

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

Implementación de la metodología de procesos Building Information Modeling (BIM) y análisis comparativo de variabilidad con el proceso tradicional, en la etapa de planificación y diseño del proyecto de construcción: Edificio Pabellón “E” de la Universidad Peruana Unión – Filial Juliaca – Puno - Perú

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Por:

Kenia Gliseth Pinto Canchari
Liz Almendra Istaña Flores

Asesor:

Ing. José Pacori Pacori

Juliaca, febrero de 2021

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS

Ing. José Pacori Pacori, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PROCESOS BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) Y ANÁLISIS COMPARATIVO DE VARIABILIDAD CON EL PROCESO TRADICIONAL, EN LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: EDIFICIO PABELLÓN “E” DE LA UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN – FILIAL JULIACA – PUNO - PERÚ”** constituye la memoria que presenta las Bachilleres Kenia Gliseth Pinto Canchari y Liz Almendra Istaña Flores para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad de los autores, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca, a los 18 días del mes de febrero del año 2021.



Ing. José Pacori Pacori
Asesor



120

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Challarquiari, a 18 día(s) del mes de febrero del año 2021, siendo las 16:30 horas, se reunieron en el Salón de Grados y Títulos de la Universidad Peruana Unión, Filial Juliaca, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: Mtro. Amos Henry Bastarion Julia, el secretario: Ing. Herson Dubely Pati Buisi y los demás miembros: Ing. Zensu Choque Quispe - Ing. Percy Cota Mayorga y el asesor Ing. José Pacari Pacari

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Implementación de la metodología de proceso Building Information Modeling (BIM) y análisis comparativo de viabilidad con el proceso tradicional, en la etapa de planificación y diseño del proyecto de construcción Edificio Pabellón 'E' de la Facultad de Ingeniería - Filial Juliaca Puno" de el(los)/a(las) bachiller(es) a) Kena Gliseth Pinto Sanchez b) Ing. Almendra Istiana Flores

Ingeniero Civil (Nombre del Título Profesional)

con mención en

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(s)/a(las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/a(s)/a(las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): Kena Gliseth Pinto Sanchez

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	15	B-	Bueno	Muy Bueno

Candidato (b): Ing. Almendra Istiana Flores

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	16	B	Bueno	Muy Bueno

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(s)/a(las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente

Secretary (with signature)

Asesor

Miembro

Miembro (with signature)

Candidato/a (a)

Candidato/a (b)

DEDICATORIA

A nuestros padres por la educación que nos brindaron, por el esfuerzo que realizaron para que culminemos esta etapa, por su cariño y motivación para que sigamos nuestros sueños y metas, a los docentes de la E.P. Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Unión por el conocimiento impartido en estos años.

A Dios por protegernos y acompañarnos cada día y darnos conocimiento durante el proceso de ejecución de esta investigación,

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por la protección y cuidado que nos brinda día a día,

Agradecer a mi padre Héctor por su aliento y apoyo incondicional, a mi madre Francisca por el esfuerzo económico que realizó, por su cariño, comprensión y compañía brindada para que pudiera culminar esta etapa tan importante en mi vida profesional, a mi hermana Indhira por su apoyo moral y por su motivación para continuar mis metas.

Agradecer a la Universidad Peruana Unión por la formación académica impartida en estos años y a los docentes de la E.P. de Ingeniería Civil.

Kenia Gliseth Pinto Canchari

AGRADECIMIENTO

A Dios por su dirección en cada etapa y su amor incomparable. A mi familia, mis padres Manuel y Lisette, gracias por su tiempo, por su empeño, y por los sacrificios que tuvieron que hacer en favor de nosotros; a mi hermanito Fernandito, por los días de alegría que tenemos juntos; a mis abuelitos, gracias por sus consejos y tanto cariño compartido; a mis tíos y tías, por su apoyo incondicional en cada momento de mi formación; a mis primos, cada uno de ustedes son como hermanos para mí. Los quiero mucho.

Liz Almendra Istaña Flores

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	xix
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
1.1. Formulación del problema.....	20
1.1.1.1.Problema general.....	20
1.1.1.2.Problemas específicos.....	20
1.2. Objetivos de la investigación.....	21
1.2.1.1.Objetivo general.....	21
1.2.1.2.Objetivos específicos.....	21
1.3. Justificación.....	21
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	23
2.1. Antecedentes.....	23
2.1. Proyecto de construcción.....	28
2.1.1. Etapas de un proyecto.....	28
2.1.1.1.Planificación de un proyecto.....	29
2.1.2. Ineficiencia de la industria de la construcción.....	33
2.2. Proceