI



| | | |
|---|---|---|
| **8.- Elaborar plano**<br>Cargar la plantilla para planos y colocar lo necesario, ya sean vistas en planta, cortes, secciones, vistas laterales, vistas en 3D del modelo. | SI |  |

| **MEI MODELO COORDINACIÓN** | | |
|---|---|---|
| **DESCRIPCION** | **CUMPLE** | **IMAGEN** |
| **1.- Vincular modelos**<br>Vincular los modelos anteriores para poder coordinar en un solo modelo, donde lo podamos inspeccionar de manera visual, geométrica y de interferencias entre los mismos para solicitar su corrección. | SI |  |

| | | |
|---|---|---|
| **2.- Inspección visual**<br>Punto donde se puede realizar una inspección visual, de cómo se encuentran los modelos juntos, se puede realizar recorridos externos como internos, vuelos, renderizaciones, clips de video. | SI |  |
| **3.- Inspección geometría**<br>Punto donde el programa también ofrece opciones para poder realizar diferentes medidas como de longitud, área, volumen, etc. | SI |  |
| **4.- Informe de colisiones entre modelos**<br>Pero la revisión y coordinación final, se realiza creando el informe de colisiones existentes, en donde como coordinadores filtramos que corresponde a una colisión entre modelos, existen 3 tipos de colisiones: estático, de espacio libre y duplicados | SI |  |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| **5.- Corrección de modelos**<br>Con el informe de colisiones se procede a solicitar las respectivas correcciones a los modelos para posteriormente volverlo a revisar | | |
| | SI | |
| **6.- Repetir proceso**<br>En el modelo de coordinación se repetirán desde el paso 2 hasta que los modelos se encuentren en estado aprobados. | SI | |

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.4. Entregables y modelos BIM.

Entonces siguiendo la metodología del capítulo II y lo solicitado en los formatos del capítulo III como son el SDI y PEB se siguió la metodología elaborando los diferentes modelos explicados para poder presentar sus entregables siguiendo el MEI.

Adicionalmente, antes de realizar cada modelo al ser esta una implementación BIM, se elaboró una plantilla de cada uno con el fin de ahorrarnos tiempos a futuro con su rápido uso.

#### 3.4.1. Modelo de sitio.

El presente modelo es el modelo numero 1 dentro de la metodología, en donde se representa la topografía del terreno para poder obtener sus cortes y rellenos de ser el caso. Para el presente caso, se tiene una topografía plana, en donde no se tiene que realizar ningún desplazamiento de tierras, ni la creación de plataformas, únicamente se hace lo que es el retiro de suelo para la cimentación como se muestra.

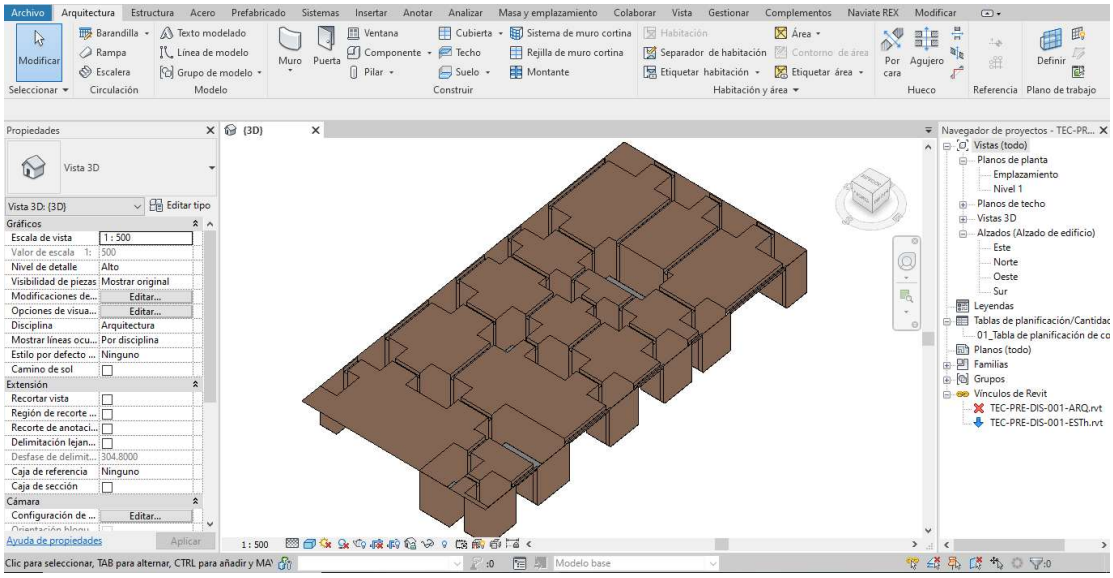



*Figura 12. Modelo de sitio*

*Fuente: Elaboración propia*

#### 3.4.2. Modelo de arquitectura.

El presente modelo es el modelo numero 3 dentro de la metodología, en donde se representa lo referente a la arquitectura del proyecto en donde como se indica en la metodología se coloca todas las entidades que esta solicita como paredes, puertas, ventanas, mobiliario, columnas, etc. Aparte de

tener las fachadas claras al ser un modelo 3D, este modelo es la base para la creación de los siguientes modelos. El modelo arquitectónico del presente proyecto es el siguiente.

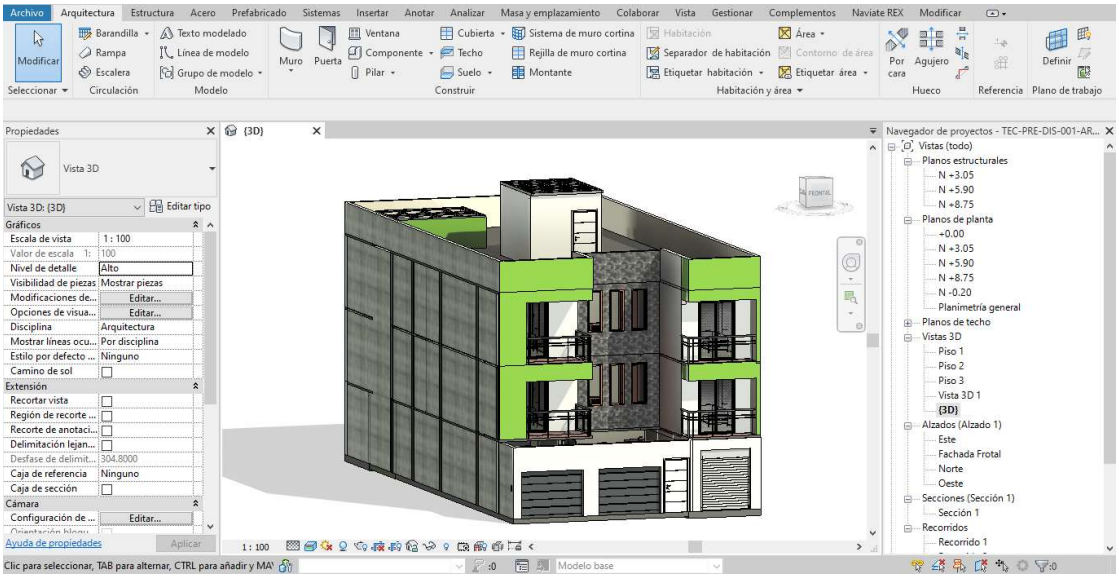


*Figura 13. Modelo de arquitectura*

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.4.3. Modelo de estructura.

Dentro de uno de los objetivos del respectivo trabajo de titulación, se plantea que la estructura sea como de hormigón como de acero utilizando la misma metodología, por lo tanto, para este modelo de estructura se representara dos modelos.

#### 3.4.3.1.Hormigón armado.

El presente modelo es el modelo numero 4 dentro de la metodología, en donde se representa lo referente a la parte estructural del proyecto, que en base a su diseño estructural se procede a realizar el modelamiento del mismo. Como se indica en la metodología aquí se modelan las entidades como zapatas, columnas, losas, vigas, aceros, etc. El siguiente modelo presente este hecho en hormigón armado y el siguiente en acero.

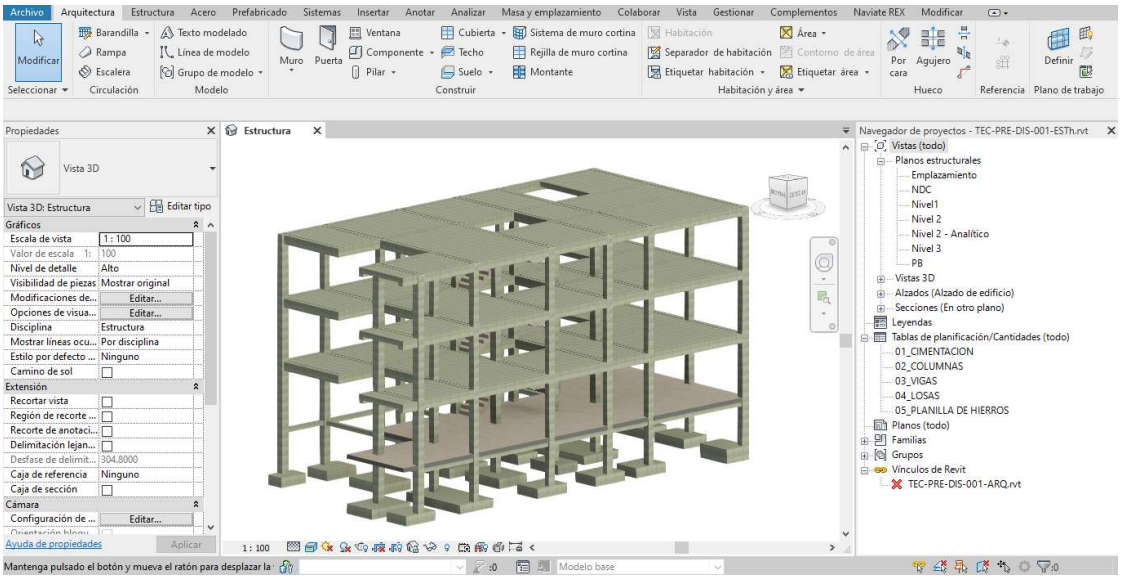


*Figura 14. Modelo de estructura – hormigón*

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.4.3.2.Acero.

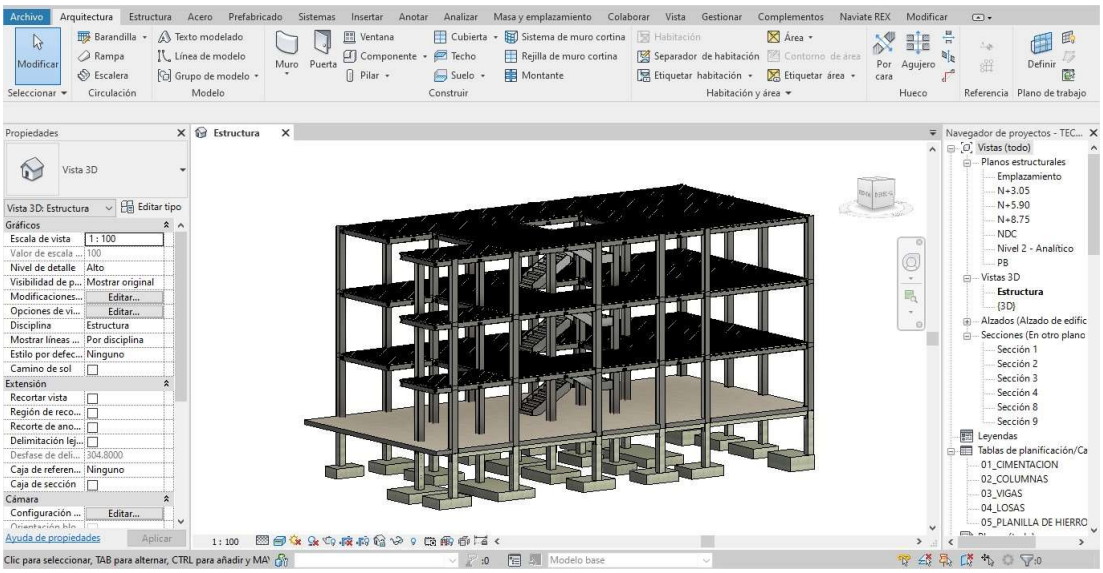


*Figura 15. Modelo de estructura – acero*

*Fuente: Elaboración propia*

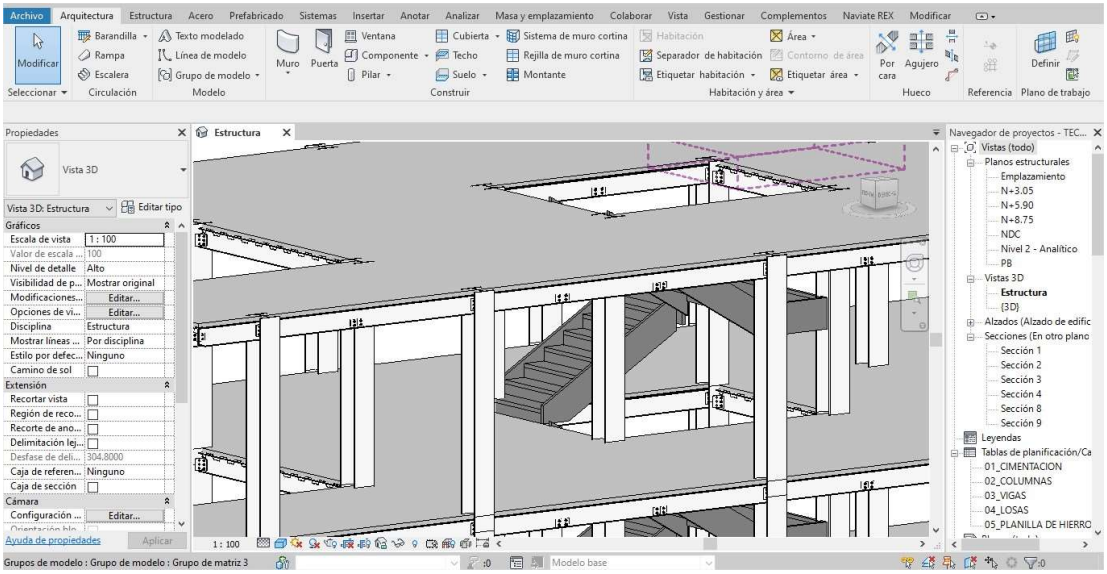


*Figura 16. Modelo de estructura – acero 2*

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.4.4. Modelo de mecánico, eléctrico e hidrosanitario (MEP).

Los presentes modelos son el modelo numero 5 dentro de la metodología pero que se subdividió en 2 modelados diferentes, el primero un modelado de hidrosanitaria y el segundo el eléctrico. De igual manera estos modelos se basan a partir de su respectivo diseño para su modelamiento.

En el modelo hidrosanitario como indica en la metodología se modela entidades como tubería, aparatos sanitarios, accesorios, aparatos mecánicos, etc. El modelo hidrosanitario del presente proyecto es el siguiente.

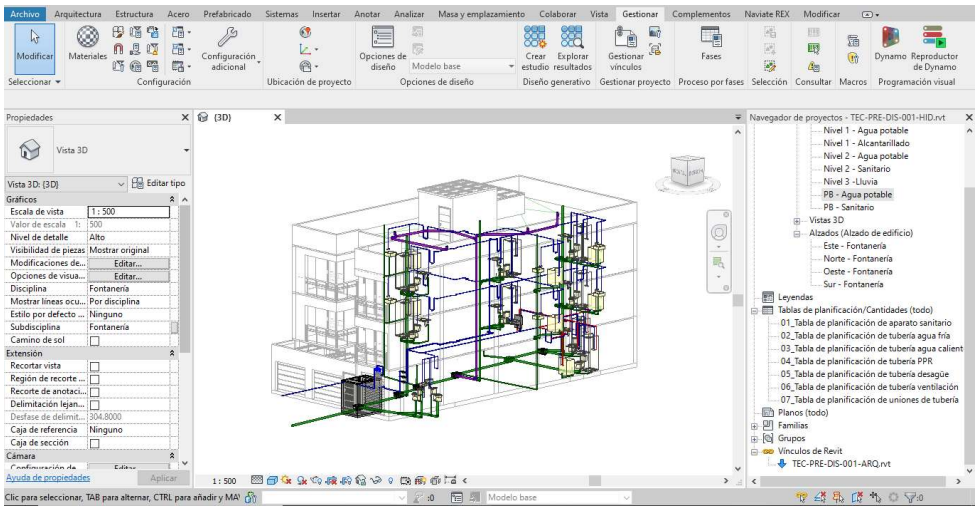


*Figura 17. Modelo MEP -hidrosanitaria*

*Fuente: Elaboración propia*

En el modelo eléctrico como indica en la metodología se modela entidades como luminarias, interruptores, tableros de distribución, toma corrientes, etc. El modelo eléctrico del presente proyecto es el siguiente.

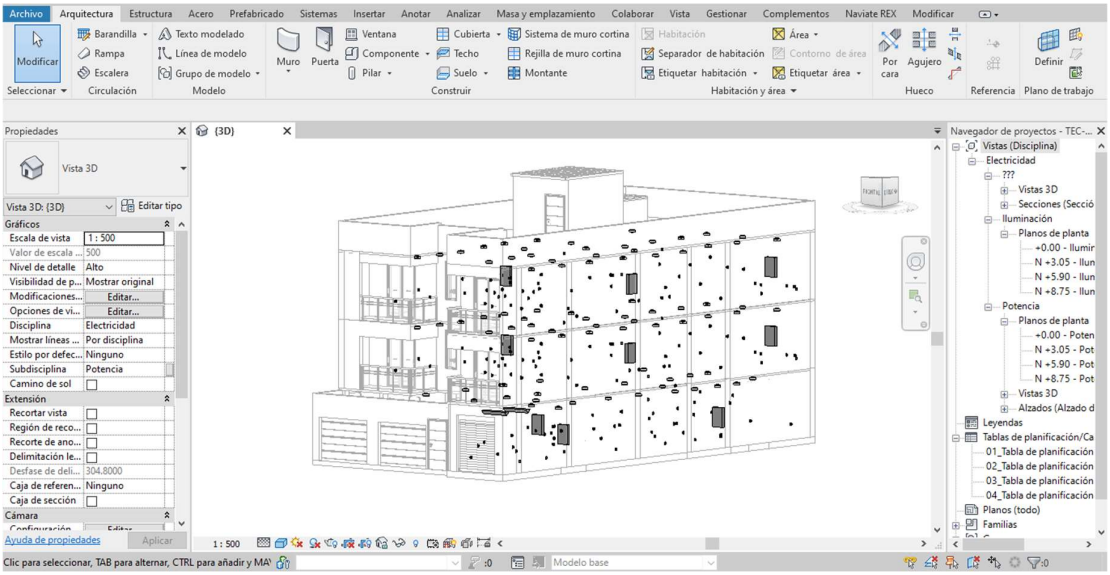



*Figura 18. Modelo MEP – eléctrico*

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.4.5. Modelo de coordinación.

El presente modelo es el modelo numero 6 dentro de la metodología. Este modelo es aquel en donde juntamos todos los modelos anteriores para su respectiva coordinación y revisión. Para la creación de este modelo a diferencia de los anteriores, se utilizó el programa de Autodesk llamado Navisworks Manage. Dentro de este programa se pudo vincular todos los modelos y poder realizar una revisión visual, geométrica y de conflictos entre modelos, esta última siendo la más importante del modelo, ya que es a base para la coordinación. Una vez vinculado los modelos, se detecta todos los conflictos entre modelos, que en este caso el coordinador debe de filtrar para obtener los conflictos reales y así obtener un informe de colisiones que se presentará más adelante para su posterior corrección y finalmente aprobar todos los modelos.

A continuación, se presenta el modelo de coordinación una vez ya vinculado todos los modelos como se muestra en la imagen. Para el respectivo trabajo se presentarán dos modelos de coordinación, uno con la estructura de hormigón y otro con la estructura de acero,

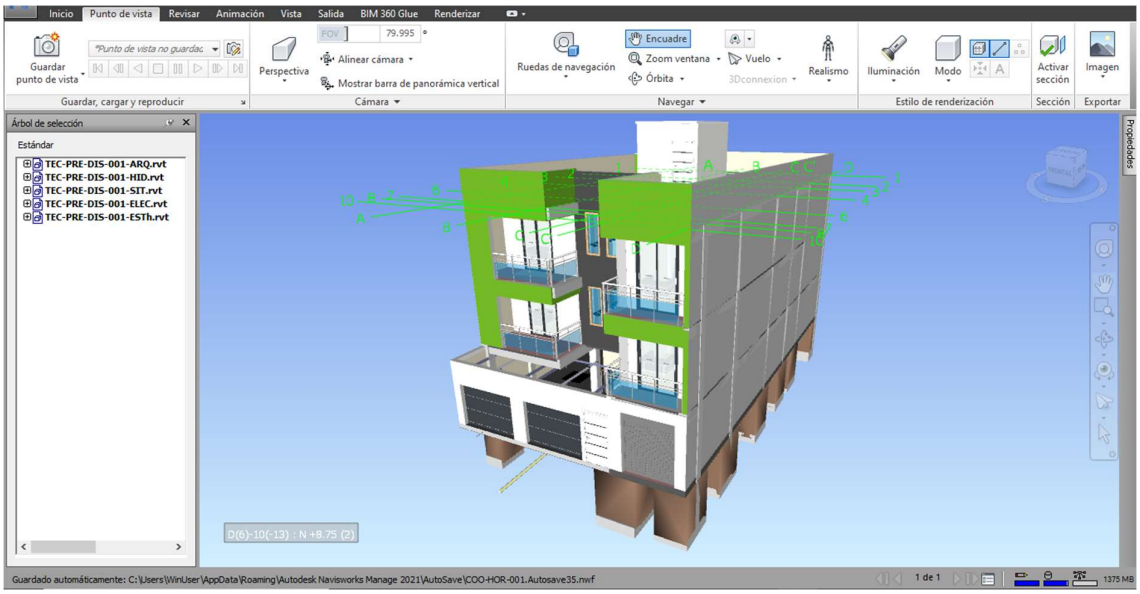



*Figura 19. Modelo de coordinación*

*Fuente: Elaboración propia*

Ocultando el modelo de arquitectura podemos apreciar claramente su estructura, la primera en hormigón y la segunda en acero.

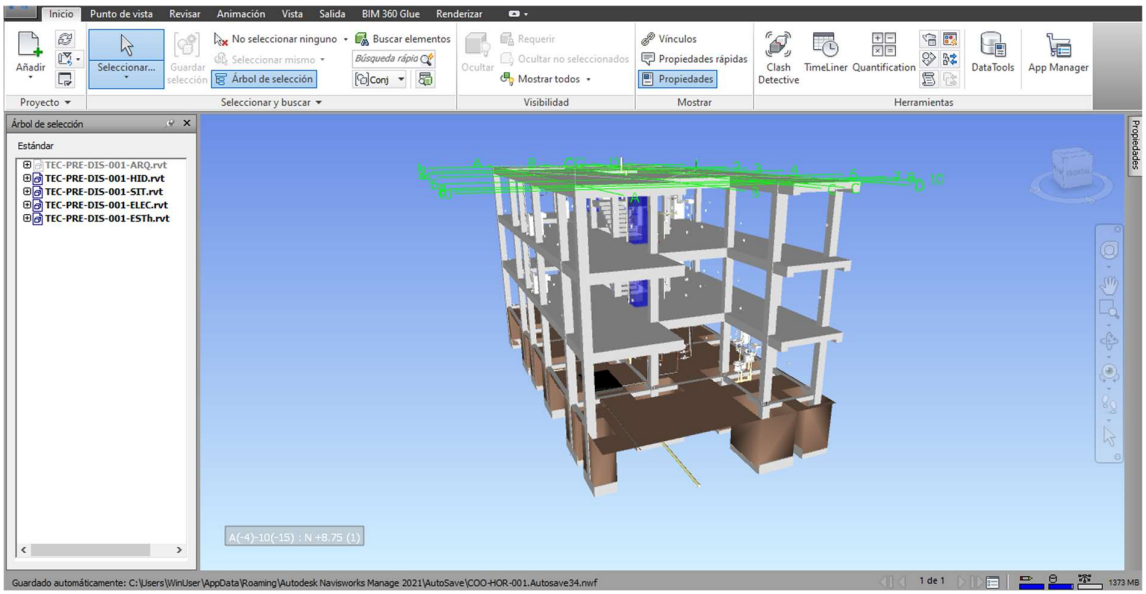



*Figura 20. Modelo de coordinación en hormigón*

*Fuente: Elaboración propia*

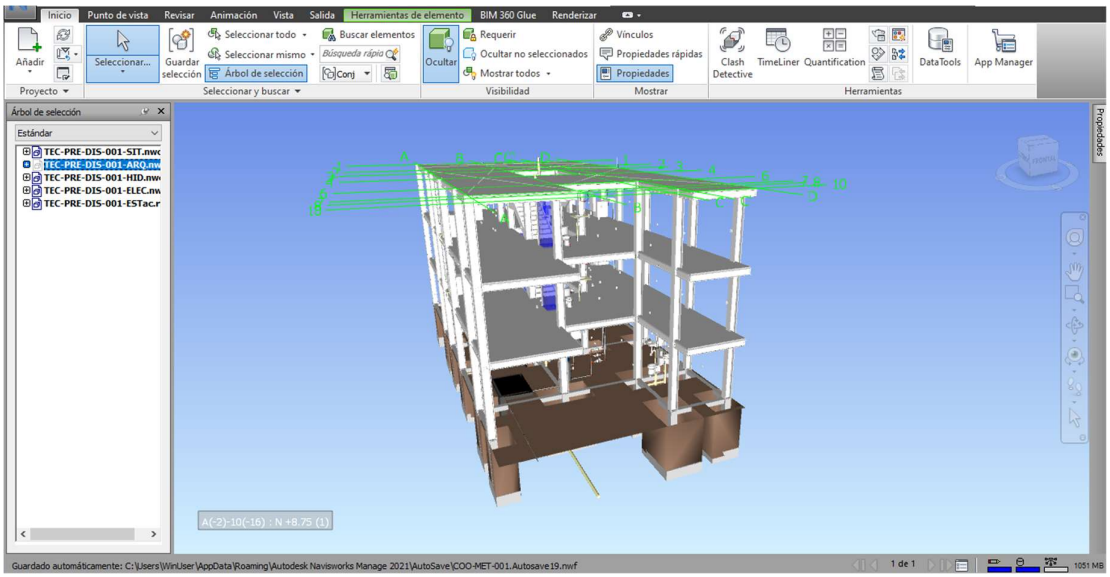



*Figura 21. Modelo de coordinación en acero*

*Fuente: Elaboración propia*

Y si nos vamos acercando también podemos observar claramente el resto de entidades de los modelos MEP.

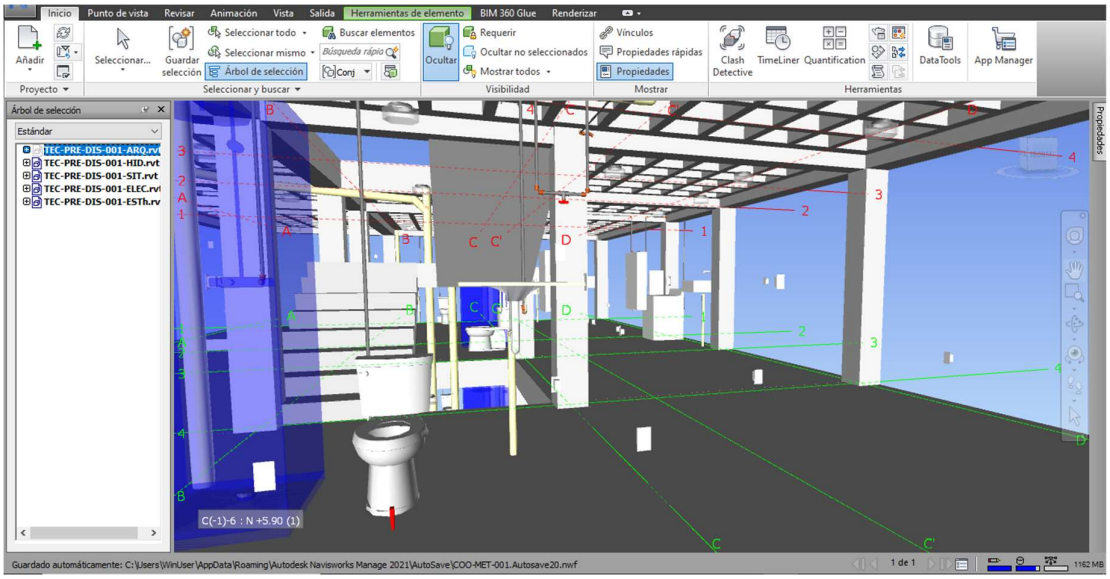



*Figura 22. Detalle de modelo de coordinación – hormigón*

*Fuente: Elaboración propia*

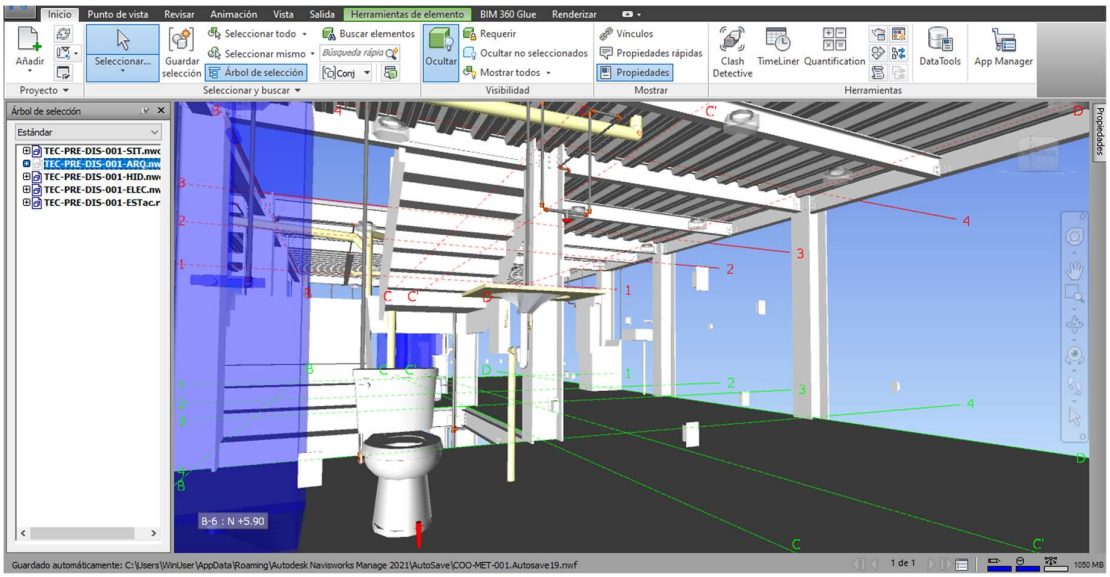



*Figura 23. Detalle modelo de coordinación – acero*

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.4.6. Planos.

Como parte de la metodología y formatos de solicitudes presentados se presentan entregables como en esta sección son sus respectivos planos, con el fin de mostrar lo que se puede obtener de los modelos, con una mayor eficiencia e igual calidad o superior.

A continuación, se presentan algunos de los planos obtenidos por el programa siguiendo la metodología, y como la finalidad del presente trabajo es mostrar como ir aplicando correctamente la metodología, solo se muestran algunos planos de cada modelo para no hacerlo muy extenso, ya que la idea es ir mostrando como son los entregables.

- **Modelo arquitectónico**

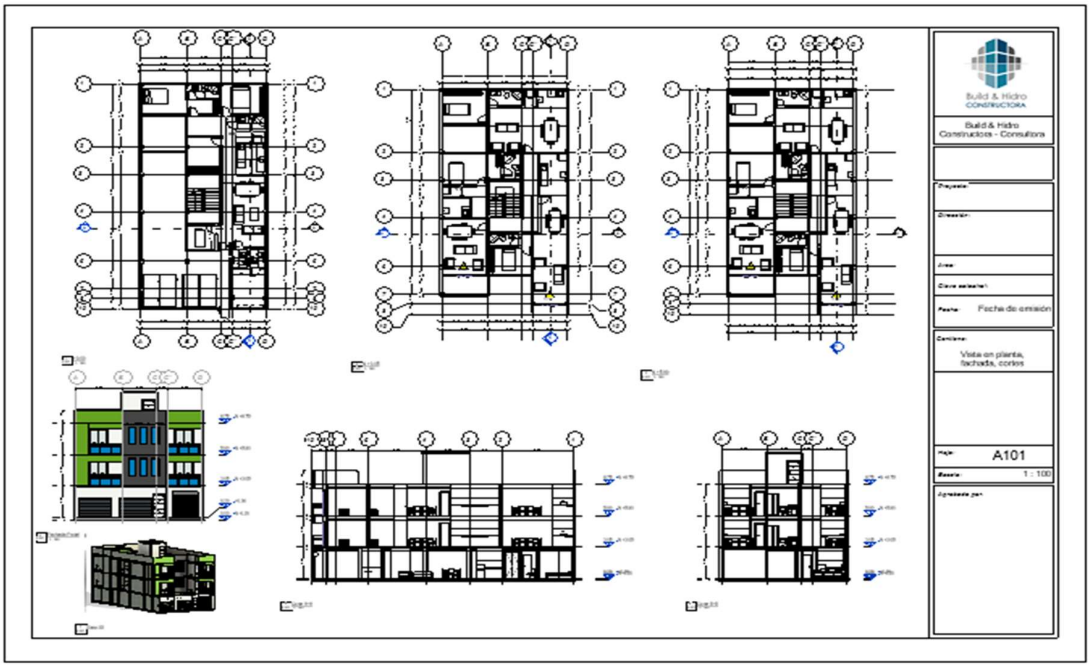



*Figura 24. Entregable – plano arquitectura*

*Fuente: Elaboración propia*

- **Modelo estructura hormigón**

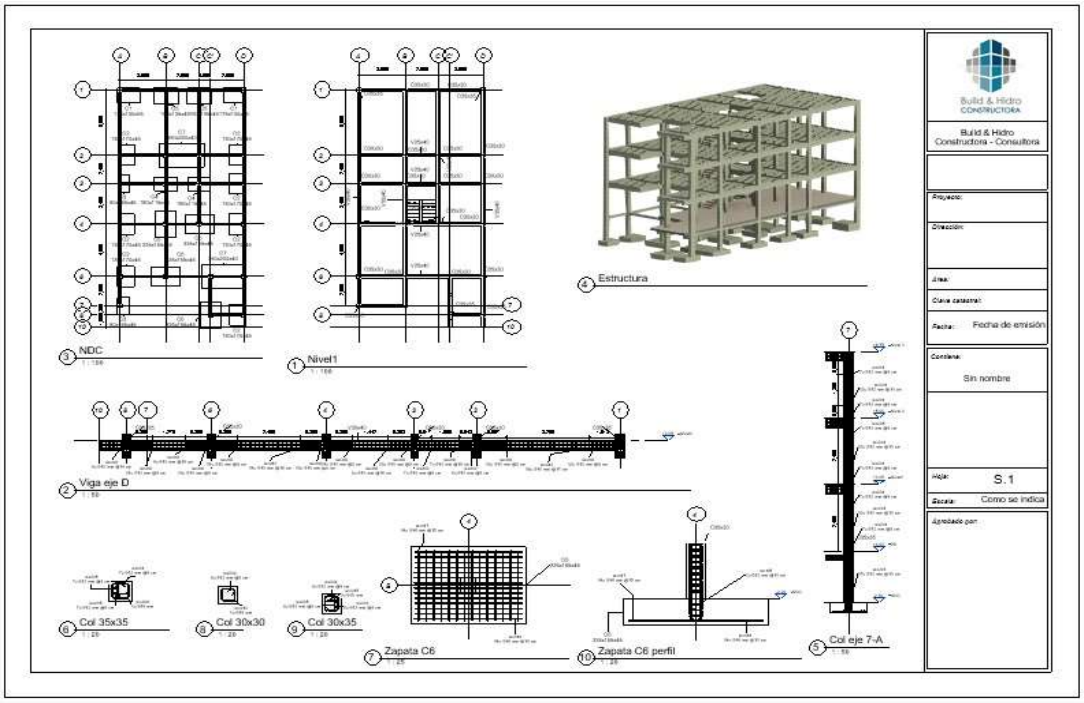



*Figura 25. Entregable – plano estructura hormigón*

*Fuente: Elaboración propia*

- **Modelo estructura acero**

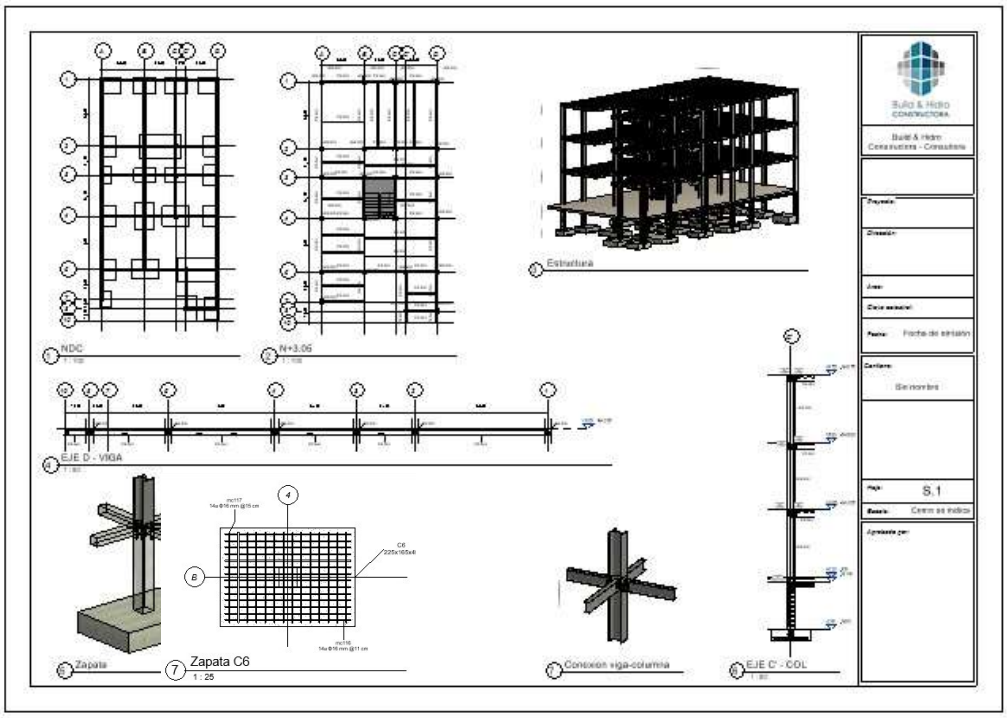



*Figura 26. Entregable – plano estructural acero*

*Fuente: Elaboración propia*

- **Modelo MEP hidrosanitaria**

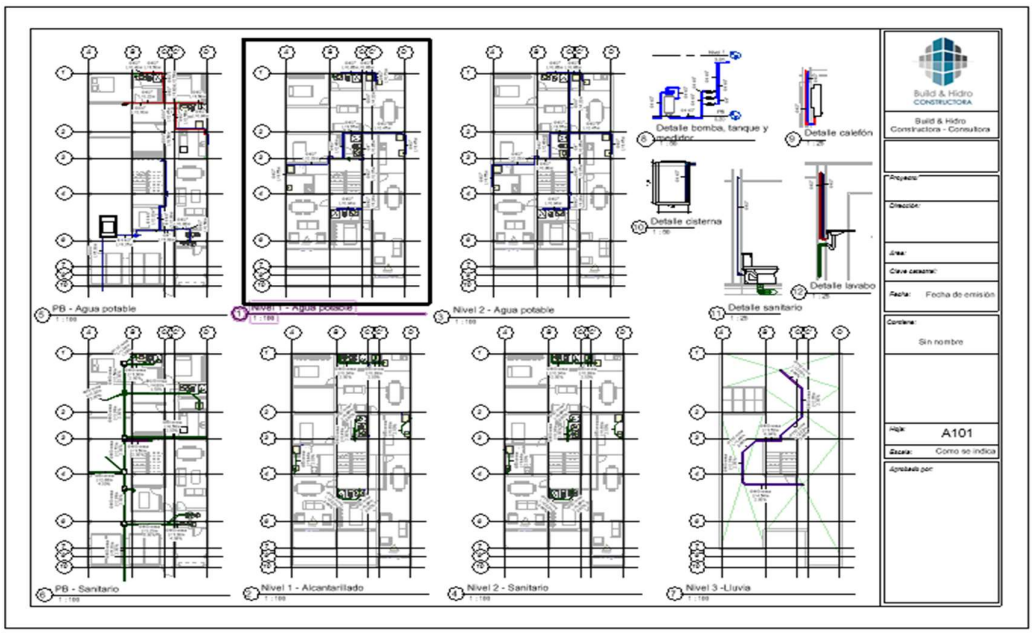



*Figura 27. Entregable – plano MEP hidrosanitaria*

*Fuente: Elaboración propia*

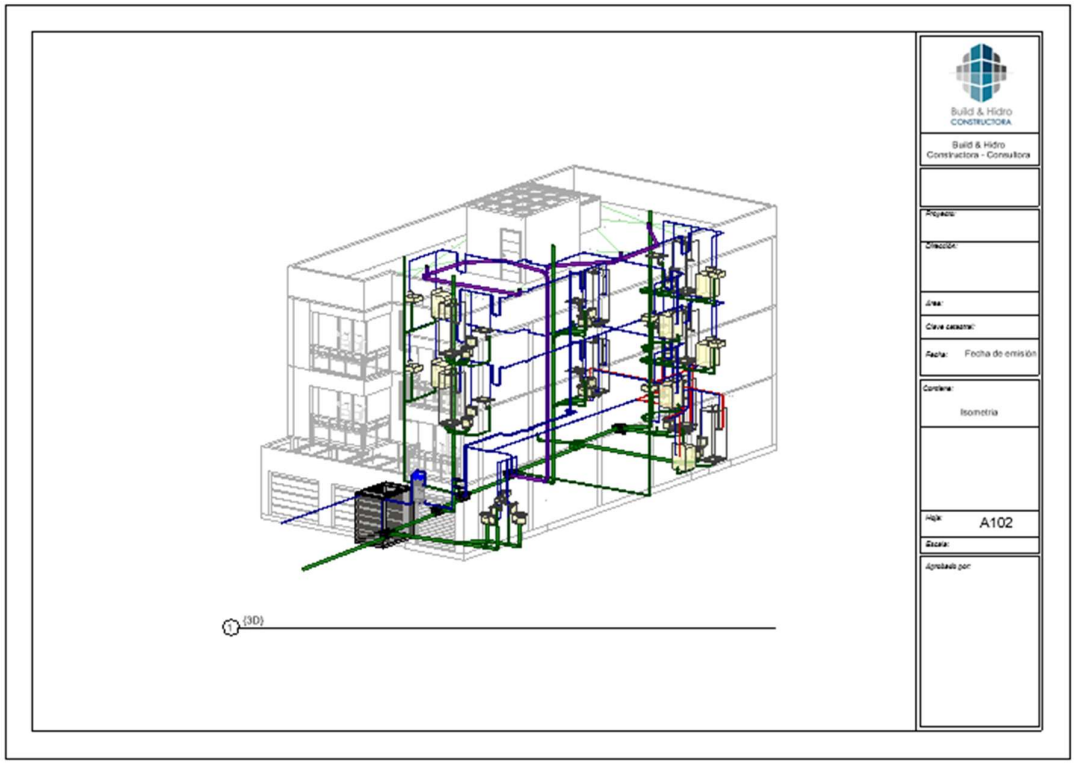



*Figura 28. Entregable – plano isometría*

*Fuente: Elaboración propia*

- **Modelo MEP eléctrico**

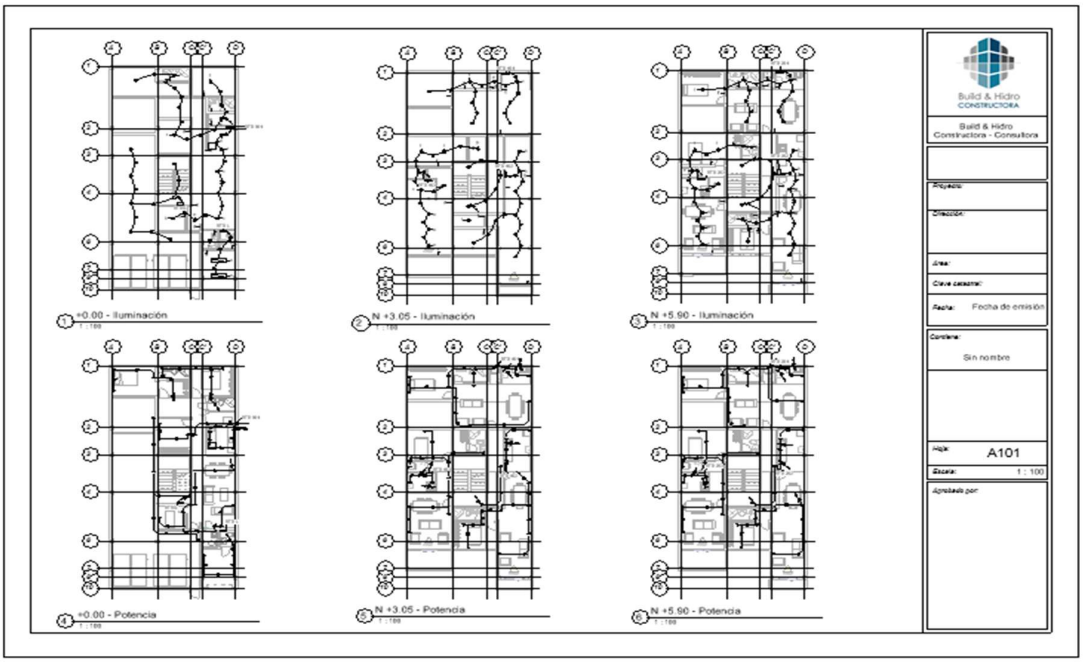



*Figura 29. Entregable – plano eléctrico*

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.4.7. Tablas de planificación.

Al igual siguiendo la metodología y formatos de solicitudes presentados también se entregan lo que son las tablas de cuantificación de materiales o como se le llama en el presente trabajo, tablas de planificación, las cuales salen a partir de los modelos casi de forma automática, ya lo que se está modelando no son solo elementos en 3D sino información cuantificable, lo que significa que una vez finalizado esta se la puede extraer sin ningún problema. Y de los modelos anteriores tenemos las siguientes tablas que fueron estandarizadas gracias a lo solicitado en formatos y gracias a la plantilla preprogramada.

- **Modelo de sitio**

Para el modelo de sitio se obtuvo las siguientes tablas:



<01_Tabla de planificación de corte/relleno>

| A | B | C | D |
|---|---|---|---|
| Comentarios | Corte | Relleno | Corte/relleno neto |
| | 0.00 m³ | 0.00 m³ | 0.00 m³ |
| Cadena | 2.27 m³ | 0.00 m³ | -2.27 m³ |
| Zapata | 135.15 m³ | 0.00 m³ | -135.15 m³ |
| | 137.43 m³ | | -137.43 m³ |

*Figura 30. Entregable – tabla de planificación corte/relleno*

*Fuente: Elaboración propia*

- **Modelo Arquitectónico**

Para el modelo de arquitectura se obtuvo las siguientes tablas:

| <01_Materiales para Muros> | | |
|---|---|---|
| A | B | C |
| Material: Nombre | Material: Área | Restricción de bas |
| 002 revestido - mortero | | |
| 002 revestido - mortero | 1783.71 m² | |
| 003 empastador exterior | | |
| 003 empastador exterior | 189.00 m² | |
| 004 empastado interior | | |
| 004 empastado interior | 1379.38 m² | |
| 005 pintura interior | | |
| 005 pintura interior | 1260.64 m² | |
| 006 pintura exterior | | |
| 006 pintura exterior | 175.41 m² | |
| 006.1 Pintura exterior Verde | | |
| 006.1 Pintura exterior Verde | 36.92 m² | |
| 007 Pegante Bondex cerámica | | |
| 007 Pegante Bondex cerámica | 197.01 m² | |
| 008 Ceramica de pared | | |
| 008 Ceramica de pared | 184.04 m² | |
| 019 Hormigón - Bloques 20x40x15 | | |
| 019 Hormigón - Bloques 20x40x15 | 1129.35 m² | |
| 020 Piedra decorativa | | |
| 020 Piedra decorativa | 17.43 m² | |
| Total general: 1016 | 6352.88 m² | |

*Figura 31. Entregable – tabla de planificación muros*

*Fuente: Elaboración propia*

<02_Materiales para piso>

| A | B | C |
|---|---|---|
| Material: Nombre | Material: Área | Nivel |
| 009 PIEDRA BOLA | | |
| 009 PIEDRA BOLA | 111.25 m² | +0.00 |
| 010 PLASTICO | | |
| 010 PLASTICO | 111.25 m² | +0.00 |
| 011 HOMGIÓN 180KG/CM2 | | |
| 011 HOMGIÓN 180KG/CM2 | 111.25 m² | +0.00 |
| 012 MORTERO DE ALISADO | | |
| 012 MORTERO DE ALISADO | 111.25 m² | +0.00 |
| 012 MORTERO DE ALISADO | 157.30 m² | N +3.05 |
| 012 MORTERO DE ALISADO | 158.30 m² | N +5.90 |
| 013 PEGANTE BONDEX | | |
| 013 PEGANTE BONDEX | 33.02 m² | +0.00 |
| 013 PEGANTE BONDEX | 35.37 m² | N +3.05 |
| 013 PEGANTE BONDEX | 35.66 m² | N +5.90 |
| 014 CERAMICA DE PISO | | |
| 014 CERAMICA DE PISO | 33.02 m² | +0.00 |
| 014 CERAMICA DE PISO | 34.71 m² | N +3.05 |
| 014 CERAMICA DE PISO | 34.99 m² | N +5.90 |
| 015 HOMGIÓN 210KG/CM2 | | |
| 015 HOMGIÓN 210KG/CM2 | 168.62 m² | N +3.05 |
| 015 HOMGIÓN 210KG/CM2 | 169.92 m² | N +5.90 |
| 016 POLI - EXPANDER | | |
| 016 POLI - EXPANDER | 78.22 m² | +0.00 |
| 016 POLI - EXPANDER | 117.40 m² | N +3.05 |
| 016 POLI - EXPANDER | 118.00 m² | N +5.90 |
| 017 PISO LAMINADO | | |

*Figura 32. Entregable – tabla de planificación piso*

*Fuente: Elaboración propia*

<03_Cantidades de puertas>

| A | B | C |
|---|---|---|
| Familia y tipo | Marca de tipo | Recuento |
| Doors_Sliding_PIERRET_Porte-Fenetre_Couliss | 13 | 4 |
| M_Puerta_lavanderia: ID_DT17_id - Bifold 750 | 7 | 2 |
| M_Puerta_lavanderia: ID_DT17_id - Bifold 750 | 12 | 2 |
| M_Puerta_lavanderia: ID_DT17_id - Bifold 1000 | 5 | 1 |
| Puerta de 1 hoja: 70 x 210 cm | 4 | 27 |
| Puerta enrrollable local: XT-10 | 17 | 1 |
| Puerta Exterior: Direct Installation | 18 | 2 |
| Puerta Garage: Puerta Garage | 16 | 2 |
| Total general: 41 | | |

*Figura 33. Entregable – tabla de planificación puertas*

*Fuente: Elaboración propia*

<04_Cantidades de Pasamanos>

| A | B | C |
|---|---|---|
| Tipo | Longitud | Nivel base |
| Barrotes redondos | 5.04 | |
| Panel de vidrio - Relleno inferior | 4.33 | N +3.05 |
| Panel de vidrio - Relleno inferior | 3.61 | N +3.05 |
| Barrotes redondos | 5.04 | |
| Panel de vidrio - Relleno inferior | 5.14 | N +5.90 |
| Panel de vidrio - Relleno inferior | 3.61 | N +5.90 |

*Figura 34. Entregable – tabla de planificación pasamanos*

*Fuente: Elaboración propia*

<05_Tabla de planificación de habitaciones>

| A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|
| Nivel | Nombre | Área | Perímetro | Volumen | Comentarios |
| +0.00 | Dormitorio 1 | 12.36 m² | 17.37 | 30.28 m³ | |
| +0.00 | Baño | 2.80 m² | 7.17 | 6.87 m³ | |
| +0.00 | Dormitorio 2 | 9.07 m² | 12.17 | 22.21 m³ | |
| +0.00: 3 | | 24.23 m² | 36.71 | 59.36 m³ | |
| Total general: 3 | | 24.23 m² | 36.71 | 59.36 m³ | |

*Figura 35. Entregable – tabla de planificación habitaciones*

*Fuente: Elaboración propia*

<06_Ventanas>

| A | B | C |
|---|---|---|
| Tipo | Altura | Anchura |
| 120 x 140 cm | 1.40 | 1.20 |
| 600x 1600 cm | 1.60 | 0.60 |
| 600x 1600 cm | 1.60 | 0.60 |
| 600x 1600 cm | 1.60 | 0.60 |
| 600x 1600 cm | 1.60 | 0.60 |
| 600x 1600 cm | 1.60 | 0.60 |
| 600x 1600 cm | 1.60 | 0.60 |

*Figura 36. Entregable – tabla de planificación ventanas*

*Fuente: Elaboración propia*

- **Modelo estructura hormigón**

Para el modelo de estructura en hormigón se tuvieron las siguientes tablas:

<01_CIMENTACION>

| A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|
| Descripción | Nivel | Material estructural | Tipo (cm) | Volumen (m³) |
| Zapata | NDC | Hormigón f'c 240 | 90x145x45 | 1.17 |
| Zapata | NDC | Hormigón f'c 240 | 130x170x45 | 7.17 |
| Zapata | NDC | Hormigón f'c 240 | 175x130x65 | 2.96 |
| Zapata | NDC | Hormigón f'c 240 | 180x115x45 | 1.86 |
| Zapata | NDC | Hormigón f'c 240 | 190x135x45 | 2.31 |
| Zapata | NDC | Hormigón f'c 240 | 225x165x45 | 6.68 |
| Zapata | NDC | Hormigón f'c 240 | 350x200x40 | 5.60 |
| | | | | 27.75 |

*Figura 37. Entregable – tabla de planificación volumen de hormigón cimentación*

*Fuente: Elaboración propia*

<02_COLUMNAS>

| A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|
| Descripción | Nivel | Material estructural | Tipo (cm) | Volumen (m³) |
| Columna | NDC | Hormigón f'c 240 | 30x30 | 1.58 |
| Columna | NDC | Hormigón f'c 240 | 35x30 | 2.14 |
| Columna | NDC | Hormigón f'c 240 | 35x35 | 1.32 |
| Columna | PB | Hormigón f'c 240 | 30x30 | 2.05 |
| Columna | PB | Hormigón f'c 240 | 35x30 | 2.99 |
| Columna | PB | Hormigón f'c 240 | 35x35 | 1.75 |
| Columna | Nivel1 | Hormigón f'c 240 | 30x30 | 2.05 |
| Columna | Nivel1 | Hormigón f'c 240 | 35x30 | 2.99 |
| Columna | Nivel1 | Hormigón f'c 240 | 35x35 | 1.75 |
| Columna | Nivel 2 | Hormigón f'c 240 | 30x30 | 4.62 |
| Columna | Nivel 2 | Hormigón f'c 240 | 35x35 | 1.75 |
| | | | | 24.99 |

*Figura 38. Entregable – tabla de planificación volumen de hormigón columnas*

*Fuente: Elaboración propia*

<03_VIGAS>

| A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|
| Descripción | Nivel de referencia | Material estructural | Tipo (cm) | Volumen (m³) |
| | | | | |
| Cadena | NDC | Hormigón f'c 240 | 20x20 | 4.35 |
| | | | | |
| VIGA | PB | Hormigón f'c 240 | 25x40 | 4.90 |
| VIGA | PB | Hormigón f'c 240 | 30x40 | 8.08 |
| | | | | |
| VIGA | Nivel1 | Hormigón f'c 240 | 25x40 | 4.90 |
| VIGA | Nivel1 | Hormigón f'c 240 | 30x40 | 8.08 |
| | | | | |
| VIGA | Nivel 2 | Hormigón f'c 240 | 25x40 | 4.95 |
| VIGA | Nivel 2 | Hormigón f'c 240 | 30x40 | 8.08 |
| | | | | 43.33 |

*Figura 39. Entregable – tabla de planificación volumen de hormigón vigas*

*Fuente: Elaboración propia*

<04_LOSAS>

| A | B | C | D |
|---|---|---|---|
| Descripción | Nivel | Material estructural | Volumen (m³) |
| | | | |
| CONTRAPISO | NDC | Piedra Bola | 28.12 |
| | | | |
| LOSA NERVADA | Nivel1 | Hormigón f'c 210 | 19.50 |
| | | | |
| LOSA NERVADA | Nivel 2 | Hormigón f'c 210 | 19.50 |
| | | | |
| LOSA NERVADA | Nivel 3 | Hormigón f'c 210 | 19.50 |
| | | | 86.62 |

*Figura 40. Entregable – tabla de planificación volumen de hormigón losa*

*Fuente: Elaboración propia*

Adicionalmente se configuró para obtener lo que es la planilla de aceros.

<05_PLANILLA DE HIERROS>

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento-Descrip | Marca | Diámetro φ | Forma | Cantidad | A | B | C | D | E | F | G | H | J | Peso Unit | Long corte (m) | Long Total (m) | Peso Total |
| ZAPATA | 101 | 16 mm | I | 128 | 0.00 | 1.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 1.16 | 148.48 | 234.53 kg |
| ZAPATA | 102 | 12 mm | O | 25 | 0.12 | 0.27 | 0.27 | 0.27 | 0.27 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 1.21 | 30.37 | 26.98 kg |
| ZAPATA | 103 | 12 mm | O | 137 | 0.12 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 1.01 | 139.02 | 123.52 kg |
| ZAPATA | 104 | 12 mm | O | 51 | 0.12 | 0.27 | 0.22 | 0.27 | 0.22 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 1.11 | 56.85 | 50.51 kg |
| ZAPATA | 105 | 12 mm | C2 | 51 | 0.12 | 0.22 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 0.42 | 21.33 | 18.95 kg |
| ZAPATA | 106 | 12 mm | C2 | 51 | 0.12 | 0.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 0.47 | 23.88 | 21.22 kg |
| ZAPATA | 107 | 16 mm | I | 112 | 0.00 | 1.61 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 1.61 | 180.32 | 284.82 kg |
| ZAPATA | 108 | 16 mm | I | 24 | 0.00 | 1.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 1.76 | 42.24 | 66.72 kg |
| ZAPATA | 109 | 16 mm | I | 30 | 0.00 | 1.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 1.21 | 36.30 | 57.34 kg |
| ZAPATA | 110 | 12 mm | O | 15 | 0.12 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 0.77 | 11.62 | 10.33 kg |
| ZAPATA | 111 | 16 mm | I | 16 | 0.00 | 1.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 1.31 | 20.96 | 33.11 kg |
| ZAPATA | 112 | 16 mm | I | 26 | 0.00 | 0.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 0.76 | 19.76 | 31.21 kg |
| ZAPATA | 113 | 16 mm | I | 32 | 0.00 | 3.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 3.36 | 107.52 | 169.83 kg |
| ZAPATA | 114 | 16 mm | I | 34 | 0.00 | 1.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 1.86 | 63.24 | 99.89 kg |
| ZAPATA | 115 | 12 mm | O | 24 | 0.12 | 0.22 | 0.27 | 0.22 | 0.27 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 1.11 | 26.75 | 23.77 kg |
| ZAPATA | 116 | 16 mm | I | 56 | 0.00 | 2.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 2.11 | 118.16 | 186.64 kg |
| ZAPATA | 117 | 16 mm | I | 56 | 0.00 | 1.51 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 1.51 | 84.56 | 133.56 kg |
| ZAPATA | 118 | 16 mm | I | 24 | 0.00 | 1.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 1.66 | 39.84 | 62.93 kg |
| ZAPATA | 119 | 16 mm | I | 28 | 0.00 | 1.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 1.01 | 28.28 | 44.67 kg |
| COLUMNA | 201 | 12 mm | O | 458 | 0.12 | 0.27 | 0.27 | 0.27 | 0.27 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 1.21 | 556.36 | 494.32 kg |
| COLUMNA | 205 | 12 mm | C2 | 1470 | 0.12 | 0.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 0.47 | 688.34 | 611.57 kg |
| COLUMNA | 206 | 16 mm | I | 40 | 0.00 | 7.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 7.20 | 288.00 | 454.90 kg |
| COLUMNA | 207 | 16 mm | C1 | 24 | 0.25 | 4.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 4.51 | 108.24 | 170.97 kg |
| COLUMNA | 208 | 16 mm | C1 | 32 | 0.25 | 4.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 4.21 | 134.73 | 212.80 kg |
| COLUMNA | 209 | 12 mm | O | 1078 | 0.12 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 1.01 | 1093.92 | 971.93 kg |
| COLUMNA | 210 | 16 mm | I | 64 | 0.00 | 7.65 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 7.65 | 489.60 | 773.33 kg |
| COLUMNA | 211 | 16 mm | C1 | 16 | 0.25 | 4.47 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 4.68 | 74.88 | 118.28 kg |
| COLUMNA | 212 | 20 mm | C1 | 56 | 0.38 | 7.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.47 kg/m | 7.32 | 410.02 | 1011.92 kg |
| COLUMNA | 213 | 12 mm | O | 690 | 0.12 | 0.27 | 0.22 | 0.27 | 0.22 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 1.11 | 769.19 | 683.41 kg |
| COLUMNA | 214 | 12 mm | C2 | 960 | 0.12 | 0.22 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 0.42 | 401.53 | 356.75 kg |
| COLUMNA | 215 | 20 mm | I2 | 40 | 1.50 | 0.21 | 2.90 | 0.00 | 0.00 | | | | | 2.47 kg/m | 4.60 | 184.05 | 454.24 kg |
| COLUMNA | 216 | 20 mm | I2 | 40 | 1.50 | 0.20 | 2.90 | 0.00 | 0.00 | | | | | 2.47 kg/m | 4.60 | 183.97 | 454.04 kg |
| COLUMNA | 217 | 16 mm | C1 | 88 | 0.25 | 3.97 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 4.18 | 367.86 | 581.04 kg |
| COLUMNA | 218 | 20 mm | C1 | 48 | 0.38 | 6.97 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.47 kg/m | 7.29 | 350.00 | 863.81 kg |
| CADENA | 301 | 10 mm | O | 576 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.00 | 0.11 | 0.08 | 0.00 | 0.62 kg/m | 0.63 | 361.62 | 223.12 kg |
| CADENA | 304 | 14 mm | L | 4 | 0.00 | 0.13 | 10.26 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 10.35 | 41.40 | 50.07 kg |
| CADENA | 305 | 14 mm | L | 2 | 0.00 | 9.81 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 9.90 | 19.81 | 23.95 kg |
| CADENA | 306 | 14 mm | L | 4 | 0.00 | 9.27 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 9.36 | 37.46 | 45.30 kg |
| CADENA | 307 | 14 mm | L | 2 | 0.00 | 0.13 | 10.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 10.89 | 21.78 | 26.34 kg |
| CADENA | 320 | 14 mm | L | 2 | 0.00 | 9.01 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 9.11 | 18.21 | 22.02 kg |
| CADENA | 321 | 14 mm | L | 2 | 0.00 | 0.13 | 10.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 10.09 | 20.18 | 24.41 kg |
| CADENA | 322 | 14 mm | C | 8 | 0.00 | 0.13 | 9.92 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 10.11 | 80.85 | 97.77 kg |
| CADENA | 323 | 14 mm | C | 8 | 0.00 | 0.13 | 9.89 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 10.08 | 80.62 | 97.50 kg |
| CADENA | 324 | 14 mm | C | 2 | 0.00 | 0.13 | 3.54 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 3.73 | 7.46 | 9.02 kg |
| CADENA | 325 | 14 mm | C | 2 | 0.00 | 0.13 | 3.53 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 3.72 | 7.43 | 8.99 kg |
| CADENA | 326 | 14 mm | L | 2 | 0.00 | 0.13 | 10.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 10.30 | 20.60 | 24.91 kg |
| CADENA | 327 | 14 mm | L | 2 | 0.00 | 6.51 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 6.61 | 13.21 | 15.98 kg |
| CADENA | 328 | 14 mm | L | 2 | 0.00 | 9.22 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 9.31 | 18.63 | 22.53 kg |
| CADENA | 329 | 14 mm | L | 2 | 0.00 | 0.13 | 7.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 7.59 | 15.18 | 18.36 kg |
| CADENA | 330 | 14 mm | C | 4 | 0.00 | 0.13 | 11.72 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 11.91 | 47.62 | 57.59 kg |
| CADENA | 331 | 14 mm | C | 2 | 0.00 | 0.13 | 9.97 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 10.16 | 20.31 | 24.56 kg |
| CADENA | 332 | 14 mm | C | 2 | 0.00 | 0.13 | 9.94 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 10.13 | 20.26 | 24.50 kg |
| CADENA | 333 | 14 mm | C | 2 | 0.00 | 0.13 | 2.87 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 3.06 | 6.11 | 7.39 kg |
| CADENA | 334 | 14 mm | C | 2 | 0.00 | 0.13 | 2.84 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 3.03 | 6.06 | 7.32 kg |
| VIGA | 401 | 10 mm | O | 1314 | 0.11 | 0.17 | 0.32 | 0.17 | 0.32 | 0.00 | 0.11 | 0.08 | 0.00 | 0.62 kg/m | 1.13 | 1481.94 | 914.36 kg |
| VIGA | 402 | 16 mm | C | 18 | 0.00 | 0.31 | 9.92 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 10.45 | 188.16 | 297.20 kg |
| VIGA | 403 | 16 mm | C | 18 | 0.00 | 0.31 | 9.89 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 10.42 | 187.58 | 296.29 kg |
| VIGA | 404 | 16 mm | C | 12 | 0.00 | 0.31 | 9.97 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 10.50 | 126.04 | 199.08 kg |
| VIGA | 405 | 16 mm | C | 12 | 0.00 | 0.31 | 9.94 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 10.47 | 125.66 | 198.48 kg |
| VIGA | 408 | 16 mm | C | 6 | 0.00 | 0.31 | 2.87 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 3.40 | 20.42 | 32.25 kg |
| VIGA | 409 | 16 mm | C | 6 | 0.00 | 0.31 | 2.84 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 3.37 | 20.23 | 31.95 kg |
| VIGA | 410 | 16 mm | C | 6 | 0.00 | 0.31 | 3.66 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 4.19 | 25.14 | 39.72 kg |
| VIGA | 411 | 16 mm | C | 6 | 0.00 | 0.31 | 3.63 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 4.16 | 24.95 | 39.42 kg |
| VIGA | 412 | 10 mm | O | 1752 | 0.11 | 0.22 | 0.32 | 0.22 | 0.32 | 0.00 | 0.11 | 0.08 | 0.00 | 0.62 kg/m | 1.23 | 2151.12 | 1327.24 kg |
| VIGA | 413 | 16 mm | L | 6 | 0.00 | 0.31 | 9.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 10.00 | 59.99 | 94.76 kg |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VIGA | 414 | 16 mm | L | 2 | 0.00 | 11.21 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 11.48 | 22.96 | 36.27 kg |
| VIGA | 415 | 16 mm | L | 12 | 0.00 | 8.73 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 9.00 | 107.98 | 170.56 kg |
| VIGA | 416 | 16 mm | I | 6 | 0.00 | 7.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 7.00 | 42.00 | 66.34 kg |
| VIGA | 417 | 16 mm | L | 6 | 0.00 | 0.31 | 5.68 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 5.95 | 35.69 | 56.37 kg |
| VIGA | 418 | 16 mm | C | 2 | 0.00 | 0.31 | 4.42 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 4.95 | 9.91 | 15.65 kg |
| VIGA | 419 | 16 mm | C | 2 | 0.00 | 0.31 | 4.39 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 4.92 | 9.84 | 15.55 kg |
| VIGA | 420 | 16 mm | C | 6 | 0.00 | 0.31 | 11.72 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 12.25 | 73.52 | 116.13 kg |
| VIGA | 421 | 16 mm | C | 2 | 0.00 | 0.31 | 11.69 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 12.22 | 24.44 | 38.61 kg |
| VIGA | 422 | 16 mm | L | 2 | 0.00 | 9.34 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 9.60 | 19.21 | 30.34 kg |
| VIGA | 423 | 16 mm | I | 3 | 0.00 | 2.69 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 2.69 | 8.06 | 12.73 kg |
| VIGA | 424 | 16 mm | L | 6 | 0.00 | 0.31 | 3.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 4.07 | 24.44 | 38.60 kg |
| VIGA | 425 | 16 mm | L | 2 | 0.00 | 9.54 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 9.80 | 19.61 | 30.97 kg |
| VIGA | 426 | 16 mm | L | 6 | 0.00 | 8.68 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 8.94 | 53.66 | 84.75 kg |
| VIGA | 427 | 16 mm | I | 6 | 0.00 | 4.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 4.06 | 24.37 | 38.49 kg |
| VIGA | 428 | 16 mm | L | 4 | 0.00 | 0.31 | 9.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 10.01 | 40.04 | 63.25 kg |
| VIGA | 429 | 16 mm | L | 4 | 0.00 | 11.20 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 11.47 | 45.87 | 72.45 kg |
| VIGA | 430 | 16 mm | I | 4 | 0.00 | 6.99 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 6.99 | 27.95 | 44.15 kg |
| VIGA | 431 | 16 mm | C | 4 | 0.00 | 0.31 | 4.41 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 4.94 | 19.76 | 31.22 kg |
| VIGA | 432 | 16 mm | C | 4 | 0.00 | 0.31 | 4.38 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 4.91 | 19.63 | 31.01 kg |
| VIGA | 433 | 16 mm | C | 4 | 0.00 | 0.31 | 11.66 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 12.20 | 48.78 | 77.05 kg |
| VIGA | 434 | 16 mm | L | 4 | 0.00 | 0.31 | 9.59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 9.86 | 39.44 | 62.30 kg |
| VIGA | 435 | 16 mm | L | 4 | 0.00 | 9.33 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 9.59 | 38.37 | 60.60 kg |
| VIGA | 436 | 16 mm | I | 4 | 0.00 | 6.85 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 6.85 | 27.40 | 43.28 kg |
| VIGA | 437 | 16 mm | L | 4 | 0.00 | 0.31 | 9.72 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 9.99 | 39.94 | 63.09 kg |
| VIGA | 438 | 16 mm | L | 2 | 0.00 | 9.51 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 9.78 | 19.56 | 30.89 kg |
| VIGA | 439 | 16 mm | I | 4 | 0.00 | 6.97 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 6.97 | 27.90 | 44.07 kg |
| VIGA | 440 | 16 mm | L | 2 | 0.00 | 9.53 | 0.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 9.79 | 19.58 | 30.93 kg |
| ESCALERA | 501 | 14 mm | Z | 27 | 1.00 | 2.39 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | | | | | 1.21 kg/m | 3.98 | 107.42 | 129.91 kg |
| ESCALERA | 502 | 14 mm | I | 153 | 0.00 | 1.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 1.10 | 168.30 | 203.53 kg |
| ESCALERA | 503 | 14 mm | I | 36 | 0.00 | 2.55 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 2.55 | 91.80 | 111.02 kg |
| ESCALERA | 504 | 14 mm | Z | 27 | 1.00 | 3.23 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | | | | | 1.21 kg/m | 4.82 | 130.04 | 157.26 kg |
| LOSA | 601 | 16 mm | I | 63 | 0.00 | 9.34 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 9.34 | 588.42 | 929.42 kg |
| LOSA | 602 | 16 mm | I | 36 | 0.00 | 3.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 3.27 | 117.72 | 185.94 kg |
| LOSA | 603 | 16 mm | I | 12 | 0.00 | 5.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 5.74 | 68.88 | 108.80 kg |
| LOSA | 604 | 16 mm | I | 21 | 0.00 | 3.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 3.17 | 66.47 | 104.98 kg |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LOSA | 605 | 16 mm | I | 30 | 0.00 | 2.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 2.27 | 68.10 | 107.57 kg |
| LOSA | 606 | 16 mm | I | 15 | 0.00 | 20.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 20.15 | 302.18 | 477.29 kg |
| LOSA | 607 | 16 mm | I | 6 | 0.00 | 15.67 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 15.67 | 94.02 | 148.51 kg |
| LOSA | 608 | 16 mm | I | 15 | 0.00 | 7.72 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 7.72 | 115.80 | 182.91 kg |
| LOSA | 609 | 16 mm | I | 21 | 0.00 | 3.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 3.13 | 65.63 | 103.66 kg |
| LOSA | 610 | 16 mm | I | 21 | 0.00 | 12.57 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 12.57 | 263.97 | 416.94 kg |
| LOSA | 611 | 16 mm | I | 15 | 0.00 | 4.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 4.17 | 62.55 | 98.80 kg |
| LOSA | 612 | 14 mm | I | 171 | 0.00 | 9.34 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 9.34 | 1597.14 | 1931.45 kg |
| LOSA | 613 | 14 mm | I | 72 | 0.00 | 3.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 3.27 | 235.44 | 284.72 kg |
| LOSA | 614 | 14 mm | I | 57 | 0.00 | 3.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 3.13 | 178.13 | 215.41 kg |
| LOSA | 615 | 14 mm | I | 39 | 0.00 | 20.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 20.15 | 785.66 | 950.11 kg |
| LOSA | 616 | 14 mm | I | 18 | 0.00 | 15.67 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 15.67 | 282.06 | 341.10 kg |
| LOSA | 617 | 14 mm | I | 39 | 0.00 | 7.72 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 7.72 | 301.08 | 364.10 kg |
| LOSA | 618 | 14 mm | I | 36 | 0.00 | 5.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 5.74 | 206.64 | 249.89 kg |
| LOSA | 619 | 14 mm | I | 57 | 0.00 | 3.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 3.17 | 180.41 | 218.17 kg |
| LOSA | 620 | 14 mm | I | 72 | 0.00 | 2.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 2.27 | 163.44 | 197.65 kg |
| LOSA | 621 | 14 mm | I | 57 | 0.00 | 12.57 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 12.57 | 716.49 | 866.46 kg |
| LOSA | 622 | 14 mm | I | 45 | 0.00 | 4.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 4.17 | 187.65 | 226.93 kg |
| | | | | 11084 | | | | | | | | | | | | 20611.56 | 24914.38 kg |

*Figura 41. Entregable – tabla de planificación planilla de aceros*

*Fuente: Elaboración propia*

- **Modelo estructura acero**

<01_CIMENTACION>

| A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|
| Descripción | Nivel | Material estructural | Tipo (cm) | Volumen (m³) |
| Zapata | NDC | Hormigón f'c 240 | 90x145x45 | 1.17 |
| Zapata | NDC | Hormigón f'c 240 | 130x170x45 | 7.17 |
| Zapata | NDC | Hormigón f'c 240 | 175x130x65 | 2.96 |
| Zapata | NDC | Hormigón f'c 240 | 180x115x45 | 1.86 |
| Zapata | NDC | Hormigón f'c 240 | 190x135x45 | 2.31 |
| Zapata | NDC | Hormigón f'c 240 | 225x165x45 | 6.68 |
| Zapata | NDC | Hormigón f'c 240 | 350x200x40 | 5.60 |
| | | | | 27.75 |

*Figura 42. Entregable - tabla de planificación volumen cimentación*

*Fuente: Elaboración propia*

<02_COLUMNAS>

| A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|
| Descripción | Nivel | Material estructural | Tipo (cm) | Volumen (m³) |
| Columna | NDC | Hormigón f'c 240 | 30x30 | 4.14 |
| | | | | 4.14 |

*Figura 43. Entregable - tabla de planificación volumen columna*

*Fuente: Elaboración propia*

<03_VIGAS>

| A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|
| Descripción | Nivel de referencia | Material estructural | Tipo (cm) | Volumen (m³) |
| Cadena | NDC | Hormigón f'c 240 | 20x20 | 4.38 |
| | | | | 4.38 |

*Figura 44. Entregable - tabla de planificación volumen viga*

*Fuente: Elaboración propia*

| <04_LOSAS> | | | |
|---|---|---|---|
| A | B | C | D |
| Descripción | Nivel | Material estructural | Volumen (m³) |
| CONTRAPISO | NDC | Piedra Bola | 41.04 |
| LOSA | N+3.05 | Hormigón f'c 240 | 13.18 |
| LOSA | N+5.90 | Hormigón f'c 240 | 13.18 |
| LOSA | N+8.75 | Hormigón f'c 240 | 13.18 |
| | | | 80.59 |

*Figura 45. Entregable - tabla de planificación volumen losa*

*Fuente: Elaboración propia*

| <05_PLANILLA DE HIERROS> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R |
| Elemento-Descrip | Marca | Diámetro φ | Forma | Cantidad | A | B | C | D | E | F | G | H | J | Peso Unit | Long corte (m) | Long Total (m) | Peso Total |
| LOSA DECK | 2 | 8 mm | I | 75 | 0.00 | 18.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.39 kg/m | 18.46 | 1384.73 | 546.80 kg |
| LOSA DECK | 3 | 8 mm | I | 75 | 0.00 | 15.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.39 kg/m | 15.96 | 1196.98 | 472.66 kg |
| LOSA DECK | 4 | 8 mm | I | 213 | 0.00 | 3.56 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.39 kg/m | 3.56 | 758.28 | 299.43 kg |
| LOSA DECK | 5 | 8 mm | I | 165 | 0.00 | 9.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.39 kg/m | 9.66 | 1593.90 | 629.40 kg |
| LOSA DECK | 6 | 8 mm | I | 51 | 0.00 | 8.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.39 kg/m | 8.01 | 408.51 | 161.31 kg |
| LOSA DECK | 7 | 8 mm | I | 156 | 0.00 | 3.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.39 kg/m | 3.46 | 539.76 | 213.14 kg |
| LOSA DECK | 8 | 8 mm | I | 87 | 0.00 | 2.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.39 kg/m | 2.62 | 227.77 | 89.94 kg |
| LOSA DECK | 9 | 8 mm | I | 75 | 0.00 | 4.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.39 kg/m | 4.46 | 334.48 | 132.08 kg |
| LOSA DECK | 10 | 8 mm | I | 54 | 0.00 | 4.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.39 kg/m | 4.29 | 231.44 | 91.39 kg |
| LOSA DECK | 11 | 8 mm | I | 84 | 0.00 | 2.56 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.39 kg/m | 2.56 | 215.04 | 84.91 kg |
| ZAPATA | 101 | 16 mm | I | 128 | 0.00 | 1.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 1.16 | 148.48 | 234.53 kg |
| ZAPATA | 102 | 12 mm | O | 8 | 0.12 | 0.27 | 0.27 | 0.27 | 0.27 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 1.21 | 9.72 | 8.63 kg |
| ZAPATA | 103 | 12 mm | O | 103 | 0.12 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 1.01 | 104.52 | 92.87 kg |
| ZAPATA | 104 | 12 mm | O | 17 | 0.12 | 0.22 | 0.17 | 0.22 | 0.17 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 0.91 | 15.55 | 13.82 kg |
| ZAPATA | 107 | 16 mm | I | 112 | 0.00 | 1.61 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 1.61 | 180.32 | 284.82 kg |
| ZAPATA | 108 | 16 mm | I | 24 | 0.00 | 1.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 1.76 | 42.24 | 66.72 kg |
| ZAPATA | 109 | 16 mm | I | 30 | 0.00 | 1.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 1.21 | 36.30 | 57.34 kg |
| ZAPATA | 110 | 12 mm | O | 15 | 0.12 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 0.77 | 11.62 | 10.33 kg |
| ZAPATA | 111 | 16 mm | I | 16 | 0.00 | 1.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 1.31 | 20.96 | 33.11 kg |
| ZAPATA | 112 | 16 mm | I | 26 | 0.00 | 0.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 0.76 | 19.76 | 31.21 kg |
| ZAPATA | 113 | 16 mm | I | 32 | 0.00 | 3.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 3.36 | 107.52 | 169.83 kg |
| ZAPATA | 114 | 16 mm | I | 34 | 0.00 | 1.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 1.86 | 63.24 | 99.89 kg |
| ZAPATA | 115 | 12 mm | O | 24 | 0.12 | 0.22 | 0.27 | 0.22 | 0.27 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 1.11 | 26.75 | 23.77 kg |
| ZAPATA | 116 | 16 mm | I | 56 | 0.00 | 2.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 2.11 | 118.16 | 186.64 kg |
| ZAPATA | 117 | 16 mm | I | 56 | 0.00 | 1.51 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 1.51 | 84.56 | 133.56 kg |
| ZAPATA | 118 | 16 mm | I | 24 | 0.00 | 1.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 1.66 | 39.84 | 62.93 kg |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ZAPATA | 118 | 16 mm | I | 24 | 0.00 | 1.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 1.66 | 39.84 | 62.93 kg |
| ZAPATA | 119 | 16 mm | I | 28 | 0.00 | 1.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 kg/m | 1.01 | 28.28 | 44.67 kg |
| ZAPATA | 120 | 12 mm | O | 34 | 0.12 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 1.01 | 34.50 | 30.65 kg |
| ZAPATA | 121 | 12 mm | O | 34 | 0.12 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 0.81 | 27.70 | 24.61 kg |
| ZAPATA | 122 | 12 mm | C2 | 17 | 0.12 | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 0.37 | 6.26 | 5.56 kg |
| ZAPATA | 123 | 12 mm | O | 17 | 0.12 | 0.17 | 0.22 | 0.17 | 0.22 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 0.91 | 15.55 | 13.82 kg |
| COLUMNA | 206 | 12 mm | O | 220 | 0.12 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 1.01 | 223.25 | 198.35 kg |
| COLUMNA | 207 | 12 mm | O | 153 | 0.12 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.89 kg/m | 1.01 | 155.26 | 137.95 kg |
| CADENA | 301 | 10 mm | O | 576 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.00 | 0.11 | 0.06 | 0.00 | 0.62 kg/m | 0.63 | 361.62 | 223.12 kg |
| CADENA | 304 | 14 mm | L | 4 | 0.00 | 0.13 | 10.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 10.36 | 41.45 | 50.13 kg |
| CADENA | 305 | 14 mm | L | 2 | 0.00 | 9.82 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 9.92 | 19.83 | 23.98 kg |
| CADENA | 307 | 14 mm | L | 2 | 0.00 | 0.13 | 10.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 10.90 | 21.81 | 26.37 kg |
| CADENA | 320 | 14 mm | L | 2 | 0.00 | 9.03 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 9.12 | 18.24 | 22.05 kg |
| CADENA | 321 | 14 mm | L | 2 | 0.00 | 0.13 | 10.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 10.10 | 20.21 | 24.44 kg |
| CADENA | 322 | 14 mm | C | 8 | 0.00 | 0.13 | 9.92 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 10.11 | 80.85 | 97.77 kg |
| CADENA | 323 | 14 mm | C | 8 | 0.00 | 0.13 | 9.89 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 10.08 | 80.62 | 97.50 kg |
| CADENA | 324 | 14 mm | C | 2 | 0.00 | 0.13 | 3.52 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 3.71 | 7.41 | 8.96 kg |
| CADENA | 325 | 14 mm | C | 2 | 0.00 | 0.13 | 3.51 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 3.69 | 7.38 | 8.93 kg |
| CADENA | 326 | 14 mm | L | 2 | 0.00 | 0.13 | 10.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 10.30 | 20.60 | 24.91 kg |
| CADENA | 327 | 14 mm | L | 2 | 0.00 | 6.51 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 6.61 | 13.21 | 15.98 kg |
| CADENA | 329 | 14 mm | L | 2 | 0.00 | 0.13 | 7.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 7.59 | 15.18 | 18.36 kg |
| CADENA | 330 | 14 mm | C | 4 | 0.00 | 0.13 | 11.72 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 11.91 | 47.62 | 57.59 kg |
| CADENA | 333 | 14 mm | C | 2 | 0.00 | 0.13 | 2.82 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 3.01 | 6.01 | 7.27 kg |
| CADENA | 334 | 14 mm | C | 2 | 0.00 | 0.13 | 2.79 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 2.98 | 5.96 | 7.20 kg |
| CADENA | 335 | 14 mm | L | 4 | 0.00 | 9.21 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 9.30 | 37.21 | 44.99 kg |
| CADENA | 336 | 14 mm | L | 2 | 0.00 | 9.22 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 9.31 | 18.63 | 22.53 kg |
| CADENA | 337 | 14 mm | C | 2 | 0.00 | 0.13 | 9.87 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 10.06 | 20.11 | 24.32 kg |
| CADENA | 338 | 14 mm | C | 2 | 0.00 | 0.13 | 9.84 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.21 kg/m | 10.03 | 20.06 | 24.25 kg |
| | | | | 2875 | | | | | | | | | | | | 9275.24 | 5517.33 kg |

*Figura 46. Entregable - tabla de planificación planilla de aceros*

*Fuente: Elaboración propia*

| <06_PERFILES VIGAS> | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | B | C | D | E | F |
| Tipo | Peso unitario | Peso total | Longitud | Nivel | Recuento |
| | | | | | |
| IPE 240 | 27.28 kg | 56.71 kg | 1.000 | N+3.05 | 2 |
| IPE 200 | 53.79 kg | 55.05 kg | 2.600 | N+3.05 | 1 |
| IPE 240 | | 399.32 kg | 2.600 | N+3.05 | 6 |
| IPE 240 | 70.53 kg | 211.83 kg | 2.500 | N+3.05 | 3 |
| IPE 240 | 71.99 kg | 72.07 kg | 2.500 | N+3.05 | 1 |
| IPE 240 | 71.04 kg | 72.14 kg | 2.500 | N+3.05 | 1 |
| IPE 200 | 73.04 kg | 74.30 kg | 3.500 | N+3.05 | 1 |
| IPE 240 | 75.86 kg | 75.89 kg | 2.600 | N+3.05 | 1 |
| IPE 200 | | 458.65 kg | 3.600 | N+3.05 | 6 |
| IPE 240 | | 464.12 kg | 3.500 | N+3.05 | 5 |
| IPE 240 | 95.35 kg | 190.84 kg | 3.300 | N+3.05 | 2 |
| IPE 240 | 95.70 kg | 478.72 kg | | N+3.05 | 5 |
| IPE 240 | 99.72 kg | 399.20 kg | 3.400 | N+3.05 | 4 |
| IPE 240 | 100.38 kg | 100.41 kg | 3.600 | N+3.05 | 1 |
| IPE 200 | 118.35 kg | 238.44 kg | 5.600 | N+3.05 | 2 |
| IPE 200 | 128.85 kg | 389.75 kg | 6.100 | N+3.05 | 3 |
| IPE 240 | 130.34 kg | 391.35 kg | 4.500 | N+3.05 | 3 |
| IPE 240 | | 650.24 kg | 5.600 | N+3.05 | 4 |
| IPE 240 | 27.28 kg | 56.71 kg | 1.000 | N+5.90 | 2 |
| IPE 200 | 53.79 kg | 55.05 kg | 2.600 | N+5.90 | 1 |
| IPE 240 | | 399.32 kg | 2.600 | N+5.90 | 6 |
| IPE 240 | 70.53 kg | 211.83 kg | 2.500 | N+5.90 | 3 |
| IPE 240 | 71.99 kg | 72.07 kg | 2.500 | N+5.90 | 1 |
| IPE 240 | 71.04 kg | 72.14 kg | 2.500 | N+5.90 | 1 |
| IPE 200 | 73.04 kg | 74.30 kg | 3.500 | N+5.90 | 1 |
| IPE 240 | 75.86 kg | 75.89 kg | 2.600 | N+5.90 | 1 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| IPE 240 | 71.04 kg | 72.14 kg | 2.500 | N+5.90 | 1 |
| IPE 200 | 73.04 kg | 74.30 kg | 3.500 | N+5.90 | 1 |
| IPE 240 | 75.86 kg | 75.89 kg | 2.600 | N+5.90 | 1 |
| IPE 200 | | 458.65 kg | 3.600 | N+5.90 | 6 |
| IPE 240 | | 464.12 kg | 3.500 | N+5.90 | 5 |
| IPE 240 | 95.35 kg | 190.84 kg | 3.300 | N+5.90 | 2 |
| IPE 240 | 95.70 kg | 382.97 kg | | N+5.90 | 4 |
| IPE 240 | 99.72 kg | 399.20 kg | 3.400 | N+5.90 | 4 |
| IPE 240 | 100.38 kg | 100.41 kg | 3.600 | N+5.90 | 1 |
| IPE 200 | 118.35 kg | 238.44 kg | 5.600 | N+5.90 | 2 |
| IPE 200 | 128.85 kg | 389.75 kg | 6.100 | N+5.90 | 3 |
| IPE 240 | 130.34 kg | 391.35 kg | 4.500 | N+5.90 | 3 |
| IPE 240 | | 650.24 kg | 5.600 | N+5.90 | 4 |
| IPE 240 | 27.28 kg | 56.71 kg | 1.000 | N+8.75 | 2 |
| IPE 200 | 53.79 kg | 55.05 kg | 2.600 | N+8.75 | 1 |
| IPE 240 | | 399.32 kg | 2.600 | N+8.75 | 6 |
| IPE 240 | 70.53 kg | 211.83 kg | 2.500 | N+8.75 | 3 |
| IPE 240 | 71.99 kg | 72.07 kg | 2.500 | N+8.75 | 1 |
| IPE 240 | 71.04 kg | 72.14 kg | 2.500 | N+8.75 | 1 |
| IPE 200 | 73.04 kg | 74.30 kg | 3.500 | N+8.75 | 1 |
| IPE 240 | 75.86 kg | 75.89 kg | 2.600 | N+8.75 | 1 |
| IPE 200 | | 458.65 kg | 3.600 | N+8.75 | 6 |
| IPE 240 | | 464.12 kg | 3.500 | N+8.75 | 5 |
| IPE 240 | 95.35 kg | 190.84 kg | 3.300 | N+8.75 | 2 |
| IPE 240 | 95.70 kg | 382.97 kg | | N+8.75 | 4 |
| IPE 240 | 99.72 kg | 399.20 kg | 3.400 | N+8.75 | 4 |
| IPE 240 | 100.38 kg | 100.41 kg | 3.600 | N+8.75 | 1 |
| IPE 200 | 118.35 kg | 238.44 kg | 5.600 | N+8.75 | 2 |
| IPE 200 | 128.85 kg | 389.75 kg | 6.100 | N+8.75 | 3 |
| IPE 240 | 130.34 kg | 391.35 kg | 4.500 | N+8.75 | 3 |
| IPE 240 | | 650.24 kg | 5.600 | N+8.75 | 4 |

*Figura 47. Entregable - tabla de planificación perfiles de viga*

*Fuente: Elaboración propia*

<07_PERFILES COLUMNAS>

| A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|
| Tipo | Peso | Longitud | Nivel base | Recuento |
| | | | | |
| HEB 300 | 7864.77 kg | 3.050 | N +00 | 23 |
| HEB 300 | 7864.77 kg | 3.050 | N+3.05 | 23 |
| HEB 300 | 7864.77 kg | 3.050 | N+5.90 | 23 |
| | 23594.32 kg | | | |

*Figura 48. Entregable - tabla de planificación perfiles columna*

*Fuente: Elaboración propia*

<08_CONEXIONES ESTRUCTURALES>

| A | B | C | D |
|---|---|---|---|
| Familia y tipo | Tipo | Recuento | Nivel |
| | | | |
| Casquillo a los dos lados: Casquillo a los dos | Casquillo a los dos | 51 | |
| Pletina base: Pletina base | Pletina base | 24 | |
| Ángulo de recorte: Ángulo de recorte | Ángulo de recorte | 196 | |

*Figura 49. Entregable - tabla de planificación conexión estructural*

*Fuente: Elaboración propia*

<09_PERNOS>

| A | B |
|---|---|
| Diámetro | Recuento |
| 1/2 inch | 783 |
| | 783 |

*Figura 50. Entregable - tabla de planificación pernos*

*Fuente: Elaboración propia*

<10_PLACAS BASE>

| A | B |
|---|---|
| Tipo | Recuento |
| PL 10x300x300 | 24 |
| Total general: 24 | |

*Figura 51. Entregable - tabla de planificación placa base*

*Fuente: Elaboración propia*

<11_PLACAS DE CONEXIONES>

| A | B |
|---|---|
| Tipo de perfil | Recuento |
| L4X4X1/4 | |
| L4X4X1/4 | 156 |
| L4X4X5/16 | |
| L4X4X5/16 | 431 |
| Total general: 587 | |

*Figura 52. Entregable - tabla de planificación placa conexiones*

*Fuente: Elaboración propia*

12_SOLDADURA

| A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 33 | Recuento | Garganta efectiva | Garganta efectiva | Grosor doble | Grosor principal | Inclinación transve | Longitud | Ubicación |
| Soldadura en bisel | 72 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | Taller |
| Total general: 72 | | | | | | | | |

*Figura 53. Entregable - tabla de planificación soldadura*

*Fuente: Elaboración propia*

- **Modelo Hidrosanitario**

Para el modelo MEP hidrosanitario se obtuvo las siguientes tablas:

<01_Tabla de planificación de aparato sanitario>

| A | B | C |
|---|---|---|
| Tipo | Recuento | Nivel |
| Ducha | 2 | PB |
| Lavadora | 1 | PB |
| Lavamanos | 2 | PB |
| Lavamanos oval | 2 | PB |
| Sanitario | 4 | PB |
| Ducha | 3 | Nivel 1 |
| Fregadero | 3 | Nivel 1 |
| Lavadora | 3 | Nivel 1 |
| Lavamanos oval | 3 | Nivel 1 |
| Sanitario | 3 | Nivel 1 |
| Ducha | 3 | Nivel 2 |
| Fregadero | 3 | Nivel 2 |
| Lavadora | 3 | Nivel 2 |
| Lavamanos oval | 3 | Nivel 2 |
| Sanitario | 3 | Nivel 2 |
| | 41 | |

*Figura 54. Entregable – tabla de planificación de aparatos sanitarios*

*Fuente: Elaboración propia*

<02_Tabla de planificación de tubería agua fría>

| A | B | C |
|---|---|---|
| Modelo | Diámetro interno | Longitud |
| Agua fría | 1/2" | 155.78 |
| Agua fría | 3/4" | 35.46 |
| Agua fría | 1" | 10.93 |
| Agua fría | 1 1/4" | 24.78 |
| Agua fría | 1 1/2" | 7.84 |
| | | 234.80 |

*Figura 55. Entregable – tabla de planificación tubería de agua fría*

*Fuente: Elaboración propia*

<03_Tabla de planificación de tubería agua caliente>

| A | B | C |
|---|---|---|
| Modelo | Diámetro interno | Longitud |
| Agua caliente | 1/2" | 27.42 |
| | | 27.42 |

*Figura 56. Entregable – tabla de planificación tubería de agua caliente*

*Fuente: Elaboración propia*

<05_Tabla de planificación de tubería desagüe>

| A | B | C |
|---|---|---|
| Modelo | Tamaño total | Longitud |
| Desagüe | 50 mmø | 71.34 |
| Desagüe | 75 mmø | 3.82 |
| Desagüe | 110 mmø | 110.70 |
| | | 185.86 |

*Figura 57. Entregable – tabla de planificación tubería sanitaria*

*Fuente: Elaboración propia*

<07_Tabla de planificación de uniones de tubería>

| A | B | C | D |
|---|---|---|---|
| Tipo | Comentarios de tip | Tamaño total | Recuento |
| Codo y Yee unido | Sanitaria | | 12 |
| MultiReductor | Sanitaria | | 7 |
| Var. | Linea Dorada | | 15 |
| Var. | Linea Dorada | | 6 |
| Var. | Sanitaria | | 12 |
| Codo | Linea Dorada | 13 mma-13 mma | 151 |
| Válvula RH compacta | Presión | 13 mma-13 mma | 6 |
| Tee | Linea Dorada | 13 mma-13 mma-13 mma | 22 |
| Tee | Linea Dorada | 13 mma-13 mma-13 mma | 5 |
| Codo | Linea Dorada | 19 mma-13 mma | 3 |
| Tee | Linea Dorada | 19 mma-13 mma-13 mma | 4 |
| Codo | Linea Dorada | 19 mma-19 mma | 8 |
| Válvula RH compacta | Presión | 19 mma-19 mma | 2 |
| Tee | Linea Dorada | 19 mma-19 mma-13 mma | 4 |
| Reductor | Linea Dorada | 20 mma-13 mma | 5 |
| Válvula pie de criba | Presion | 25 mma | 1 |
| Tee | Linea Dorada | 25 mma-13 mma-13 mma | 2 |
| Reductor | Linea Dorada | 25 mma-19 mma | 1 |
| Codo | Linea Dorada | 25 mma-25 mma | 17 |
| Válvula RH compacta | Presión | 25 mma-25 mma | 2 |
| Tee | Linea Dorada | 25 mma-25 mma-13 mma | 6 |
| Tee | Linea Dorada | 32 mma-13 mma-25 mma | 2 |
| Codo | Linea Dorada | 32 mma-32 mma | 23 |
| Tee | Linea Dorada | 32 mma-32 mma-32 mma | 2 |
| Válvula pie de criba | Presión | 38 mma | 1 |
| Tee | Linea Dorada | 38 mma-32 mma-25 mma | 1 |
| Codo | Linea Dorada | 38 mma-38 mma | 9 |
| Codo | Sanitaria | 50 mma-50 mma | 70 |
| TeeYeacon reducción | Sanitaria | 50 mma-50 mma-50 mma | 11 |
| Rejilla desagüe | Sanitaria | 75 mma | 2 |
| Codo | Sanitaria | 75 mma-75 mma | 2 |
| Rejilla desagüe | Sanitaria | 110 mma | 4 |
| MultiReductor | Sanitaria | 110 mma-50 mma | 7 |
| Codo | Sanitaria | 110 mma-110 mma | 34 |
| TeeYeacon reducción | Sanitaria | 110 mma-110 mma-50 mma | 5 |
| CR Zentrada | Sanitaria | 110 mma-110 mma-110 mma | 6 |
| TeeYeacon reducción | Sanitaria | 110 mma-110 mma-110 mma | 19 |

*Figura 58. Entregable – tabla de planificación accesorios de tuberías*

*Fuente: Elaboración propia*

- **Modelo Eléctrico**

Para el modelo MEP eléctrico se obtuvo las siguientes tablas:

<01_Tabla de planificación de toma corriente>

| A | B | C |
|---|---|---|
| Familia | Recuento | Nivel |
| M_Toma doble | 37 | +0.00 |
| M_Toma especial | 1 | +0.00 |
| M_Toma doble | 38 | N +3.05 |
| M_Toma especial | 3 | N +3.05 |
| M_Toma doble | 37 | N +5.90 |
| M_Toma especi | 3 | N +5.90 |

*Figura 59. Entregable – tabla de planificación de puntos de energía*

*Fuente: Elaboración propia*

<02_Tabla de planificación de dispositivos de iluminación>

| A | B | C |
|---|---|---|
| Familia | Recuento | Nivel |
| M_Interruptores de iluminación | 12 | +0.00 |
| M_Interruptores de iluminación | 18 | N +3.05 |
| M_Interruptores de iluminación | 18 | N +5.90 |

*Figura 60. Entregable – tabla de planificación de interruptores*

*Fuente: Elaboración propia*

<03_Tabla de planificación de tableros de distribución>

| A | B | C |
|---|---|---|
| Nombre de panel | Recuento | Nivel |
| STSG | 1 | +0.00 |
| STD L | 1 | +0.00 |
| STD 001 | 1 | +0.00 |
| STD 103 | 1 | N +3.05 |
| STD 102 | 1 | N +3.05 |
| STD 101 | 1 | N +3.05 |
| STD 202 | 1 | N +5.90 |
| STD 201 | 1 | N +5.90 |
| STD 203 | 1 | N +5.90 |
| TD-PB | 1 | +0.00 |
| TD-P1 | 1 | N +5.90 |
| TD-P1 | 1 | N +3.05 |

*Figura 61. Entregable – tabla de planificación tableros de distribución*

*Fuente: Elaboración propia*

<04_Tabla de planificación de luminarias>

| A | B | C |
|---|---|---|
| Familia | Recuento | Nivel |
| M_Luminarias empotradas lisas | 2 | +0.00 |
| M_Luz de techo - Redonda plana | 25 | +0.00 |
| M_Luz de techo - Redonda plana | 30 | N +3.05 |
| M_Luz de techo - Redonda plana | 30 | N +5.90 |

*Figura 62. Entregable – tabla de planificación de luminarias*

*Fuente: Elaboración propia*

#### 3.4.7.1. Extracción de tablas mediante Dynamo

La metodología BIM también trata sobre la tecnología y aumentar la eficiencia en el sector de la construcción, como reduciendo tiempos y costos. Un ejemplo de esto y siguiendo lo solicitado dentro del SDI y PEB, se utilizó un complemento del programa Revit llamado Dynamo, el cual por medio de programación visual se vincularon los programas de Revit con Excel para la automática extracción de tablas de planificación.

Se desarrolló una plantilla para cada modelo para poder extraer su información como se muestra a continuación

- **Modelo de Sitio**

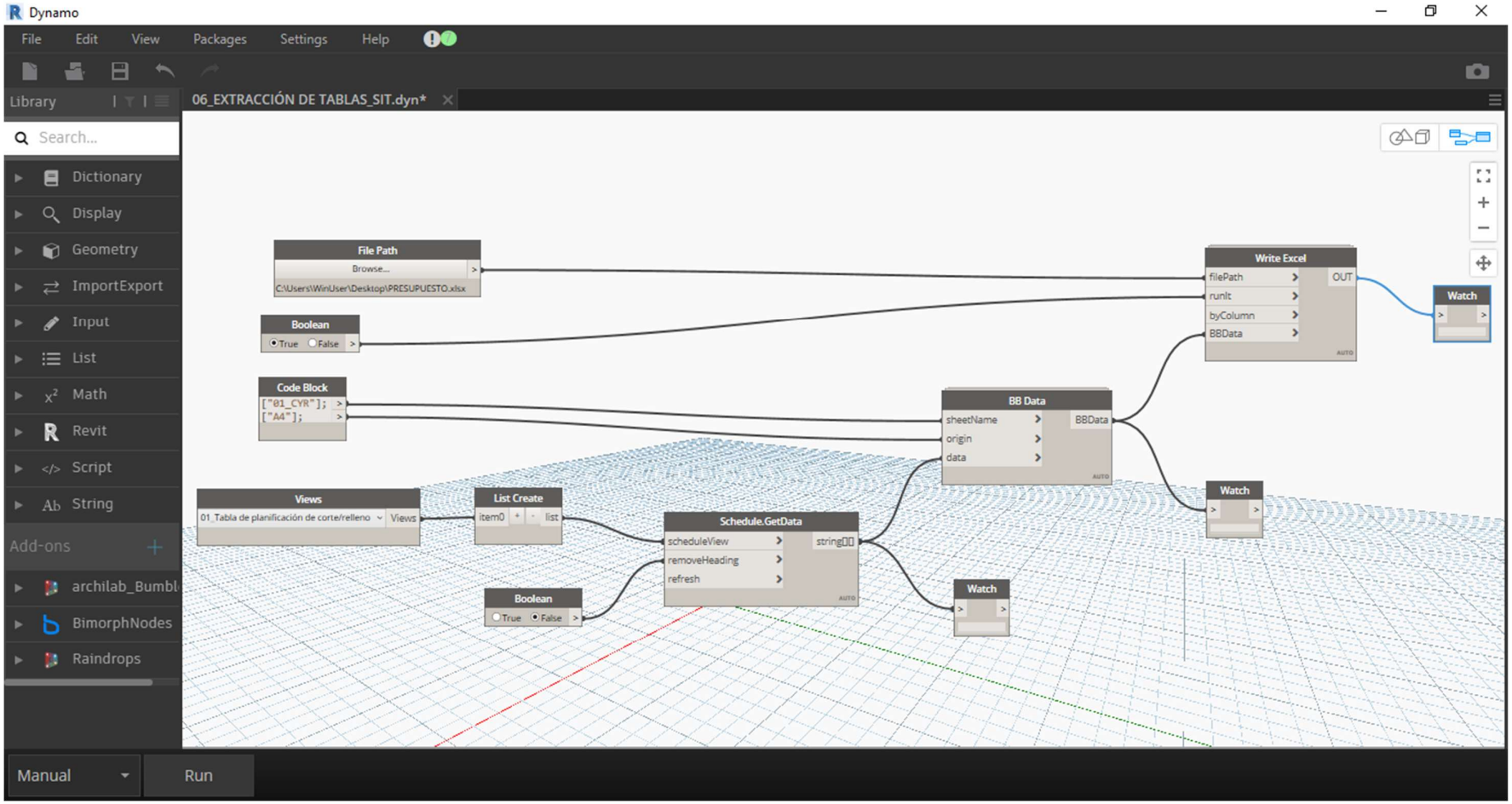



*Figura 63. Programación para extracción de información con Dynamo – modelo de sitio*

*Fuente: Elaboración propia*

- **Modelo arquitectónico**

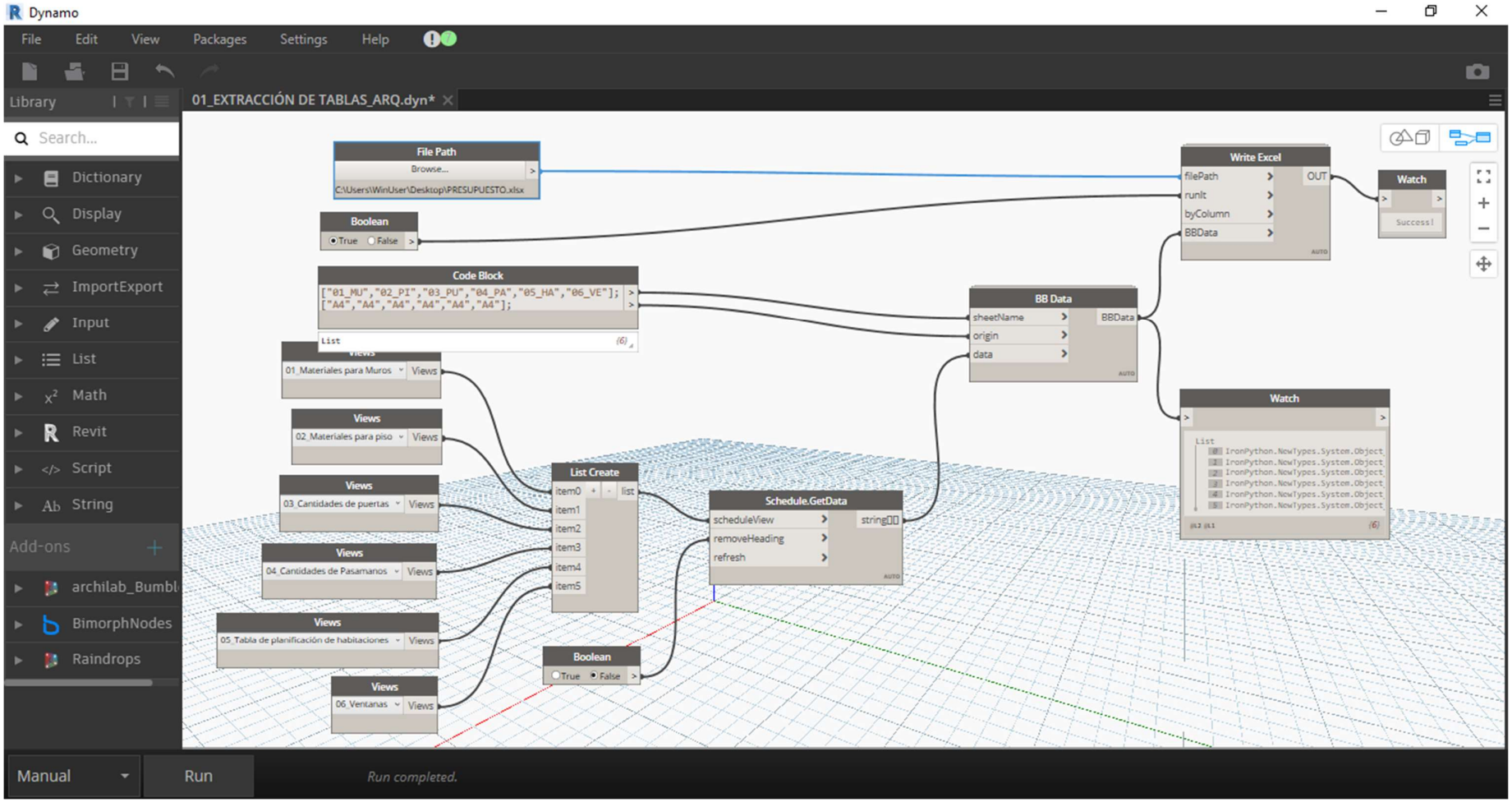



*Figura 64. | para extracción de información con Dynamo – modelo de arquitectura*

*Fuente: Elaboración propia*

- **Modelo estructura hormigón**

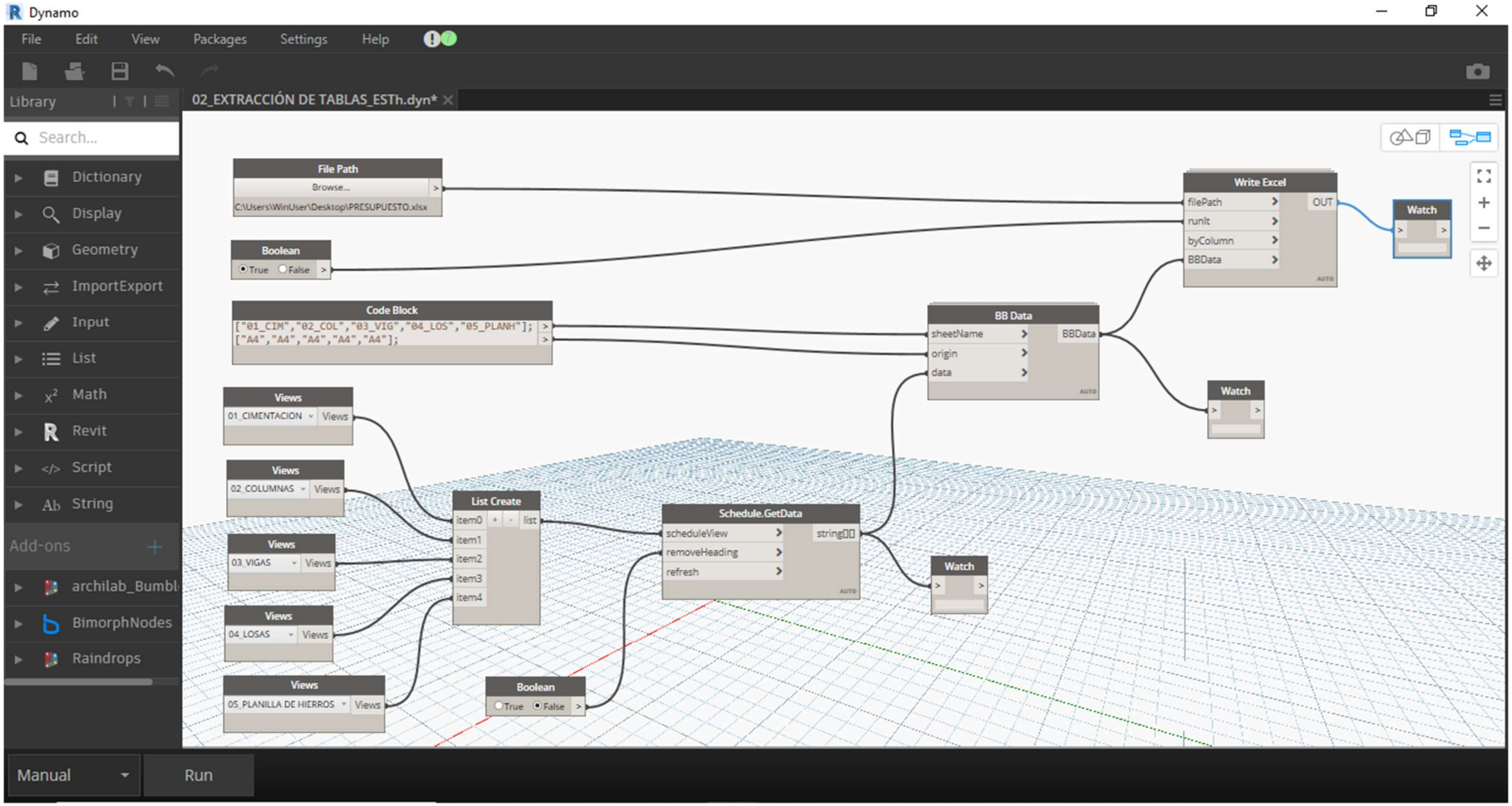



*Figura 65. Programación para extracción de información con Dynamo – modelo de estructura hormigón*

*Fuente: Elaboración propia*

- **Modelo estructura acero**

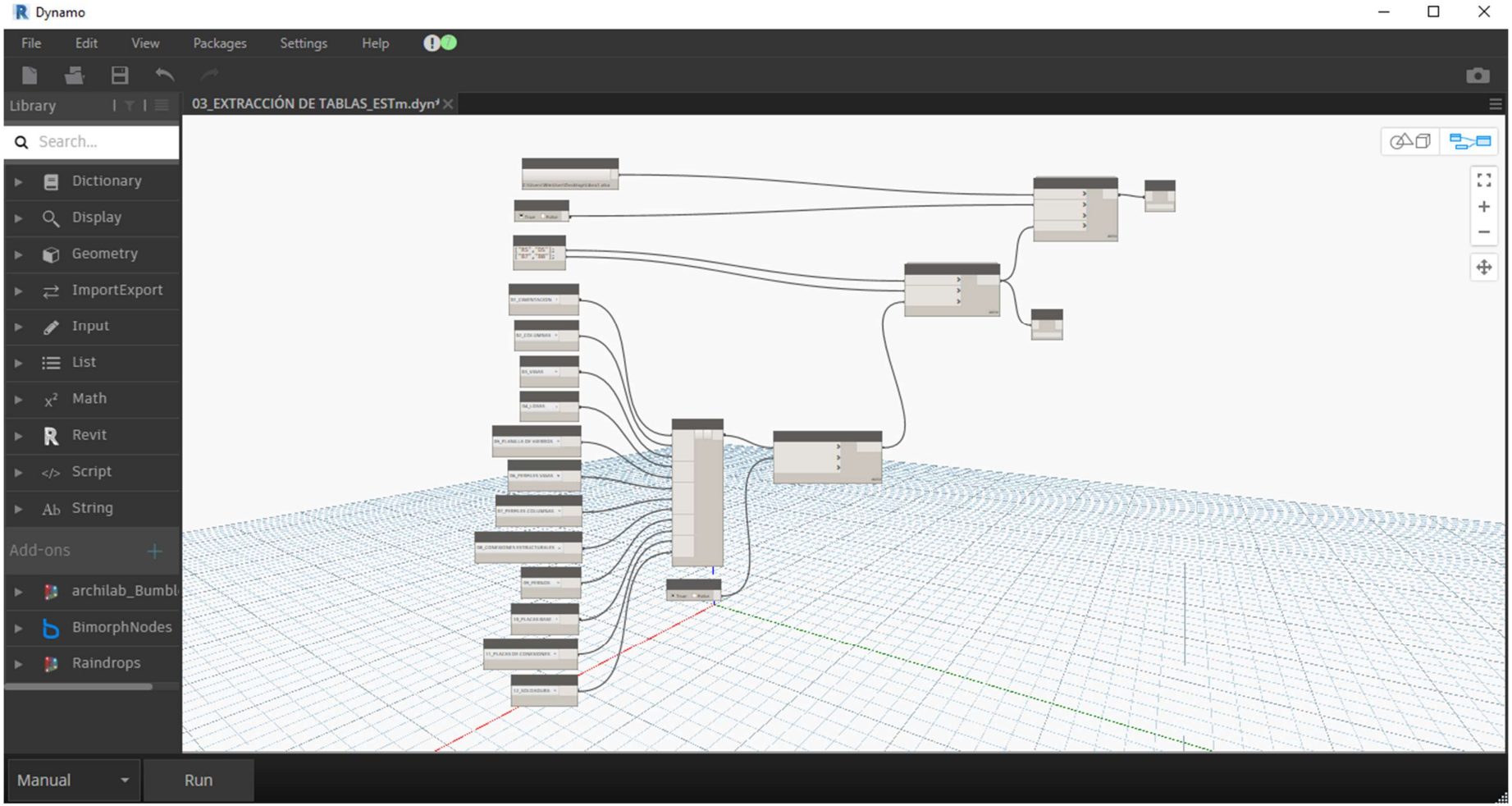



*Figura 66. Programación para extracción de información con Dynamo – modelo de estructura acero*

*Fuente: Elaboración propia*

- **Modelo MEP hidrosanitaria**

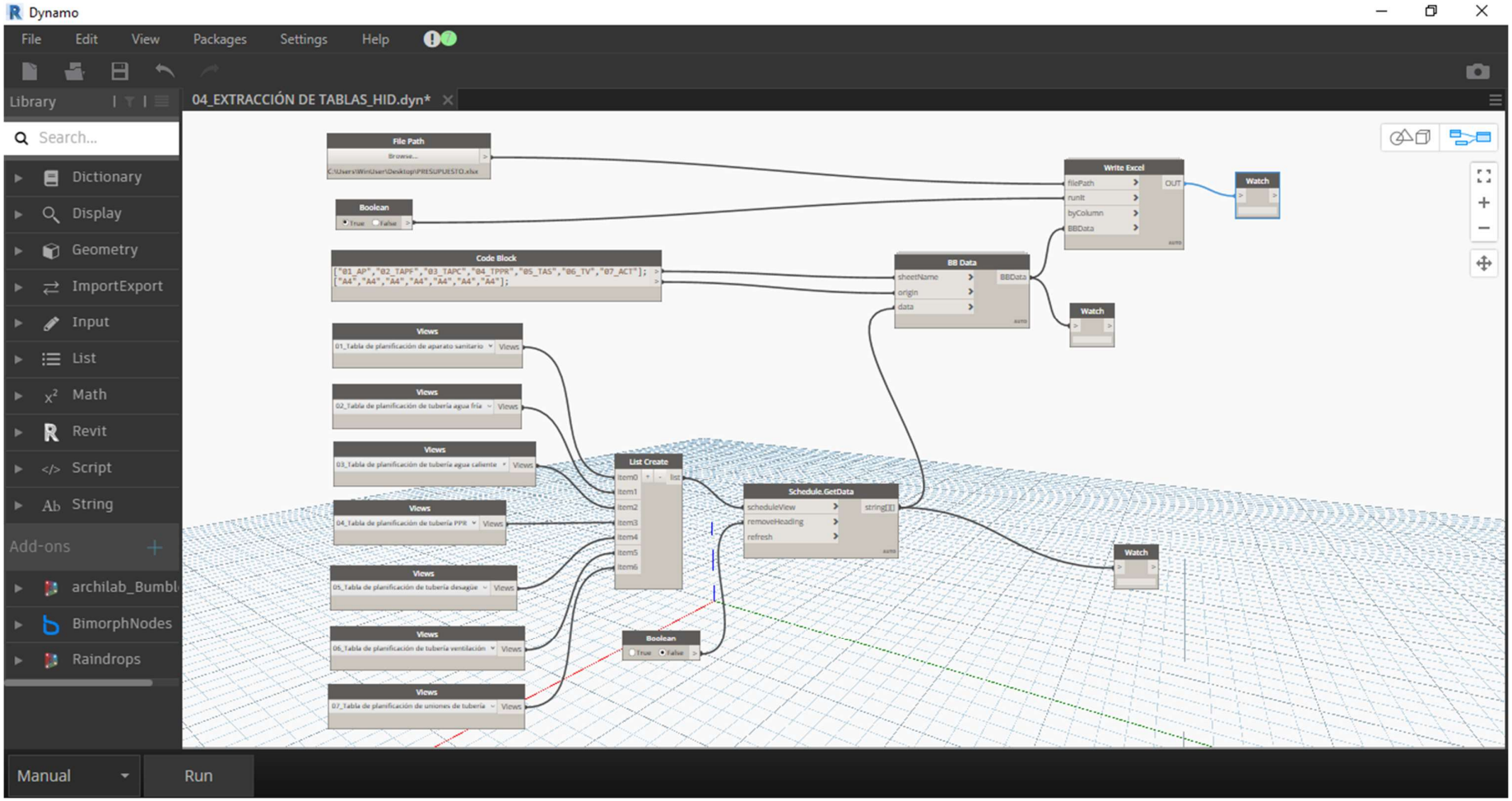



*Figura 67. Programación para extracción de información con Dynamo – modelo MEP hidrosanitaria*

*Fuente: Elaboración propia*

- **Modelo MEP eléctrico**

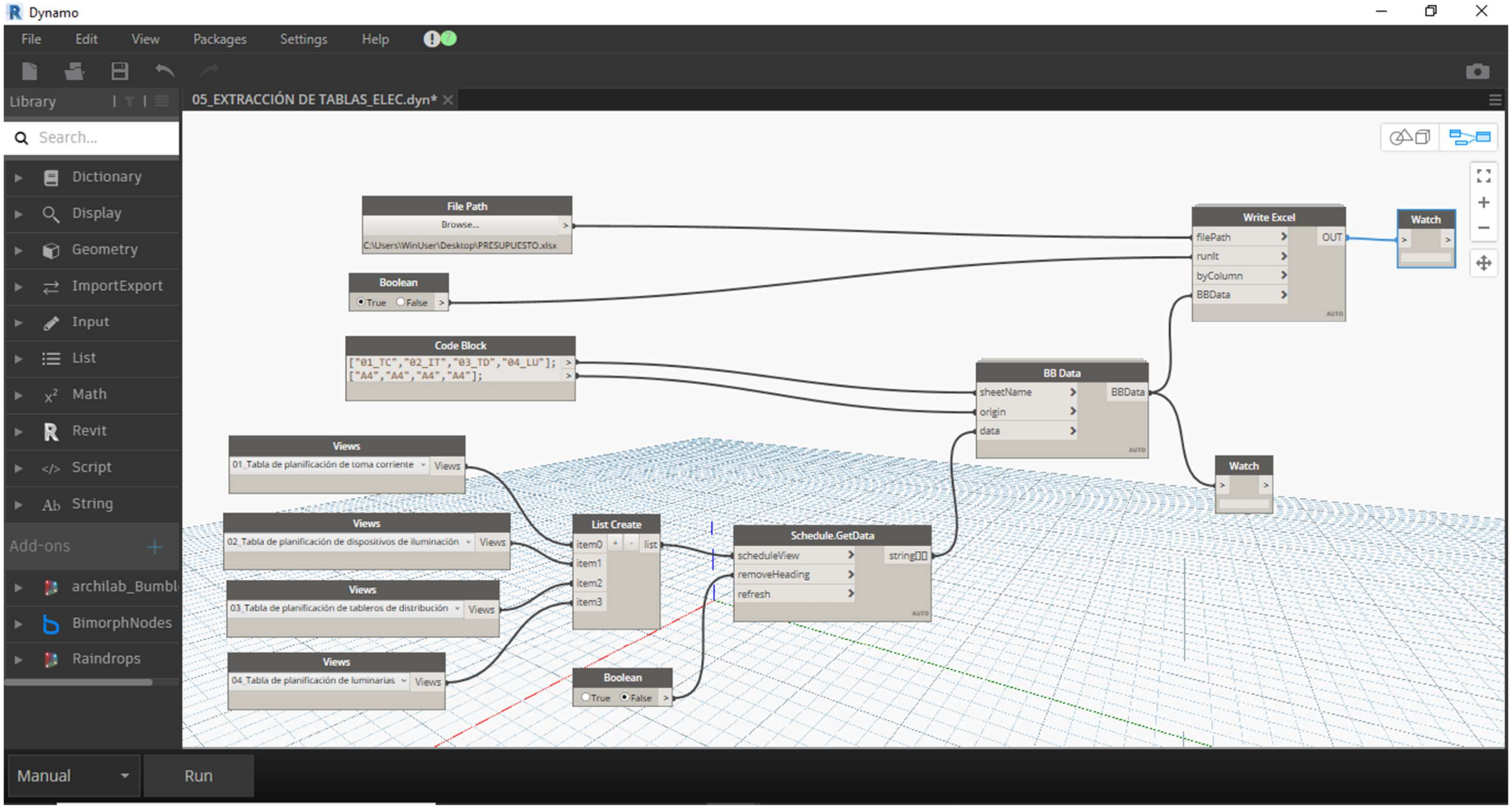



*Figura 68. Programación para extracción de información con Dynamo – modelo MEP eléctrico*

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.4.8. Presupuesto referencial.

En esta etapa gracias a los modelos desarrollados con la metodología, el realizar presupuesto se lo realiza de una manera muy eficaz y rápida. En base a los modelos se obtuvo tablas de planificación con todo lo necesario para la construcción en tema de materiales, y al ser modelos en 3D, esta cantidad de material es lo más precisa posible, luego gracias a Dynamo con su extracción de datos automática a nuestro Excel podemos generar nuestros presupuestos casi al instante también gracias a la mismo archivo programado de Excel, obviamente aquí ya se debe de incluir todo lo que corresponde a un APU que se incluye mano de obras, rendimientos, etc.

Obviamente el presupuesto presentado a continuación es un presupuesto referencial inicial, con el cual se podría llegar a presentar a la cliente previa a su construcción como la cotización la cual dependiendo de la empresa se le colocará sus respectivos porcentajes de indirectos.

| PRESUPUESTO ESTRUCTURA HORMIGÓN ARMADO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| **RUBROS** | **UNIDAD** | **CANTIDAD** | **VALOR UNITARIO** | | **VALOR TOTAL** | |
| | | | **SIN IVA** | **CON IVA** | **SIN IVA** | **CON IVA** |
| **COSTOS DIRECTOS** | | | | | | |
| **OBRAS PRELIMINARES (INCLUYE MATERIAL Y MANO DE OBRA)** | | | | | | |
| **PRELIMINARES DE OBRA** | | | | | | |
| LIMPIEZA GENERAL DEL TERRENO | M2 | 194.69 | $ 1.10 | $ 1.10 | $ 214.16 | $ 214.16 |
| LONA VERDE | M2 | 119.44 | $ 3.90 | $ 3.90 | | |
| CERRAMIENTOS PROVISIONALES | M2 | 119.44 | $ 20.00 | $ 22.40 | $ 2,388.80 | $ 2,675.46 |
| HERRAMIENTA MENOR PARA TODO EL PROYECTO (PALAS, PICOS, BARRAS, CARRETILLAS, BALDES, ETC) | GLB | 19.47 | $ 1.00 | $ 1.12 | $ 19.47 | $ 21.81 |
| | | | | | | |
| **MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | | | | | |
| NIVELACIÓN Y REPLANTEO | M2 | 194.69 | $ 0.71 | $ 0.80 | $ 139.06 | $ 155.75 |
| EXCAVACIÓN DE PLINTOS | M3 | 135.15 | $ 6.16 | $ 6.90 | $ 832.62 | $ 932.54 |
| EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MANO PARA CADENAS DE AMARRE | M3 | 2.27 | $ 6.16 | $ 6.90 | $ 13.98 | $ 15.66 |
| | | | | | | |
| **DESALOJOS Y TRANSPORTE DE MATERIAL** | | | | | | |
| DESALOJO DE MATERIAL (DESPERCICIOS DE OBRA) ESCOMBROS | M3 | 175.22 | $ 8.50 | | $ 1,489.38 | $ 0.00 |
| **SUBTOTAL DE OBRAS PRELIMINARES** | | | | | $ 5,097.48 | $ 4,015.37 |

| ESTRUCTURA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **ESTRUCTURA (MANO DE OBRA)** | | | | | | |
| REPLANTEO ESTRUCTURAL | M2 | 584.07 | $ 0.35 | $ 0.39 | $ 204.42 | $ 228.96 |
| CORTADO Y FIGURADO DE ACERO DE REFUERZO | KG | 24,914.38 | $ 0.10 | $ 0.11 | $ 2,491.44 | $ 2,790.41 |
| ARMADO DE ACERO DE REFUERZO | KG | 24,914.38 | $ 0.05 | $ 0.06 | $ 1,245.72 | $ 1,395.21 |
| HORMIGÓN EN CIMENTACIÓN - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO | M3 | 27.75 | $ 22.70 | $ 25.42 | $ 629.93 | $ 705.52 |
| HORMIGÓN EN REPLANTILLOS | M3 | - | $ 10.10 | $ 11.31 | $ 0.00 | $ 0.00 |
| ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS (INCLUYE MATERIAL) | M2 | 303.38 | $ 9.79 | $ 10.96 | $ 2,970.09 | $ 3,326.50 |
| HORMIGÓN EN COLUMNAS | M3 | 24.99 | $ 20.05 | $ 22.46 | $ 501.05 | $ 561.18 |
| ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS (INCLUYE MATERIAL) | M2 | 422.00 | $ 9.79 | $ 10.96 | $ 4,131.38 | $ 4,627.15 |
| ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS (INCLUYE MATERIAL) | M2 | 411.00 | $ 9.79 | $ 10.96 | $ 4,023.69 | $ 4,506.53 |
| HORMIGÓN EN LOSAS Y VIGAS | M3 | 129.95 | $ 16.57 | $ 18.56 | $ 2,153.27 | $ 2,411.66 |
| HORMIGÓN CISTERNAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO | M3 | 3.83 | $ 31.00 | $ 34.72 | $ 118.73 | $ 132.98 |
| HORMIGÓN EN ESCALERAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO | M3 | 5.00 | $ 51.56 | $ 57.75 | $ 257.80 | $ 288.74 |
| TIMBRADO DE LOSA | M2 | 411.00 | $ 0.15 | $ 0.17 | $ 61.65 | $ 69.05 |
| COLOCACIÓN DE ALIVIANAMIENTOS | U | 1,644.00 | $ 0.09 | $ 0.10 | $ 147.96 | $ 165.72 |
| | | | | | | |
| **ESTRUCTURA (MATERIAL)** | | | | | | |
| PIEDRA BOLA | M3 | 111.25 | $ 12.00 | $ 13.44 | $ 1,335.00 | $ 1,495.20 |
| HORMIGÓN PREMEZCLADO FC=240KG/CM2 | M3 | 182.69 | $ 82.64 | $ 92.55 | $ 15,097.17 | $ 16,908.83 |
| MALLA ELECTROSOLDADA PARA LOSA Y CONTRAPISO | M2 | 411 | $ 2.61 | $ 2.92 | $ 1,071.54 | $ 1,200.12 |
| ACERO DE REFUERZO | KG | 24914.38 | $ 1.05 | $ 1.18 | $ 26,160.10 | $ 29,299.31 |
| ALAMBRE RECOCIDO | KG | 1,245.72 | $ 1.45 | $ 1.62 | $ 1,806.29 | $ 2,023.05 |
| ALAMBRE GALVANIZADO | KG | 1,245.72 | $ 2.00 | $ 2.24 | $ 2,491.44 | $ 2,790.41 |
| SIERRAS | CAJA | 1.00 | $ 95.00 | $ 106.40 | $ 95.00 | $ 106.40 |
| CLAVOS | KG | 100.00 | $ 1.49 | $ 1.67 | $ 149.00 | $ 166.88 |
| BROCAS DE HORMIGÓN Y MADERA | U | 20.00 | $ 5.40 | $ 6.05 | $ 108.00 | $ 120.96 |
| DESMOLDANTE | L | 200.00 | $ 1.40 | $ 1.57 | $ 280.00 | $ 313.60 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ALIVIANAMIENTOS ESPUMA FLEX | U | 1,644.00 | $ 1.00 | $ 1.12 | $ 1,644.00 | $ 1,841.28 |
| **SUBTOTAL DE ESTRUCTURA** | | | | | $ 69,174.67 | $ 77,475.63 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **ALBAÑILERIA BÁSICA** | | | | | | |
| **ALBAÑILERIA (MANO DE OBRA)** | | | | | | |
| FUNDICIÓN DE CAJA DE REVISIÓN. INCLUYE TAPA | U | 1.00 | $ 36.61 | $ 36.61 | $ 36.61 | $ 36.61 |
| REPLANTEO DE MAMPOSTERÍA | M2 | 584.07 | $ 0.56 | $ 0.56 | $ 327.08 | $ 327.08 |
| CONSTRUCCIÓN EN ANTEPECHOS - ENCOFRADO, DESENCOFRADO - COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO Y HORMIGÓN | M | 15.13 | $ 35.00 | $ 35.00 | $ 529.55 | $ 529.55 |
| VINCHA SOBRE MAMPOSTERÍA DE ANTEPECHO | M | 7.57 | $ 2.71 | $ 2.71 | $ 20.50 | $ 20.50 |
| MAMPOSTERÍA DE 15 CM | M2 | 1,129.35 | $ 5.46 | $ 5.46 | $ 6,166.25 | $ 6,166.25 |
| COLOCACIÓN DE CHICOTES EN PAREDES Y BORDOS | U | 464 | $ 0.72 | $ 0.72 | $ 334.05 | $ 334.05 |
| PICADO PARA ENLUCIDOS EN MUROS, COLUMNAS Y DIAFRAGMAS | M2 | 1,129.35 | $ 1.10 | $ 1.10 | $ 1,242.29 | $ 1,242.29 |
| PICADO Y RESANADO PARA INSTALACIONES | M | 100.00 | $ 1.66 | $ 1.66 | $ 166.00 | $ 166.00 |
| ENLUCIDO DE MAMPOSTERÍA INTERIOR PISOS ALTOS | M2 | 1,379.38 | $ 4.81 | $ 4.81 | $ 6,634.82 | $ 6,634.82 |
| ENLUCIDOS EXTERIORES DE PAREDES EN FACHADAS | M2 | 189.00 | $ 3.20 | $ 3.20 | $ 604.80 | $ 604.80 |
| COLOCACIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS (CAJA DE BREAKERS) | U | 5.00 | $ 10.74 | $ 10.74 | $ 53.70 | $ 53.70 |
| COLOCACIÓN DE CAJETINES ELÉCTRICOS | U | 167.00 | $ 0.96 | $ 0.96 | $ 160.32 | $ 160.32 |
| COLOCACIÓN DE CAJETINES PARA LAVADORAS | U | 5.00 | $ 10.74 | $ 10.74 | $ 53.70 | $ 53.70 |
| FILOS EN PAREDES INTERIORES DE MAMPOSTERÍA | M | 184.70 | $ 1.66 | $ 1.66 | $ 306.60 | $ 306.60 |
| FILOS EN PAREDES EXTERIORES DE FACHADAS | M | 31.60 | $ 2.99 | $ 2.99 | $ 94.48 | $ 94.48 |
| CORCHADO DE PERFORACIONES EN LOSA PARA INSTALACIONES | U | 41.00 | $ 3.16 | $ 3.16 | $ 129.56 | $ 129.56 |
| MASILLADO DE LOSAS PISOS ALTOS | M2 | 426.85 | $ 3.55 | $ 3.55 | $ 1,515.32 | $ 1,515.32 |
| IMPERMEABILIZADO DE CISTERNAS Y ALBAÑAL | M2 | 13.65 | $ 22.20 | $ 24.86 | $ 303.03 | $ 339.39 |
| | | | | | | |
| **ACABADOS ALBAÑILERÍA (MANO DE OBRA)** | | | | | | |
| COLOCACIÓN PORCELANATO EN PISOS | M2 | 413.09 | $ 6.39 | $ 7.16 | $ 2,639.65 | $ 2,956.40 |
| COLOCACIÓN PORCELANATO EN PAREDES | M2 | 184.04 | $ 6.59 | $ 7.38 | $ 1,212.82 | $ 1,358.36 |
| COLOCACIÓN DE BARREDERAS DE PORCELANATO Y CERÁMICA | M | 573.47 | $ 2.85 | $ 3.19 | $ 1,634.39 | $ 1,830.52 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| COLOCACIÓN REJILLAS DE PISO (2, 3, 4 PLG Y CÚPULA ) | U | 18.00 | $ 2.56 | $ 2.87 | $ 46.08 | $ 51.61 |
| COLOCACIÓN ACCESORIOS DE BAÑO | JUEGO | 10.00 | $ 3.75 | $ 4.20 | $ 37.50 | $ 42.00 |
| RECUBRIMIENTOS ESPECIALES EN FACHADAS | M2 | 17.43 | $ 6.83 | $ 7.65 | $ 119.05 | $ 133.33 |
| | | | | | | |
| **ACABADOS ALBAÑILERIA (MATERIALES)** | | | | | | |
| BONDEX PREMIUM FUNDA DE 40KG | FUNDA | 188 | $ 15.70 | $ 17.58 | $ 2,954.15 | $ 3,308.65 |
| CEMENTO | SACOS | 368.43 | $ 8.00 | $ 7.62 | $ 2,947.41 | $ 2,805.94 |
| ARENA | M3 | 736.85 | $ 11.50 | $ 12.88 | $ 8,473.81 | $ 9,490.67 |
| PORCELANATO | M2 | 597.13 | $ 27.00 | $ 30.24 | $ 16,122.51 | $ 18,057.21 |
| MASKING | U | 50.00 | $ 2.50 | $ 2.80 | $ 125.00 | $ 140.00 |
| WIPPES + MATERIAL PARA PROTECCIÓN TEMPORAL DE PISOS | GLB | 100.00 | $ 1.00 | $ 1.12 | $ 100.00 | $ 112.00 |
| REJILLAS DE PISO | U | 18.00 | $ 8.89 | $ 9.96 | $ 160.02 | $ 179.22 |
| CLAVOS | KG | 100.00 | $ 1.49 | $ 1.67 | $ 149.00 | $ 166.88 |
| PIEDRA NATURAL EN FACHADAS | M2 | 17.43 | $ 26.00 | $ 29.12 | $ 453.18 | $ 507.56 |
| **SUBTOTAL DE ALBAÑILERIA** | | | | | $ 55,853.23 | $ 59,855.38 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CARPINTERIA DE MADERA Y METALICA** | | | | | | |
| **CARPINTERIA DE MADERA CONTRATOS** | | | | | | |
| PUERTAS,MARCOS,TAPAMARCOS Y AFINES (INCLUYE INSTALACIÓN) | U | 38.00 | $ 53.57 | $ 60.00 | $ 2,035.71 | $ 2,280.00 |
| | | | | | | |
| **CARPINTERIA DE MADERA (MANO DE OBRA)** | | | | | | |
| INSTALACIÓN DE CERRADURAS | U | 38.00 | $ 10.00 | $ 11.20 | $ 380.00 | $ 425.60 |
| | | | | | | |
| **CARPINTERIA DE MADERA (MATERIALES)** | | | | | | |
| CERRADURAS DE DORMITORIOS Y RACKS | U | 37.00 | $ 26.79 | $ 30.00 | $ 991.07 | $ 1,110.00 |
| CERRADURAS PRINCIPALES | U | 1.00 | $ 49.11 | $ 55.00 | $ 49.11 | $ 55.00 |
| CLAVOS DE ACERO, TACOS Y TORNILLOS | GLB | 37.00 | $ 0.89 | $ 1.00 | $ 33.04 | $ 37.00 |
| TOPES DE PUERTAS | U | 37.00 | $ 1.79 | $ 2.00 | $ 66.07 | $ 74.00 |
| | | | | | | |
| **CARPINTERIA METALICA (CONTRATOS)** | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PASAMANOS METÁLICO (MATERIAL) | M | 26.77 | $ 70.00 | $ 89.60 | $ 1,873.90 | $ 2,398.59 |
| **SUBTOTAL DE ESTRUCTURA** | | | | | $ 5,428.90 | $ 6,380.19 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **INSTALACIONES ELECTRICAS, ELECTRÓNICAS E INCENDIOS** | | | | | | |
| **CONTRATO DE INSTALACIONES ELECTRICAS** | | | | | | |
| PUNTO DE LUZ PE (SALIDA DE ILUMINACIÓN NORMAL, 120V, CONDUCTOR THHN/CU 2X14 AWG EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 1/2") | U | 87.00 | $ 16.65 | $ 18.65 | $ 1,448.55 | $ 1,622.38 |
| PUNTO DE TOMACORRIENTE PE (SALIDA DE TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO DE 120V / 15A, TIERRA AISLADA, CONDUCTOR THHN/CU 2X12+1X14 AWG EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 1/2") | U | 112.00 | $ 16.37 | $ 18.33 | $ 1,833.44 | $ 2,053.45 |
| PUNTO DE INTERRUPTOR PE (SALIDA DE CONMUTACIÓN SIMPLE, 120V / 15A, CONDUCTOR THHN FLEXIBLE Nº 14 AWG EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 1/2") | U | 48.00 | $ 20.00 | $ 22.40 | $ 960.00 | $ 1,075.20 |
| PUNTO DE TELÉFONO PE (SALIDA PARA VOZ, JACK SIMPLE, CONDUCTOR TELEFÓNICO 2P X 2X0.5 EKKX EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 1/2" ) | U | 8.00 | $ 10.30 | $ 11.54 | $ 82.40 | $ 92.29 |
| PUNTO DE PORTERO ELÉCTRICO PE (SALIDA PARA PORTERO ELÉCTRICO SOLO TUBERÍA EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 1/2" Y 3/4" ) | U | 8.00 | $ 10.30 | $ 11.54 | $ 82.40 | $ 92.29 |
| PUNTO DE ANTENA TV PE (SALIDA PARA ANTENA DE TV SOLO TUBERÍA, PLACA PASA HILOS EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 3/4") | U | 8.00 | $ 11.00 | $ 12.32 | $ 88.00 | $ 98.56 |
| PUNTO DE INTERNET PE (SALIDA PARA DATOS SOLO TUBERÍA EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 1/2" O 3/4" ) | U | 8.00 | $ 11.00 | $ 12.32 | $ 88.00 | $ 98.56 |
| PUNTO DE COCINA 220V PE (SALIDA ESPECIAL DE TOMACORRIENTE A 220V PARA COCINA, 220V / 50A, CONDUCTOR THHN FLEXIBLE 2X8 + 1X10 AWG EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 3/4") | U | 7.00 | $ 45.00 | $ 50.40 | $ 315.00 | $ 352.80 |
| PUNTO DE LAVADORA PE (SALIDA DE TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO PARA LAVADORA, 120V / 15A, CONDUCTOR THHN/CU 2X12+1X14 AWG EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 1/2") | U | 7.00 | $ 17.37 | $ 19.45 | $ 121.59 | $ 136.18 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PUNTO DE EXTRACTOR DE COCINA PE (SALIDA DE EXTRACTOR DE OLORES DE COCINA SIN APARATO, 120V, CONDUCTOR THHN/CU 2X14 AWG EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 1/2") | U | 7.00 | $ 13.74 | $ 15.39 | $ 96.18 | $ 107.72 |
| PUNTO DE PULSADOR DE TIMBRE PE (SALIDA PARA PULSADOR DE TIMBRE, 120V, CONDUCTOR THHN/CU 2X22 AWG EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 1/2") | U | 7.00 | $ 10.54 | $ 11.80 | $ 73.78 | $ 82.63 |
| BREAKER 1P 20/63 AMPERIOS 120/240V | U | 12.00 | $ 9.00 | $ 10.08 | $ 108.00 | $ 120.96 |
| **SUBTOTAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS** | | | | | $ 5,297.34 | $ 5,933.02 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **INSTALACIONES HIDROSANITARIAS** | | | | | | |
| **CONTRATO DE INSTALACIONES SANITARIAS Y DE AGUA POTABLE** | | | | | | |
| TUBERÍA 1/2´´ AGUA FRÍA | M | 155.78 | $ 1.26 | $ 1.42 | $ 197.04 | $ 220.69 |
| TUBERÍA 3/4´´ AGUA FRÍA | M | 35.46 | $ 1.88 | $ 2.11 | $ 66.80 | $ 74.82 |
| TUBERÍA 1´´ AGUA FRÍA | M | 10.93 | $ 2.17 | $ 2.43 | $ 23.67 | $ 26.51 |
| TUBERÍA 1 1/4´´4 | M | 24.78 | $ 2.54 | $ 2.85 | $ 63.06 | $ 70.62 |
| TUBERÍA 1 1/2´´ | M | 7.84 | $ 2.90 | $ 3.25 | $ 22.75 | $ 25.48 |
| TUBERÍA 1/2´´ AGUA CALIENTE | M | 27.42 | $ 1.61 | $ 1.80 | $ 44.11 | $ 49.40 |
| TUBERÍA PVC 50MM | M | 71.34 | $ 2.53 | $ 2.83 | $ 180.47 | $ 202.13 |
| TUBERÍA PVC 75MM | M | 3.82 | $ 4.17 | $ 4.67 | $ 15.92 | $ 17.83 |
| TUBERÍA PVC 110MM | M | 110.70 | $ 9.52 | $ 10.67 | $ 1,054.29 | $ 1,180.80 |
| ACCESORIOS | GLB | 1.00 | $ 900.00 | $ 900.00 | $ 900.00 | $ 900.00 |
| BOMBA CON TANQUE | U | 1.00 | $ 360.00 | $ 360.00 | $ 360.00 | $ 360.00 |
| | | | | | | |
| **PIEZAS SANITARIAS Y GRIFERÍA (MATERIALES)** | | | | | | |
| INODORO | U | 10.00 | $ 47.00 | $ 52.64 | $ 470.00 | $ 526.40 |
| LAVABO | U | 10.00 | $ 32.00 | $ 35.84 | $ 320.00 | $ 358.40 |
| GRIFERÍA LAVAMANOS | U | 10.00 | $ 60.00 | $ 67.20 | $ 600.00 | $ 672.00 |
| LAVAPLATOS DE COCINA 1 POZO | U | 6.00 | $ 30.00 | $ 33.60 | $ 180.00 | $ 201.60 |
| LLAVES ANGULARES LAVAMANOS | U | 10.00 | $ 18.00 | $ 20.16 | $ 180.00 | $ 201.60 |
| DESAGÜES, SIFONES DE LAVAMANOS | JUEGO | 10.00 | $ 5.00 | $ 5.60 | $ 50.00 | $ 56.00 |
| DESAGÜES, SIFONES DE LAVAPLATOS | JUEGO | 6.00 | $ 25.00 | $ 28.00 | $ 150.00 | $ 168.00 |
| DESAGÜES, SIFONES DE LAVANDERÍAS | JUEGO | 7.00 | $ 25.00 | $ 28.00 | $ 175.00 | $ 196.00 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GRIFERÍA DUCHA DORMITORIOS | U | 8.00 | $ 50.00 | $ 56.00 | $ 400.00 | $ 448.00 |
| LLAVES DE MANGUERA PARA LAVADORA | U | 7.00 | $ 15.00 | $ 16.80 | $ 105.00 | $ 117.60 |
| LLAVES ANGULARES INODOROS | U | 10.00 | $ 18.00 | $ 20.16 | $ 180.00 | $ 201.60 |
| LLAVES ANGULARES LAVAPLATOS | U | 6.00 | $ 18.00 | $ 20.16 | $ 108.00 | $ 120.96 |
| **SUBTOTAL DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS** | | | | | $ 5,846.10 | $ 6,396.44 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **RECUBRIMIENTOS** | | | | | | |
| **RECUBRIMIENTOS (CONTRATO)** | | | | | | |
| ESTUCO EN CIELO RASO | M2 | 418.32 | $ 2.25 | $ 2.52 | $ 941.22 | $ 1,054.17 |
| ESTUCO EN PARED DE MAMPOSTERÍA | M2 | 1,379.38 | $ 2.25 | $ 2.52 | $ 3,103.61 | $ 3,476.04 |
| PINTURA EN PAREDES DE MAMPOSTERÍA Y EN TUMBADOS GYPSUM | M2 | 1,678.96 | $ 2.57 | $ 2.88 | $ 4,314.93 | $ 4,832.72 |
| IMPERMEABILIZACIÓN DE VENTANAS | M | 31.60 | $ 3.00 | $ 3.36 | $ 94.80 | $ 106.18 |
| PINTURA PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE EXTERIORES | M2 | 155.94 | $ 7.35 | $ 8.23 | $ 1,146.16 | $ 1,283.70 |
| **SUBTOTAL DE RECUBRIMIENTO** | | | | | $ 18,364.81 | $ 20,417.39 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **GYPSUM (CONTRATO)** | | | | | | |
| **GYPSUM (CONTRATO)** | | | | | | |
| CIELO FALSO PLANO | M2 | 418.32 | $ 9.73 | $ 10.90 | $ 4,070.25 | $ 4,558.68 |
| **SUBTOTAL DE GYPSUM** | | | | | $ 4,070.25 | $ 4,558.68 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **ALUMINIO Y VIDRIO** | | | | | | |
| CIERRAPUERTAS PARA PUERTAS DE LOCALES COMERCIALES (INCLUYE INSTALACIÓN) | U | 1.00 | $ 150.00 | $ 168.00 | $ 150.00 | $ 168.00 |
| **SUBTOTAL DE GYPSUM** | | | | | $ 150.00 | $ 168.00 |

| | | |
|---|---|---|
| **TOTAL DE COSTOS DIRECTOS** | **$ 169,282.79** | **$ 185,200.10** |

| PRESUPUESTO ESTRUCTURA DE ACERO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| **RUBROS** | **UNIDAD** | **CANTIDAD** | **VALOR UNITARIO** | | **VALOR TOTAL** | |
| | | | **SIN IVA** | **CON IVA** | **SIN IVA** | **CON IVA** |
| **COSTOS DIRECTOS** | | | | | | |
| **OBRAS PRELIMINARES (INCLUYE MATERIAL Y MANO DE OBRA)** | | | | | | |
| **PRELIMINARES DE OBRA** | | | | | | |
| LIMPIEZA GENERAL DEL TERRENO | M2 | 194.69 | $ 1.10 | $ 1.10 | $ 214.16 | $ 214.16 |
| LONA VERDE | M2 | 119.44 | $ 3.90 | $ 3.90 | | |
| CERRAMIENTOS PROVISIONALES | M2 | 119.44 | $ 25.00 | $ 28.00 | $ 2,986.00 | $ 3,344.32 |
| HERRAMIENTA MENOR PARA TODO EL PROYECTO (PALAS, PICOS, BARRAS, CARRETILLAS, BALDES, ETC) | GLB | 19.47 | $ 1.00 | $ 1.12 | $ 19.47 | $ 21.81 |
| | | | | | | |
| **MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | | | | | |
| NIVELACIÓN Y REPLANTEO | M2 | 194.69 | $ 0.71 | $ 0.80 | $ 139.06 | $ 155.75 |
| EXCAVACIÓN DE PLINTOS | M3 | 135.15 | $ 6.16 | $ 6.90 | $ 832.62 | $ 932.54 |
| EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MANO PARA CADENAS DE AMARRE | M3 | 2.27 | $ 6.16 | $ 6.90 | $ 13.98 | $ 15.66 |
| | | | | | | |
| **DESALOJOS Y TRANSPORTE DE MATERIAL** | | | | | | |
| DESALOJO DE MATERIAL (DESPERDICIOS DE OBRA) ESCOMBROS | M3 | 175.22 | $ 8.50 | | $ 1,489.38 | $ 0.00 |
| **SUBTOTAL DE OBRAS PRELIMINARES** | | | | | $ 5,694.68 | $ 4,684.23 |
| | | | | | | |
| **ESTRUCTURA** | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **ESTRUCTURA (MANO DE OBRA)** | | | | | | |
| REPLANTEO ESTRUCTURAL | M2 | 584.07 | $ 0.35 | $ 0.39 | $ 204.42 | $ 228.96 |
| CORTADO Y FIGURADO DE ACERO DE REFUERZO | KG | 5,517.33 | $ 0.10 | $ 0.11 | $ 551.73 | $ 617.94 |
| ARMADO DE ACERO DE REFUERZO | KG | 5,517.33 | $ 0.05 | $ 0.06 | $ 275.87 | $ 308.97 |
| HORMIGÓN EN CIMENTACIÓN - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO | M3 | 27.75 | $ 22.70 | $ 25.42 | $ 629.93 | $ 705.52 |
| HORMIGÓN EN REPLANTILLOS | M3 | - | $ 10.10 | $ 11.31 | $ 0.00 | $ 0.00 |
| HORMIGÓN EN COLUMNAS | M3 | 4.14 | $ 20.05 | $ 22.46 | $ 83.01 | $ 92.97 |
| HORMIGÓN CISTERNAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO | M3 | 3.83 | $ 31.00 | $ 34.72 | $ 118.73 | $ 132.98 |
| ESTRUCTURA METÁLICA ACERO ESTRUCTURAL ACERO ASTM A572 G50 | KG | 14,145.69 | | $ 2.72 | | $ 38,476.28 |
| LOSA COLABORANTE 0,65 MM INCLUYE INSTALACIÓN | M3 | 411.00 | | $ 13.70 | | $ 5,630.70 |
| GRADAS DE ACCESO EN ACERO ESTRUCTURAL INCLUYE 5 CM. | U | 1.00 | $ 1,190.00 | $ 1,190.00 | | $ 1,190.00 |
| | | | | | | |
| **ESTRUCTURA (MATERIAL)** | | | | | | |
| PIEDRA BOLA | M3 | 111.25 | $ 12.00 | $ 13.44 | $ 1,335.00 | $ 1,495.20 |
| HORMIGÓN PREMEZCLADO FC=240KG/CM2 | M3 | 48.06 | $ 82.64 | $ 92.55 | $ 3,971.59 | $ 4,448.18 |
| MALLA ELECTROSOLDADA PARA LOSA Y CONTRAPISO | M2 | 551 | $2.61 | $ 2.92 | $ 1,436.54 | $ 1,608.92 |
| ACERO DE REFUERZO | KG | 24914.38 | $1.05 | $ 1.18 | $ 26,160.10 | $ 29,299.31 |
| ALAMBRE RECOCIDO | KG | 1,245.72 | $ 1.45 | $ 1.62 | $ 1,806.29 | $ 2,023.05 |
| ALAMBRE GALVANIZADO | KG | 1,245.72 | $ 2.00 | $ 2.24 | $ 2,491.44 | $ 2,790.41 |
| SIERRAS | CAJA | 1.00 | $ 95.00 | $ 106.40 | $ 95.00 | $ 106.40 |
| CLAVOS | KG | 100.00 | $ 1.49 | $ 1.67 | $ 149.00 | $ 166.88 |
| BROCAS DE HORMIGÓN Y MADERA | U | 20.00 | $ 5.40 | $ 6.05 | $ 108.00 | $ 120.96 |
| **SUBTOTAL DE ESTRUCTURA** | | | | | $ 39,416.64 | $ 89,443.62 |

| ALBAÑILERIA BÁSICA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **ALBAÑILERIA (MANO DE OBRA)** | | | | | | |
| FUNDICIÓN DE CAJA DE REVISIÓN. INCLUYE TAPA | U | 1.00 | $ 36.61 | $ 36.61 | $ 36.61 | $ 36.61 |
| REPLANTEO DE MAMPOSTERÍA | M2 | 584.07 | $ 0.56 | $ 0.56 | $ 327.08 | $ 327.08 |
| CONSTRUCCIÓN EN ANTEPECHOS - ENCOFRADO, DESENCOFRADO - COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO Y HORMIGÓN | M | 15.13 | $ 35.00 | $ 35.00 | $ 529.55 | $ 529.55 |
| VINCHA SOBRE MAMPOSTERÍA DE ANTEPECHO | M | 7.57 | $ 2.71 | $ 2.71 | $ 20.50 | $ 20.50 |
| MAMPOSTERÍA DE 15 CM | M2 | 1,129.35 | $ 5.46 | $ 5.46 | $ 6,166.25 | $ 6,166.25 |
| COLOCACIÓN DE CHICOTES EN PAREDES Y BORDOS | U | 464 | $ 0.72 | $ 0.72 | $ 334.05 | $ 334.05 |
| PICADO PARA ENLUCIDOS EN MUROS, COLUMNAS Y DIAFRAGMAS | M2 | 1,129.35 | $ 1.10 | $ 1.10 | $ 1,242.29 | $ 1,242.29 |
| PICADO Y RESANADO PARA INSTALACIONES | M | 100.00 | $ 1.66 | $ 1.66 | $ 166.00 | $ 166.00 |
| ENLUCIDO DE MAMPOSTERÍA INTERIOR PISOS ALTOS | M2 | 1,379.38 | $ 4.81 | $ 4.81 | $ 6,634.82 | $ 6,634.82 |
| ENLUCIDOS EXTERIORES DE PAREDES EN FACHADAS | M2 | 189.00 | $ 3.20 | $ 3.20 | $ 604.80 | $ 604.80 |
| COLOCACIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS (CAJA DE BREAKERS) | U | 5.00 | $ 10.74 | $ 10.74 | $ 53.70 | $ 53.70 |
| COLOCACIÓN DE CAJETINES ELÉCTRICOS | U | 167.00 | $ 0.96 | $ 0.96 | $ 160.32 | $ 160.32 |
| COLOCACIÓN DE CAJETINES PARA LAVADORAS | U | 5.00 | $ 10.74 | $ 10.74 | $ 53.70 | $ 53.70 |
| FILOS EN PAREDES INTERIORES DE MAMPOSTERÍA | M | 184.70 | $ 1.66 | $ 1.66 | $ 306.60 | $ 306.60 |
| FILOS EN PAREDES EXTERIORES DE FACHADAS | M | 31.60 | $ 2.99 | $ 2.99 | $ 94.48 | $ 94.48 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CORCHADO DE PERFORACIONES EN LOSA PARA INSTALACIONES | U | 41.00 | $ 3.16 | $ 3.16 | $ 129.56 | $ 129.56 |
| MASILLADO DE LOSAS PISOS ALTOS | M2 | 426.85 | $ 3.55 | $ 3.55 | $ 1,515.32 | $ 1,515.32 |
| IMPERMEABILIZADO DE CISTERNAS Y ALBAÑAL | M2 | 13.64 | $ 22.20 | $ 24.86 | $ 302.70 | $ 339.02 |
| | | | | | | |
| **ACABADOS ALBAÑILERIA (MANO DE OBRA)** | | | | | | |
| COLOCACIÓN PORCELANATO EN PISOS | M2 | 413.09 | $ 6.39 | $ 7.16 | $ 2,639.65 | $ 2,956.40 |
| COLOCACIÓN PORCELANATO EN PAREDES | M2 | 184.04 | $ 6.59 | $ 7.38 | $ 1,212.82 | $ 1,358.36 |
| COLOCACIÓN DE BARREDERAS DE PORCELANATO Y CERÁMICA | M | 573.47 | $ 2.85 | $ 3.19 | $ 1,634.39 | $ 1,830.52 |
| COLOCACIÓN REJILLAS DE PISO (2, 3, 4 PLG Y CUPULA) | U | 18.00 | $ 2.56 | $ 2.87 | $ 46.08 | $ 51.61 |
| COLOCACIÓN ACCESORIOS DE BAÑO | JUEGO | 10.00 | $ 3.75 | $ 4.20 | $ 37.50 | $ 42.00 |
| RECUBRIMIENTOS ESPECIALES EN FACHADAS | M2 | 17.43 | $ 6.83 | $ 7.65 | $ 119.05 | $ 133.33 |
| | | | | | | |
| **ACABADOS ALBAÑILERIA (MATERIALES)** | | | | | | |
| BONDEX PREMIUM FUNDA DE 40KG | FUNDA | 188 | $ 15.70 | $ 17.58 | $ 2,954.15 | $ 3,308.65 |
| CEMENTO | SACOS | 368.43 | $ 8.00 | $ 7.62 | $ 2,947.41 | $ 2,805.94 |
| ARENA | M3 | 736.85 | $ 11.50 | $ 12.88 | $ 8,473.81 | $ 9,490.67 |
| PORCELANATO | M2 | 597.13 | $ 27.00 | $ 30.24 | $ 16,122.51 | $ 18,057.21 |
| MASKING | U | 50.00 | $ 2.50 | $ 2.80 | $ 125.00 | $ 140.00 |
| WIPPES + MATERIAL PARA PROTECCIÓN TEMPORAL DE PISOS | GLB | 100.00 | $ 1.00 | $ 1.12 | $ 100.00 | $ 112.00 |
| REJILLAS DE PISO | U | 18.00 | $ 8.89 | $ 9.96 | $ 160.02 | $ 179.22 |
| CLAVOS | KG | 100.00 | $ 1.49 | $ 1.67 | $ 149.00 | $ 166.88 |
| PIEDRA NATURAL EN FACHADAS | M2 | 17.43 | $ 26.00 | $ 29.12 | $ 453.18 | $ 507.56 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **SUBTOTAL DE ALBAÑILERIA** | | | | | $ 55,852.90 | $ 59,855.01 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CARPINTERÍA DE MADERA Y METÁLICA** | | | | | | |
| **CARPINTERIA DE MADERA CONTRATOS** | | | | | | |
| PUERTAS, MARCOS,TAPAMARCOS Y AFINES (INCLUYE INSTALACIÓN) | U | 38.00 | $ 53.57 | $ 60.00 | $ 2,035.71 | $ 2,280.00 |
| | | | | | | |
| **CARPINTERIA DE MADERA (MANO DE OBRA)** | | | | | | |
| INSTALACIÓN DE CERRADURAS | U | 38.00 | $ 10.00 | $ 11.20 | $ 380.00 | $ 425.60 |
| | | | | | | |
| **CARPINTERIA DE MADERA (MATERIALES)** | | | | | | |
| CERRADURAS DE DORMITORIOS Y RACKS | U | 37.00 | $ 26.79 | $ 30.00 | $ 991.07 | $ 1,110.00 |
| CERRADURAS PRINCIPALES | U | 1.00 | $ 49.11 | $ 55.00 | $ 49.11 | $ 55.00 |
| CLAVOS DE ACERO, TACOS Y TORNILLOS | GLB | 37.00 | $ 0.89 | $ 1.00 | $ 33.04 | $ 37.00 |
| TOPES DE PUERTAS | U | 37.00 | $ 1.79 | $ 2.00 | $ 66.07 | $ 74.00 |
| | | | | | | |
| **CARPINTERIA METALICA (CONTRATOS)** | | | | | | |
| PASAMANOS METÁLICO (MATERIAL) | M | 26.77 | $ 80.00 | $ 89.60 | $ 2,141.60 | $ 2,398.59 |
| **SUBTOTAL DE ESTRUCTURA** | | | | | $ 5,696.60 | $ 6,380.19 |

| | |
|---|---|
| **INSTALACIONES ELÉCTRICAS, ELECTRÓNICAS E INCENDIOS** | |

| CONTRATO DE INSTALACIONES ELECTRICAS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PUNTO DE LUZ PE (SALIDA DE ILUMINACIÓN NORMAL, 120V, CONDUCTOR THHN/CU 2X14 AWG EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 1/2") | U | 87.00 | $ 17.65 | | $ 1,535.55 | $ 0.00 |
| PUNTO DE TOMACORRIENTE PE (SALIDA DE TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO DE 120V / 15A, TIERRA AISLADA, CONDUCTOR THHN/CU 2X12+1X14 AWG EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 1/2") | U | 112.00 | $ 19.37 | | $ 2,169.44 | $ 0.00 |
| PUNTO DE INTERRUPTOR PE (SALIDA DE CONMUTACIÓN SIMPLE, 120V / 15A, CONDUCTOR THHN FLEXIBLE Nº 14 AWG EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 1/2") | U | 48.00 | $ 24.03 | | $ 1,153.44 | $ 0.00 |
| PUNTO DE TELÉFONO PE (SALIDA PARA VOZ, JACK SIMPLE, CONDUCTOR TELEFÓNICO 2P X 2X0.5 EKKX EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 1/2") | U | 8.00 | $ 11.30 | | $ 90.40 | $ 0.00 |
| PUNTO DE PORTERO ELÉCTRICO PE (SALIDA PARA PORTERO ELÉCTRICO SOLO TUBERÍA EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 1/2" Y 3/4") | U | 8.00 | $ 11.30 | | $ 90.40 | $ 0.00 |
| PUNTO DE ANTENA TV PE (SALIDA PARA ANTENA DE TV SOLO TUBERÍA, PLACA PASA HILOS EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 3/4") | U | 8.00 | $ 12.00 | | $ 96.00 | $ 0.00 |
| PUNTO DE INTERNET PE (SALIDA PARA DATOS SOLO TUBERÍA EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 1/2" O 3/4") | U | 8.00 | $ 12.00 | | $ 96.00 | $ 0.00 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PUNTO DE COCINA 220V PE (SALIDA ESPECIAL DE TOMACORRIENTE A 220V PARA COCINA, 220V / 50A, CONDUCTOR THHN FLEXIBLE 2X8 + 1X10 AWG EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 3/4") | U | 7.00 | $ 49.00 | | $ 343.00 | $ 0.00 |
| PUNTO DE LAVADORA PE (SALIDA DE TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO PARA LAVADORA, 120V / 15A, CONDUCTOR THHN/CU 2X12+1X14 AWG EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 1/2") | U | 7.00 | $ 19.37 | | $ 135.59 | $ 0.00 |
| PUNTO DE EXTRACTOR DE COCINA PE (SALIDA DE EXTRACTOR DE OLORES DE COCINA SIN APARATO, 120V, CONDUCTOR THHN/CU 2X14 AWG EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 1/2") | U | 7.00 | $ 15.74 | | $ 110.18 | $ 0.00 |
| PUNTO DE PULSADOR DE TIMBRE PE (SALIDA PARA PULSADOR DE TIMBRE, 120V, CONDUCTOR THHN/CU 2X22 AWG EN MANGUERA DE POLIETILENO DE 1/2") | U | 7.00 | $ 12.54 | | $ 87.78 | $ 0.00 |
| BREAKER 1P 20/63 AMPERIOS 120/240V | U | 12.00 | $ 9.00 | | $ 108.00 | $ 0.00 |
| **SUBTOTAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS** | | | | | $ 6,015.78 | $ 0.00 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **INSTALACIONES HIDROSANITARIAS** | | | | | | |
| **CONTRATO DE INSTALACIONES SANITARIAS Y DE AGUA POTABLE** | | | | | | |
| TUBERÍA 1/2´´ AGUA FRÍA | M | 155.78 | 1.264880952 | 1.416666667 | $ 197.04 | $ 220.69 |
| TUBERÍA 3/4´´ AGUA FRÍA | M | 35.46 | 1.883928571 | 2.11 | $ 66.80 | $ 74.82 |
| TUBERÍA 1´´ AGUA FRÍA | M | 10.93 | 2.165178571 | 2.425 | $ 23.67 | $ 26.51 |
| TUBERÍA 1 1/4´´4 | M | 24.78 | 0 | | | |
| TUBERÍA 1 1/2´´ | M | 7.84 | 0 | | | |
| TUBERÍA 1/2´´ AGUA CALIENTE | M | 27.42 | 1.608630952 | 1.801666667 | $ 44.11 | $ 49.40 |
| TUBERÍA PVC 50MM | M | 71.34 | 2.529761905 | 2.833333333 | $ 180.47 | $ 202.13 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TUBERÍA PVC 75MM | M | 3.82 | 4.166666667 | 4.666666667 | $ 15.92 | $ 17.83 |
| TUBERÍA PVC 110MM | M | 110.70 | 9.523809524 | 10.66666667 | $ 1,054.29 | $ 1,180.80 |
| ACCESORIOS | U | 1.00 | 900.00 | 900.00 | 900.00 | 900.00 |
| BOMBA DE 1HP Y TANQUE HIDRONEUMÁTICO | U | 1.00 | 360.00 | 360.00 | 360.00 | 360.00 |
| | | | | | | |
| **PIEZAS SANITARIAS Y GRIFERÍA (MATERIALES)** | | | | | | |
| INODORO | U | 10.00 | $ 47.00 | $ 52.64 | $ 470.00 | $ 526.40 |
| LAVABO | U | 10.00 | $ 32.00 | $ 35.84 | $ 320.00 | $ 358.40 |
| GRIFERÍA LAVAMANOS | U | 10.00 | $ 60.00 | $ 67.20 | $ 600.00 | $ 672.00 |
| LAVAPLATOS DE COCINA 1 POZO | U | 6.00 | $ 30.00 | $ 33.60 | $ 180.00 | $ 201.60 |
| LLAVES ANGULARES LAVAMANOS | U | 10.00 | $ 18.00 | $ 20.16 | $ 180.00 | $ 201.60 |
| DESAGÜES, SIFONES DE LAVAMANOS | JUEGO | 10.00 | $ 5.00 | $ 5.60 | $ 50.00 | $ 56.00 |
| DESAGÜES, SIFONES DE LAVAPLATOS | JUEGO | 6.00 | $ 25.00 | $ 28.00 | $ 150.00 | $ 168.00 |
| DESAGÜES, SIFONES DE LAVANDERÍAS | JUEGO | 7.00 | $ 25.00 | $ 28.00 | $ 175.00 | $ 196.00 |
| GRIFERÍA DUCHA DORMITORIOS | U | 8.00 | $ 60.00 | $ 67.20 | $ 480.00 | $ 537.60 |
| LLAVES DE MANGUERA PARA LAVADORA | U | 7.00 | $ 15.00 | $ 16.80 | $ 105.00 | $ 117.60 |
| LLAVES ANGULARES INODOROS | U | 10.00 | $ 18.00 | $ 20.16 | $ 180.00 | $ 201.60 |
| LLAVES ANGULARES LAVAPLATOS | U | 6.00 | $ 18.00 | $ 20.16 | $ 108.00 | $ 120.96 |
| **SUBTOTAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS** | | | | | $ 5,840.30 | $ 6,389.93 |
| **RECUBRIMIENTOS** | | | | | | |
| **RECUBRIMIENTOS (CONTRATO)** | | | | | | |
| ESTUCO EN CIELO RASO | M2 | 418.32 | $ 2.25 | $ 2.52 | $ 941.22 | $ 1,054.17 |
| ESTUCO EN PARED DE MAMPOSTERÍA | M2 | 1,379.38 | $ 2.25 | $ 2.52 | $ 3,103.61 | $ 3,476.04 |
| PINTURA EN PAREDES DE MAMPOSTERÍA Y EN TUMBADOS GYPSUM | M2 | 1,678.96 | $ 2.57 | $ 2.88 | $ 4,314.93 | $ 4,832.72 |
| IMPERMEABILIZACIÓN DE VENTANAS | M | 31.60 | $ 3.00 | $ 3.36 | $ 94.80 | $ 106.18 |
| PINTURA PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE EXTERIORES | M2 | 155.94 | $ 7.35 | $ 8.23 | $ 1,146.16 | $ 1,283.70 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **SUBTOTAL DE RECUBRIMIENTO** | | | | | $ 18,799.01 | $ 20,860.49 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **GYPSUM (CONTRATO)** | | | | | | |
| **GYPSUM (CONTRATO)** | | | | | | |
| CIELO FALSO PLANO | M2 | 418.32 | $ 9.73 | $ 10.90 | $ 4,070.25 | $ 4,558.68 |
| **SUBTOTAL DE GYPSUM** | | | | | $ 4,070.25 | $ 4,558.68 |
| **ALUMINIO Y VIDRIO** | | | | | | |
| CIERRAPUERTAS PARA PUERTAS DE LOCALES COMERCIALES (INCLUYE INSTALACIÓN) | U | 1.00 | $ 150.00 | $ 168.00 | $ 150.00 | $ 168.00 |
| **SUBTOTAL DE GYPSUM** | | | | | $ 150.00 | $ 168.00 |

| | | |
|---|---|---|
| **TOTAL DE COSTOS DIRECTOS** | **$ 141,536.16** | **$ 192,340.16** |

# 4. Capitulo IV: Análisis de Resultados

## 4.1. Correlación entre modelos

Dentro de este capítulo se observa una de las más grandes ventajas que trae el trabajar con la metodología BIM que es la interacción con todas las áreas técnicas. Previamente a la creación de los modelos, se vinculaban modelos entre si para un mejor diseño y comunicación, lo cual funciona muy bien. Pero una mayor revisión se da con el modelo de coordinación con el uso del software llamado Naviswok Manage, en donde se puede hacer una coordinación a profundidad para revisar todo el proyecto y como este está funcionando. Dentro del siguiente apartado se pone como ejemplo una de las grandes bondades de este software el cual es el poder observar los conflictos entre áreas técnicas y con ellos la coordinación notifica a los responsables de cada área para realizar las respectivas correcciones, para que después en construcción estas no se conviertan en un problema.

### 4.1.1. Conflictos entre modelos

Uno de los beneficios dentro de esta metodología es que, al ser una construcción virtual, se puede obtener las interferencias entre modelos, es decir las interferencias ya con elementos constructivos chocan entre sí, y corregirlos antes de que se presenten en la construcción, lo que implica a futuro ahorro en costo y tiempo.

Como se mencionó anteriormente, se tiene dos modelos de coordinación por lo que se analizó en dos estructuras, en hormigón y acero, de los cuales ambos se analizarán sus conflictos a continuación.

En el respectivo modelo de coordinación en hormigón presentado en el capítulo anterior, se realizó su análisis de inconsistencias entre los modelos que muestra la imagen, dando un total 180 conflictos, los cuales se tendrán que corregir para finalmente ser aprobados todos los modelos.

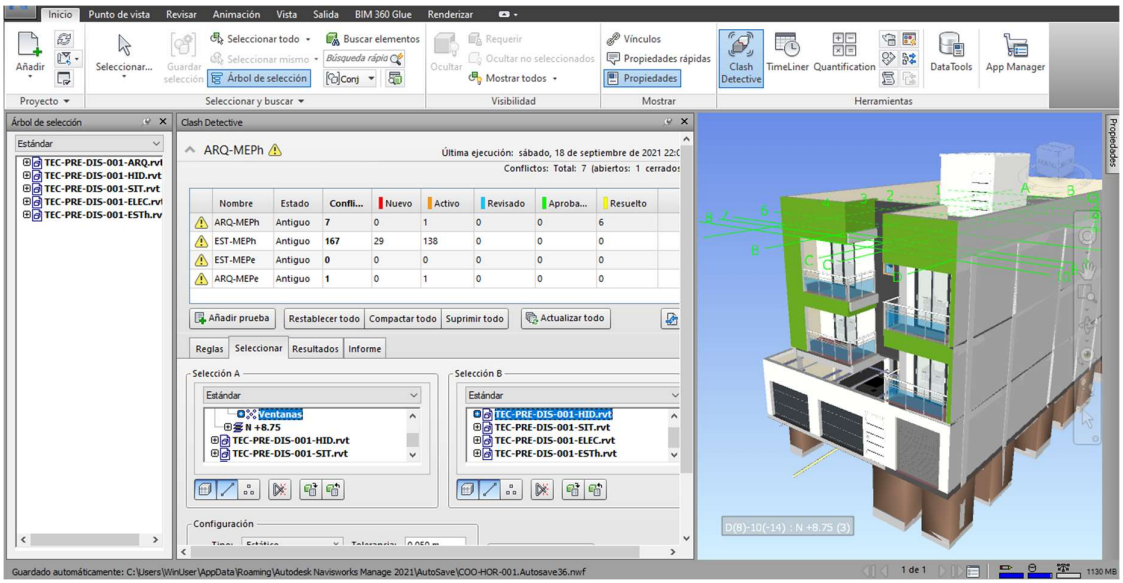



*Figura 69. Conflictos del primer modelo de coordinación en hormigón*

*Fuente: Elaboración propia*

Y dentro modelo de coordinación en acero presentado en el capítulo anterior, se realizó su análisis de inconsistencias entre los modelos que muestra la imagen, dando un total 47 conflictos, los cuales se tendrán que corregir para finalmente ser aprobados todos los modelos.

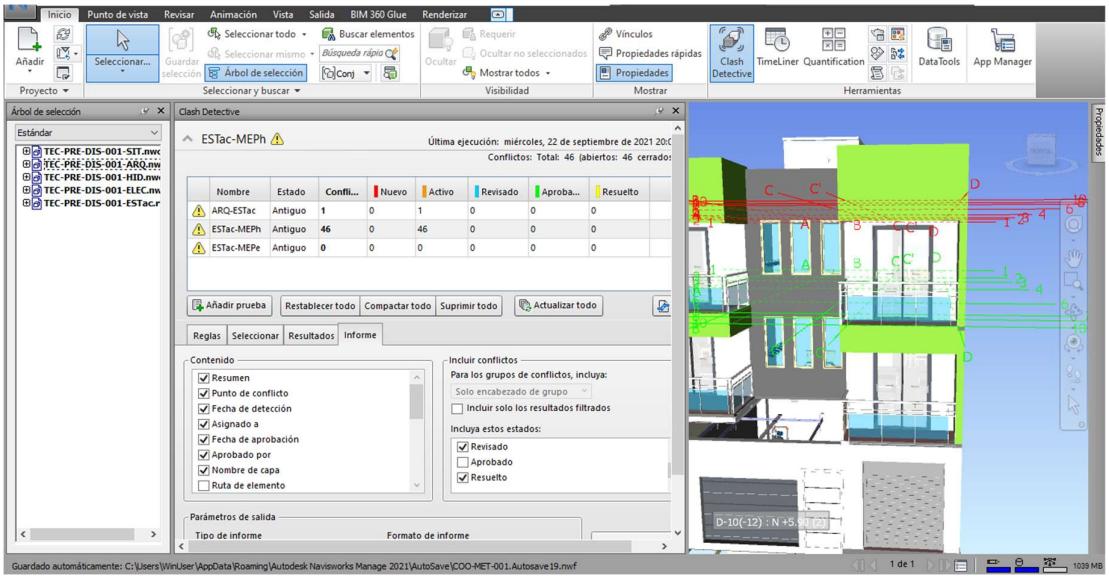



*Figura 70. Conflictos del segundo modelo de coordinación en acero*

*Fuente: Elaboración propia*

Dentro del siguiente punto se tratará individualmente los análisis de conflictos.

#### 4.1.1.1. Modelo de arquitectura - Modelo de estructura

En este análisis se presentó 5 conflictos con el modelo de estructura en hormigón, los cuales fueron por pequeños errores de modelamiento donde se está contando la mampostería con choques con las vigas de hormigón.

AUTODESK® NAVISWORKS®

**Informe de conflictos**

| | Tolerancia | Conflictos | Nuevo | Activo | Revisado | Aprobado | Resuelto | Tipo | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ARQ-EST | 0.250m | 5 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | Estático | Aceptar |

| | | | | | | | | Elemento 1 | | | | Elemento 2 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Imagen | Nombre de conflicto | Estado | Distancia | Ubicación de rejilla | Descripción | Fecha de detección | Punto de conflicto | ID de elemento | Capa | Elemento Nombre | Elemento Tipo | ID de elemento | Capa | Elemento Nombre | Elemento Tipo |
|  | Conflicto1 | Activo | -0.400 | C'-3 : N +3.05 | Estático | 2021/9/19 01:32 | x:3.862, y:0.924, z:5.656 | *ID de elemento*: 287736 | N +3.05 | 005 pintura interior | Sólido | *ID de elemento*: 405240 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 25x40 |
|  | Conflicto2 | Activo | -0.320 | C'-3 : N +5.90 | Estático | 2021/9/19 01:32 | x:3.862, y:0.924, z:8.508 | *ID de elemento*: 401816 | N +5.90 | 005 pintura interior | Sólido | *ID de elemento*: 405381 | Nivel 2 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 25x40 |
|  | Conflicto3 | Activo | -0.313 | D-6 : +0.00 | Estático | 2021/9/19 01:32 | x:4.700, y:-6.907, z:2.650 | *ID de elemento*: 179729 | +0.00 | 005 pintura interior | Sólido | *ID de elemento*: 403392 | PB | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 25x40 |
|  | Conflicto4 | Activo | -0.267 | B-4 : N +3.05 | Estático | 2021/9/19 01:32 | x:-1.608, y:-2.429, z:5.500 | *ID de elemento*: 284633 | N +3.05 | 005 pintura interior | Sólido | *ID de elemento*: 405246 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 25x40 |
|  | Conflicto5 | Activo | -0.255 | B-4 : N +3.05 | Estático | 2021/9/19 01:32 | x:-0.0000483, y:-3.708, z:5.868 | *ID de elemento*: 286482 | N +3.05 | 004 empastado interior | Sólido | *ID de elemento*: 405290 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 30x40 |

*Figura 71. Conflictos entre modelo de arquitectura y estructura en hormigón*

*Fuente: Elaboración propia*

Por parte del modelo de estructura en metálica se presentó 1 conflicto, el cual fue por pequeños errores de modelamiento donde se está contando la mampostería con choques con la viga de acero.

AUTODESK® NAVISWORKS®

**Informe de conflictos**

| | Tolerancia | Conflictos | Nuevo | Activo | Revisado | Aprobado | Resuelto | Tipo | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ARQ-ESTac | 0.250m | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | Estático | Aceptar |

| | | | | | | | | Elemento 1 | | | | Elemento 2 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Imagen | Nombre de conflicto | Estado | Distancia | Ubicación de rejilla | Descripción | Fecha de detección | Punto de conflicto | ID de elemento | Capa | Elemento Nombre | Elemento Tipo | ID de elemento | Capa | Elemento Nombre | Elemento Tipo |
|  | Conflicto1 | Activo | -0.290 | C'-3 : N +3.05 | Estático | 2021/9/23 0:43 | x:3.862, y:1.061, z:5.610 | *ID de elemento*: 287736 | N +3.05 | 005 pintura interior | Sólido | *ID de elemento*: 605337 | N+5.90 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto |

*Figura 72. Conflictos entre modelo de arquitectura y estructura en acero*

*Fuente: Elaboración propia*

Los cuales una vez identificados se procederán a ser corregidos y resueltos.

#### 4.1.1.2. Modelo de arquitectura - Modelo de mecánico, eléctrico e hidrosanitario (MEP)

En este análisis con el modelo hidrosanitario se presentaron 7 conflictos de los cuales 6 no se podría considerar dentro del análisis ya que son errores irrelevantes que no afectan en nada, pero por otro lado el séptimo conflicto, se tiene un pequeño error con la altura de la tubería de acometida ya que está topando con la puerta del garaje.

AUTODESK® NAVISWORKS®

**Informe de conflictos**

| | Tolerancia | Conflictos | Nuevo | Activo | Revisado | Aprobado | Resuelto | Tipo | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ARQ-MEPh | 0.050m | 7 | 0 | 1 | 0 | 0 | 6 | Estático | Aceptar |

| | | | | | | | | | Elemento 1 | | | | Elemento 2 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Imagen | Nombre de conflicto | Estado | Distancia | Ubicación de rejilla | Descripción | Fecha de detección | Punto de conflicto | ID de elemento | Capa | Elemento Nombre | Elemento Tipo | ID de elemento | Capa | Elemento Nombre | Elemento Tipo |
|  | Conflicto47 | Resuelto | -0.088 | B-1 : +0.00 | Estático | 2021/9/19 03:06 | x:0.102, y:8.980, z:2.670 | *ID de elemento*: 413358 | +0.00 | Techo compuesto | Techos: Techo compuesto: Techo de PYL | *ID de elemento*: 1040759 | Nivel 1 | Plastigama Sanitaria | Sólido |
|  | Conflicto81 | Resuelto | -0.071 | B-4 : +0.00 | Estático | 2021/9/19 03:06 | x:-0.034, y:-3.846, z:2.670 | *ID de elemento*: 413476 | +0.00 | Techo compuesto | Techos: Techo compuesto: Techo de PYL | *ID de elemento*: 1040827 | Nivel 1 | Plastigama Sanitaria | Sólido |
|  | Conflicto84 | Resuelto | -0.068 | A-4 : N +5.90 | Estático | 2021/9/19 03:06 | x:-3.653, y:-2.170, z:8.370 | *ID de elemento*: 414773 | N +5.90 | Techo compuesto | Techos: Techo compuesto: Techo de PYL | *ID de elemento*: 1021821 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto85 | Resuelto | -0.068 | A-4 : N +3.05 | Estático | 2021/9/19 03:06 | x:-3.652, y:-2.184, z:5.500 | *ID de elemento*: 413708 | N +3.05 | Techo compuesto | Techos: Techo compuesto: Techo de PYL | *ID de elemento*: 1041112 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto107 | Resuelto | -0.059 | B-1 : N +5.90 | Estático | 2021/9/19 03:06 | x:0.110, y:9.024, z:8.370 | *ID de elemento*: 414708 | N +5.90 | Techo compuesto | Techos: Techo compuesto: Techo de PYL | *ID de elemento*: 1021764 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto109 | Resuelto | -0.059 | B-1 : N +3.05 | Estático | 2021/9/19 03:06 | x:0.007, y:9.015, z:5.520 | *ID de elemento*: 413629 | N +3.05 | Techo compuesto | Techos: Techo compuesto: Techo de PYL | *ID de elemento*: 1040666 | Nivel 2 | Plastigama Sanitaria | Sólido |
|  | Conflicto112 | Activo | -0.058 | A-10 : N -0.20 | Estático | 2021/9/19 03:06 | x:-2.649, y:-11.076, z:0.087 | *ID de elemento*: 321229 | N -0.20 | La-Toulousaine-Porte-de-garage-HARMONIE-LIGNEE-4 | Sólido | *ID de elemento*: 1035882 | PB | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: Plastigama PVC Presión AF Roscable |

*Figura 73. Conflictos entre modelo de arquitectura y MEP hidrosanitario*

*Fuente: Elaboración propia*

El cual una vez identificado se procederá a corregir para ser resuelto.

Por otro lado, en el análisis con el modelo eléctrico, se presentó 1 conflicto, que al igual es de un pequeño error de modelamiento, que en este caso solo es de ubicación como se muestra.

AUTODESK®
NAVISWORKS®

**Informe de conflictos**

| | Tolerancia | Conflictos | Nuevo | Activo | Revisado | Aprobado | Resuelto | Tipo | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ARQ-MEPe | 0.050m | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | Estático | Aceptar |

| | | | | | | | | Elemento 1 | | | | Elemento 2 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Imagen | Nombre de conflicto | Estado | Distancia | Ubicación de rejilla | Descripción | Fecha de detección | Punto de conflicto | ID de elemento | Capa | Elemento Nombre | Elemento Tipo | ID de elemento | Capa | Elemento Nombre | Elemento Tipo |
|  | Conflicto1 | Activo | -0.106 | D-2 : +0.00 | Estático | 2021/9/19 03:11 | x:5.764, y:3.568, z:1.100 | *ID de elemento*: 200595 | +0.00 | 600mm Depth | Parte compuesta | *ID de elemento*: 618416 | +0.00 | 225 A | Equipos eléctricos |

*Figura 74. Conflictos entre modelo de arquitectura y MEP eléctrico*

*Fuente: Elaboración propia*

Este error será identificado y se procederá a corregir para ser resuelto.

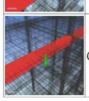
#### 4.1.1.3. Modelo de estructura - Modelo de mecánico, eléctrico e hidrosanitario (MEP)

En este análisis se presentaron la mayor cantidad de conflicto entre modelos estructural de hormigón e hidrosanitario, con un total de 167. De estos conflictos bastantes de ellos se presentaron por un error de altura de la tubería de agua, la cual es encuentra chocando con la viga. Otro tipo de conflicto se presenta con uno muy común que se produce que es el choque de la tubería sanitaria con las vigas. Y finalmente otro conjunto de conflicto que se lo podría despreciar, es las aperturas en la losa para el paso de tubería sanitaria.

AUTODESK®
NAVISWORKS®

# Informe de conflictos

| | Tolerancia | Conflictos | Nuevo | Activo | Revisado | Aprobado | Resuelto | Tipo | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EST-MEPh | 0.050m | 167 | 29 | 138 | 0 | 0 | 0 | De espacio libre | Aceptar |

| | | | | | | | | Elemento 1 | | | | Elemento 2 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Imagen | Nombre de conflicto | Estado | Distancia | Ubicación de rejilla | Descripción | Fecha de detección | Punto de conflicto | ID de elemento | Capa | Elemento Nombre | Elemento Tipo | ID de elemento | Capa | Elemento Nombre | Elemento Tipo |
|  | Conflicto1 | Activo | -0.137 | C-3 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:2.300, y:1.458, z:5.692 | *ID de elemento*: 405298 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 30x40 | *ID de elemento*: 1012432 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto2 | Activo | -0.115 | C-1 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:2.300, y:8.290, z:5.737 | *ID de elemento*: 405298 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 30x40 | *ID de elemento*: 1005109 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto3 | Activo | -0.108 | B-4 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:-0.108, y:-3.801, z:3.050 | *ID de elemento*: 494733 | PB | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 30x40 | *ID de elemento*: 1040577 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto4 | Activo | -0.092 | C-3 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:2.448, y:1.494, z:5.900 | *ID de elemento*: 405298 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: | *ID de elemento*: 1012629 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC |
|  | Conflicto5 | Activo | -0.090 | A-4 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:-3.692, y:-2.160, z:3.050 | *ID de elemento*: 494731 | PB | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 30x40 | *ID de elemento*: 1041112 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto201 | Activo | -0.082 | C-3 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 02:58 | x:2.514, y:1.377, z:5.500 | *ID de elemento*: 405298 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 30x40 | *ID de elemento*: 996906 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: Plastigama PVC Presión AF Roscable |
|  | Conflicto6 | Activo | -0.080 | A-4 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:-3.680, y:-2.156, z:5.500 | *ID de elemento*: 405286 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 30x40 | *ID de elemento*: 1041112 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto7 | Activo | -0.077 | B-1 : N -0.20 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:-0.250, y:8.751, z:-0.074 | *ID de elemento*: 400218 | NDC | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 20x20 | *ID de elemento*: 1021913 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto8 | Activo | -0.075 | B-1 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:0.552, y:9.148, z:5.900 | *ID de elemento*: 405228 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 25x40 | *ID de elemento*: 1010310 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto9 | Activo | -0.072 | C'-1 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:3.101, y:8.974, z:5.769 | *ID de elemento*: 405228 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 25x40 | *ID de elemento*: 1003908 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto10 | Activo | -0.071 | B-1 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:0.085, y:9.054, z:5.900 | *ID de elemento*: 405228 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 25x40 | *ID de elemento*: 1021764 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto11 | Activo | -0.070 | C'-1 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:3.129, y:9.145, z:5.900 | *ID de elemento*: 405228 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 25x40 | *ID de elemento*: 1003927 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto12 | Activo | -0.070 | B-1 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:0.103, y:9.039, z:3.050 | *ID de elemento*: 402863 | PB | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 25x40 | *ID de elemento*: 1040667 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto13 | Activo | -0.068 | D-2 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:5.997, y:2.963, z:5.900 | *ID de elemento*: 405294 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 30x40 | *ID de elemento*: 1020197 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto14 | Activo | -0.060 | D-2 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:5.800, y:2.766, z:5.738 | *ID de elemento*: 405294 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 30x40 | *ID de elemento*: 1020071 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto15 | Activo | -0.059 | B-4 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:-0.0000483, y:-4.371, z:5.731 | *ID de elemento*: 405290 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 30x40 | *ID de elemento*: 1019201 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  | Conflicto16 | Activo | -0.059 | B-4 : N -0.20 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:-0.109, y:-3.799, z:0.0000000000000453 | *ID de elemento*: 400218 | NDC | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 20x20 | *ID de elemento*: 1040828 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto234 | Activo | -0.053 | C-1 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 02:58 | x:2.527, y:8.949, z:5.613 | *ID de elemento*: 405298 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 30x40 | *ID de elemento*: 996451 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: Plastigama PVC Presión AF Roscable |
|  | Conflicto17 | Activo | -0.053 | A-4 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:-3.655, y:-2.192, z:5.900 | *ID de elemento*: 405286 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 30x40 | *ID de elemento*: 1021821 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto19 | Activo | -0.052 | B-4 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:-0.033, y:-3.750, z:5.900 | *ID de elemento*: 405290 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 30x40 | *ID de elemento*: 1021847 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto20 | Activo | -0.051 | B-1 : N -0.20 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:-0.064, y:8.949, z:-0.059 | *ID de elemento*: 396412 | NDC | Hormigón-Rectangular-Pilar | Pilares estructurales: Hormigón-Rectangular-Pilar: 30x30 | *ID de elemento*: 1021913 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto21 | Activo | -0.050 | B-1 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:0.565, y:8.974, z:5.721 | *ID de elemento*: 405228 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 25x40 | *ID de elemento*: 1010249 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  | Conflicto247 | Activo | -0.046 | C-1 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 02:58 | x:2.600, y:9.127, z:5.609 | *ID de elemento*: 405228 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 25x40 | *ID de elemento*: 999370 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: Plastigama PVC Presión AF Roscable |
|  | Conflicto22 | Activo | -0.046 | C-1 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 02:56 | x:2.600, y:9.127, z:5.609 | *ID de elemento*: 405224 | Nivel1 | Hormigón-Rectangular-Pilar | Pilares estructurales: Hormigón-Rectangular-Pilar: 30x30 | *ID de elemento*: 999370 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: Plastigama PVC Presión AF Roscable |
|  | Conflicto250 | Activo | -0.044 | A-3 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 02:58 | x:-3.600, y:0.426, z:5.607 | *ID de elemento*: 405286 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 30x40 | *ID de elemento*: 999511 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: Plastigama PVC Presión AF Roscable |
|  | Conflicto252 | Activo | -0.043 | C-1 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 02:58 | x:2.517, y:8.285, z:5.500 | *ID de elemento*: 405298 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 30x40 | *ID de elemento*: 996508 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: Plastigama PVC Presión AF Roscable |
|  | Conflicto27 | Activo | -0.038 | A-3 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:-3.848, y:-0.036, z:5.900 | *ID de elemento*: 405286 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 30x40 | *ID de elemento*: 1013350 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto265 | Activo | -0.036 | C-4 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 02:58 | x:2.659, y:-2.526, z:5.595 | *ID de elemento*: 405246 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 25x40 | *ID de elemento*: 997467 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: Plastigama PVC Presión AF Roscable |

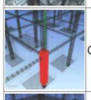
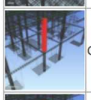
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  | Conflicto23 | Activo | -0.050 | A-4 : N -0.20 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:-3.696, y:-2.191, z:-0.200 | *ID de elemento*: 399929 | NDC | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 20x20 | *ID de elemento*: 1041112 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto24 | Activo | -0.050 | D-3 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:5.906, y:1.149, z:0.200 | *ID de elemento*: 396113 | NDC | Hormigón-Rectangular-Pilar | Pilares estructurales: Hormigón-Rectangular-Pilar: 30x30 | *ID de elemento*: 1039945 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto18 | Activo | -0.049 | C-2 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 02:56 | x:2.517, y:3.649, z:5.596 | *ID de elemento*: 405210 | Nivel1 | Hormigón-Rectangular-Pilar | Pilares estructurales: Hormigón-Rectangular-Pilar: 35x30 | *ID de elemento*: 1001076 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: Plastigama PVC Presión AF Roscable |
|  | Conflicto25 | Activo | -0.048 | D-3 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:5.906, y:1.149, z:0.200 | *ID de elemento*: 402505 | PB | Hormigón-Rectangular-Pilar | Pilares estructurales: Hormigón-Rectangular-Pilar: 30x30 | *ID de elemento*: 1039945 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto26 | Activo | -0.048 | D-3 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:5.917, y:1.152, z:3.050 | *ID de elemento*: 405220 | Nivel1 | Hormigón-Rectangular-Pilar | Pilares estructurales: Hormigón-Rectangular-Pilar: 30x30 | *ID de elemento*: 1039945 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto246 | Activo | -0.046 | B-2 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 02:58 | x:0.918, y:3.374, z:5.597 | *ID de elemento*: 405234 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 25x40 | *ID de elemento*: 1001057 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: Plastigama PVC Presión AF Roscable |
|  | Conflicto267 | Activo | -0.036 | C-3 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 02:58 | x:2.532, y:1.463, z:5.500 | *ID de elemento*: 405298 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 30x40 | *ID de elemento*: 998282 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: Plastigama PVC Presión AF Roscable |
|  | Conflicto269 | Activo | -0.036 | C-2 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 02:58 | x:2.532, y:2.350, z:5.500 | *ID de elemento*: 405298 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 30x40 | *ID de elemento*: 997638 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: Plastigama PVC Presión AF Roscable |
|  | Conflicto28 | Activo | -0.034 | D-3 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 03:01 | x:5.894, y:1.152, z:5.900 | *ID de elemento*: 405220 | Nivel1 | Hormigón-Rectangular-Pilar | Pilares estructurales: Hormigón-Rectangular-Pilar: 30x30 | *ID de elemento*: 1021873 | Nivel 2 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto272 | Activo | -0.033 | C-3 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 02:58 | x:2.300, y:0.824, z:5.621 | *ID de elemento*: 405298 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 30x40 | *ID de elemento*: 999904 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: Plastigama PVC Presión AF Roscable |
|  | Conflicto29 | Activo | -0.032 | C-4 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 02:56 | x:2.535, y:-2.251, z:5.608 | *ID de elemento*: 405202 | Nivel1 | Hormigón-Rectangular-Pilar | Pilares estructurales: Hormigón-Rectangular-Pilar: 35x30 | *ID de elemento*: 997403 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: Plastigama PVC Presión AF Roscable |
|  | Conflicto280 | Activo | -0.031 | A-3 : N +3.05 | De espacio libre | 2021/9/19 02:58 | x:-3.803, y:0.057, z:5.500 | *ID de elemento*: 405286 | Nivel1 | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 30x40 | *ID de elemento*: 999802 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: Plastigama PVC Presión AF Roscable |

*Figura 75. Conflictos entre modelo de estructura hormigón y MEP hidrosanitario*

*Fuente: Elaboración propia*

Entonces una vez corregido se procederá a quedar como resuelto.

Por parte del modelo de estructura en metálica, se presentaron 46 conflictos, dentro de los cuales en su mayoría es el conflicto muy común que se produce con el choque de la tubería sanitaria con las vigas de acero.

| ESTac-MEPh | Tolerancia | Conflictos | Nuevo | Activo | Revisado | Aprobado | Resuelto | Tipo | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.050m | 46 | 0 | 46 | 0 | 0 | 0 | De espacio libre | Aceptar |

| | | | | | | | | Elemento 1 | | | | Elemento 2 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Imagen | Nombre de conflicto | Estado | Distancia | Ubicación de rejilla | Descripción | Fecha de detección | Punto de conflicto | ID de elemento | Capa | Elemento Nombre | Elemento Tipo | ID de elemento | Capa | Elemento Nombre | Elemento Tipo |
|  | Conflicto1 | Activo | -0.082 | B-1 : N -0.20 | De espacio libre | 2021/9/23 0:49 | x:-0.250, y:8.131, z:-0.078 | *ID de elemento*: 400218 | NDC | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 20x20 | *ID de elemento*: 1029114 | PB | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto3 | Activo | -0.069 | C-2 : N -0.20 | De espacio libre | 2021/9/23 0:49 | x:2.550, y:5.295, z:-0.069 | *ID de elemento*: 399708 | NDC | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 20x20 | *ID de elemento*: 1009204 | PB | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto4 | Activo | -0.069 | B-2 : N -0.20 | De espacio libre | 2021/9/23 0:49 | x:-0.250, y:5.359, z:-0.129 | *ID de elemento*: 400218 | NDC | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 20x20 | *ID de elemento*: 1009204 | PB | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto49 | Activo | -0.040 | A-3 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:-3.747, y:-0.124, z:2.926 | *ID de elemento*: 565422 | N+3.05 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1021090 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto59 | Activo | -0.035 | D-2 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:5.977, y:3.004, z:3.000 | *ID de elemento*: 565440 | N+3.05 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1021138 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC |
|  | Conflicto62 | Activo | -0.031 | C-2 : N +5.90 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:2.747, y:3.475, z:8.700 | *ID de elemento*: 605873 | N+8.75 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1015867 | Nivel 3 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto67 | Activo | -0.029 | B-4 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:-0.054, y:-4.099, z:2.894 | *ID de elemento*: 565518 | N+3.05 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1021118 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto69 | Activo | -0.027 | C-1 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:2.447, y:8.247, z:2.865 | *ID de elemento*: 565560 | N+3.05 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1021046 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto81 | Activo | -0.024 | A-3 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:-3.473, y:-0.704, z:2.899 | *ID de elemento*: 565536 | N+3.05 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1021128 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto10 | Activo | -0.024 | D-3 : N -0.20 | De espacio libre | 2021/9/23 0:49 | x:5.800, y:1.149, z:-0.172 | *ID de elemento*: 396113 | NDC | Hormigón-Rectangular-Pilar | Pilares estructurales: Hormigón-Rectangular-Pilar: 30x30 | *ID de elemento*: 1022750 | PB | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto90 | Activo | -0.024 | D-3 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:5.228, y:2.046, z:2.883 | *ID de elemento*: 565515 | N+3.05 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1021140 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto94 | Activo | -0.024 | C'-1 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:3.134, y:9.102, z:2.907 | *ID de elemento*: 565551 | N+3.05 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1021034 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto98 | Activo | -0.023 | C-2 : N +5.90 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:2.772, y:3.502, z:8.525 | *ID de elemento*: 605873 | N+8.75 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1015871 | Nivel 3 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto101 | Activo | -0.023 | C-3 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:1.783, y:2.046, z:2.831 | *ID de elemento*: 565515 | N+3.05 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1021070 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto11 | Activo | -0.022 | C-3 : N -0.20 | De espacio libre | 2021/9/23 0:49 | x:2.600, y:1.176, z:-0.212 | *ID de elemento*: 397076 | NDC | Hormigón-Rectangular-Pilar | Pilares estructurales: Hormigón-Rectangular-Pilar: 30x30 | *ID de elemento*: 1022750 | PB | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto120 | Activo | -0.021 | C-3 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:1.386, y:2.046, z:2.898 | *ID de elemento*: 565515 | N+3.05 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1021082 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto122 | Activo | -0.021 | C-4 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:1.728, y:-4.104, z:2.905 | *ID de elemento*: 565518 | N+3.05 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1021108 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  | Conflicto123 | Activo | -0.021 | C'-1 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:3.106, y:9.140, z:3.000 | *ID de elemento*: 565551 | N+3.05 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1021037 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto12 | Activo | -0.021 | B-3 : N -0.20 | De espacio libre | 2021/9/23 0:49 | x:-0.0000483, y:1.178, z:-0.312 | *ID de elemento*: 397137 | NDC | Hormigón-Rectangular-Pilar | Pilares estructurales: Hormigón-Rectangular-Pilar: 30x30 | *ID de elemento*: 1022750 | PB | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto133 | Activo | -0.019 | C-3 : N +5.90 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:1.768, y:2.046, z:8.484 | *ID de elemento*: 605845 | N+8.75 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1015491 | Nivel 3 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto139 | Activo | -0.019 | B-4 : N +5.90 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:-0.147, y:-3.348, z:8.527 | *ID de elemento*: 605793 | N+8.75 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1014768 | Nivel 3 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto143 | Activo | -0.018 | C-2 : N +5.90 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:2.453, y:6.273, z:8.525 | *ID de elemento*: 605875 | N+8.75 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1015470 | Nivel 3 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto164 | Activo | -0.016 | D-2 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:5.953, y:2.918, z:2.910 | *ID de elemento*: 565440 | N+3.05 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1021136 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto173 | Activo | -0.014 | B-1 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:0.525, y:9.095, z:2.853 | *ID de elemento*: 565548 | N+3.05 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1021052 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto192 | Activo | -0.011 | A-3 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:-3.799, y:-0.039, z:3.000 | *ID de elemento*: 565422 | N+3.05 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1021092 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto195 | Activo | -0.011 | B-1 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:0.546, y:9.149, z:3.000 | *ID de elemento*: 565548 | N+3.05 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1021054 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto197 | Activo | -0.011 | B-1 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:0.953, y:8.410, z:2.865 | *ID de elemento*: 565563 | N+3.05 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1021026 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto229 | Activo | -0.009 | A-3 : N +5.90 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:-2.102, y:-0.697, z:8.440 | *ID de elemento*: 605859 | N+8.75 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1014829 | Nivel 3 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto230 | Activo | -0.009 | A-4 : N +5.90 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:-2.109, y:-2.341, z:8.465 | *ID de elemento*: 605813 | N+8.75 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1014829 | Nivel 3 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto14 | Activo | -0.008 | D-3 : N -0.20 | De espacio libre | 2021/9/23 0:49 | x:5.800, y:1.149, z:-0.172 | *ID de elemento*: 465852 | NDC | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 20x20 | *ID de elemento*: 1022750 | PB | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto326 | Activo | -0.005 | B-3 : N +5.90 | De espacio libre | 2021/9/23 0:44 | x:1.104, y:0.989, z:8.465 | *ID de elemento*: 605809 | N+8.75 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1015643 | Nivel 3 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto18 | Activo | 0.005 | D-3 : N -0.20 | De espacio libre | 2021/9/23 0:49 | x:5.848, y:1.198, z:-0.172 | *ID de elemento*: 399231 | NDC | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 20x20 | *ID de elemento*: 1022750 | PB | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto2 | Activo | 0.012 | C-3 : +0.00 | De espacio libre | 2021/9/23 0:52 | x:1.406, y:1.113, z:2.774 | *ID de elemento*: 565461 | N+3.05 | IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam | Compuesto | *ID de elemento*: 1021086 | Nivel 1 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto5 | Activo | 0.016 | B-3 : N -0.20 | De espacio libre | 2021/9/23 0:52 | x:-0.0000483, y:0.891, z:-0.332 | *ID de elemento*: 397137 | NDC | Hormigón-Rectangular-Pilar | Pilares estructurales: Hormigón-Rectangular-Pilar: 30x30 | *ID de elemento*: 1026178 | Nivel 3 | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |
|  | Conflicto6 | Activo | 0.020 | C-3 : N -0.20 | De espacio libre | 2021/9/23 0:52 | x:2.550, y:1.193, z:-0.208 | *ID de elemento*: 399708 | NDC | Hormigón-Viga rectangular | Armazón estructural: Hormigón-Viga rectangular: 20x20 | *ID de elemento*: 1022750 | PB | Tipos de tubería | Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe |

*Figura 76. Conflictos entre modelo de estructura acero y MEP hidrosanitario*

*Fuente: Elaboración propia*

### 4.1.2. Análisis de modificaciones del proyecto

Por otra parte, en el análisis de conflictos con el modelo eléctrico, este no presento ninguno tanto en el modelo de estructura de hormigón como de acero por lo cual no se muestra.

Entonces una vez corregido los conflictos presentados, estos ya se lo colocan como resueltos y así culminaría la etapa de planificación y diseño dentro de los seis primeros modelos establecidos. Hasta este punto se llegó en el presente trabajo, posteriormente en un futuro trabajo, se involucra la etapa de construcción con su modelo número siete, el modelo de construcción.




*Figura 1. Conflictos resueltos del modelo de coordinación en estructura de acero*

*Fuente: Elaboración propia*

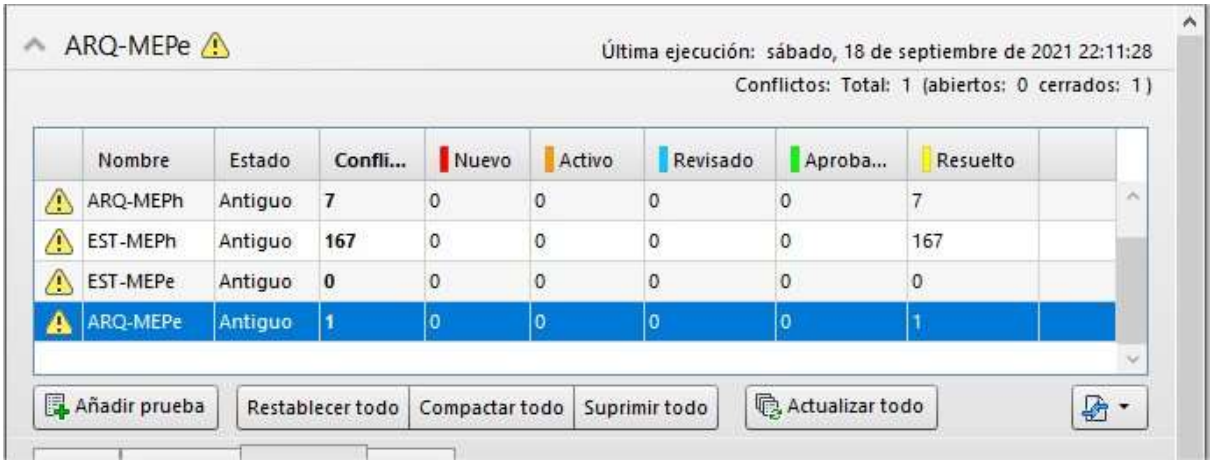



*Figura 2. Conflictos resueltos del modelo de coordinación en estructura de hormigón*

*Fuente: Elaboración propia*

# 5. Conclusiones y Recomendaciones

## 5.1. Conclusiones

- El proceso de implementación y aplicación tuvo como resultado la elaboración de un flujo de trabajo el cual está basado en los 4 ejes fundamentales BIM junto a sus respectivas estrategias, que dieron como finalidad la correcta implementación de la metodología BIM dentro de la empresa para la posterior creación bajo estos estándares de los 3 documentos que se usaron durante todo el proceso que son: Solicitud de información BIM (SDI), Plan de ejecución BIM (PEB) y Manual de entrega de información (MEI) al igual que sus entregables desde su planificación hasta diseño
- Según el flujo de trabajo establecido el cual empieza con la creación de una solicitud de información BIM (SDI) donde establece todos los parámetros generales de la implementación los cuales van a hacer analizados para crear el plan de ejecución BIM (PEB) y el manual de entrega de información (MEI) con la finalidad de estandarizar procesos, formatos, información y entregables para que cada uno de ellos tenga la información necesaria con la finalidad de que cumpla una interoperabilidad entre todas las áreas técnicas junto con todos sus involucrados. Dando como resulta una correcta implementación BIM con todos sus estándares.
- La estructuración adecuada bajo estándares BIM de los modelos conlleva una correcta parametrización de la información dada por los documentos anteriores (SDI PEB MEI), dando como resultado un completo éxito dentro de la creación de los modelos BIM planteados, siendo estos: modelo de sitio, modelo arquitectónico, modelo estructural (hormigón), modelo estructural (acero), modelo MEP hidrosanitario, modelo MEP eléctrico, modelo de coordinación (hormigón) y modelo de coordinación (acero), contando con la suficiente información para generar los entregables planteados para cada área como se mostró, estos fueron dentro de cuantificación de materiales, presupuestos y planos.
- La metodología BIM como en algún punto de este trabajo también se mencionó que está involucrada directamente con la tecnología según esta vaya avanzando, se optó realizar automatizaciones de procesos bajo estándares BIM para la obtención de los entregables de una manera más eficiente. Se hizo uso de un complemento del programa de Revit llamado Dynamo, para la automática extracción de información de materiales de nuestras tablas de planificación a nuestro Excel de presupuestos, teniendo una eficiencia de reducir varios días de trabajo a pocos minutos cuantificando materiales.

- En el caso analizado se obtuvo como resultado un presupuesto referencial inicial para cada tipo de estructura y se observó una pequeña diferencia en su costo alrededor del 5%. Esto se debe a la configuración estructural en cada caso ya que no existen muchas diferencias entre ellos. Dando a entender que en estructuras pequeñas y medianas la diferencia no es muy notoria respecto al costo por tipo de estructura.
- El resultado de la correlación entre todas las áreas técnicas en los modelos de coordinación, teniendo en el primer modelo con estructura de hormigón un total de 174 conflictos entre áreas técnicas, por otra parte, en el segundo modelo en estructura de acero un total de 49 conflictos entre áreas técnicas. Esta planificación previa a la construcción tiene como resultado una reducción considerable del costo de imprevistos en cualquier presupuesto.

### 5.2. Recomendaciones

- **C**omo se mostró en el trabajo la aplicación de la metodología BIM, es un ciclo de planificar, implementar y mantener con sus diferentes pilares. Dentro del proceso de mantener en su pilar de tecnología se recomienda para una siguiente aplicación de la metodología en el caso que se realice la estructura en metálica, el añadir el uso de un programa que facilite su modelamiento, puede ser otro programa de la empresa de Autodesk llamado Advance Steel, que facilita la exportación de la estructura a Revit.
- Como recomendación general, no utilizar este trabajo de titulación como una receta que se la aplica tal y cual, es una base para que sepan como implementar correctamente la metodología BIM adaptándola a cada proyecto único.
- Se recomienda trabajar con proveedores que tengan implementado tecnologías BIM que ayuden al proceso de modelamiento, como ejemplo tenemos las empresas de Plastigama, Tecnopipe actualmente en el país, ya que cuentan con sus librerías BIM para su mayor facilidad de uso.
- Se recomienda antes de realizar cualquier proceso BIM, realizar una adecuada evaluación y requerimientos que va a requerir el proyecto para adecuar y ajustar los estándares BIM según las necesidades que se vayan presentando
- Se recomienda momentáneamente que dentro del apartado de modelamiento MEP en eléctrico no se modele espacialmente los conductos de tubería, por el momento este apartado de modelamiento no se encuentra tan avanzado como lo es el MEP hidrosanitario, a pesar de eso igual se lo puede realizar en el plano y de igual manera cuantificar la información necesaria.

Dentro de algunos años esperemos que este apartado sea desarrollado más por parte de los programas de uso BIM.

**Bibliografía**


Arboleda, G. E. (2011). *Análisis económico de los factores que determinan el comportamiento de la construcción de vivienda en el Ecuador y su impacto en el desarrollo del sector proyectado al año 2012 (Tesis de ingeniería en ciencias económicas y financieras)*.

Fontaine, G. (2002). Sobre bonanzas y dependencia: petróleo y enfermedad holandesa en el Ecuador. *Íconos - Revista de Ciencias Sociales*. https://doi.org/10.17141/iconos.13.2002.628

Lucero, K. (2019, July). *La construcción, un pilar de la economía debilitado por la pandemia | Gestión*.

Plan BIM. (2019). *ESTÁNDAR BIM PARA PROYECTOS PÚBLICOS* (Primera).

Smart Building Spanish Chapter. (2018). Guía de usuarios BIM. BIM aplicado al Patrimonio Cultural. Doc 14. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *53*(9), 5–10.

Vergara, J. (2017). *Industria de la Construcción en el Ecuador (Tesis de pregrado)*. Universidad San Francisco de Quito.

Latorre Uriz, A.; Sanz, C.; Sánchez, B. (2019). *Aplicación de un modelo Lean-BIM para la mejora de la productividad en redacción de proyectos de edificación* (p. 9). Universidad de Navarra. https://doi.org/doi.org/10.3989/ic.67222

Moncayo Serrano, F. (2018). *PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA APLICACIÓN DE PROGRAMAS BIM EN EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE COSTOS EN PROYECTOS EDIFICATORIOS*.

Muñoz Gomez, S., & ; BuildingSMART Spain Chapter. (2014). *Guia de usuarios BIM* (Primera). BUILDING SMART Spanish Chapter.

José Roberto, S., & Karem Asthrid, U. (2014). *Implementación de BIM en Proyectos Inmobiliarios*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). https://doi.org/https://doi.org/10.19083/sinergia.2014.212

The Construction Association AGC. (2019). *LEVEL OF DEVELOPMENT (LOD) SPECIFICATION PART I & COMMENTARY* (Primera). The Construction Association AGC.

Araújo-Rey, C., & Sebastián, M. (2019, julio 11). Analysis of the main contributions and trends in the implementation of BIM technologies in industrial projects.

IAC. (2018). ¿Qué es BIM? Obtenido de, https://www.iac.com.co/que-es-bim/

McGraw Hill Construction. (2012). The Business Value of BIM in North America. SmartMarket Report.

McGraw Hill Construction. (2014). The business value of BIM for construction in major global markets. SmartMarket Report.

Organización Internacional de Normalización. (2018). Information management using building information modeling. Part 1: Concepts and principles. (ISO 19650-1)

Organización Internacional de Normalización. (2018). Information management using building information modeling. Part 2: Delivery phase of the assets. (ISO 19650-2)

Biblus. (2019). BIM en el mundo: 3 proyectos realizados con el BIM en China. BibLus. Obtenido de http://biblus.accasoftware.com/es/bim-en-el-mundo-3-proyectosrealizados- con-el-bim-en-china/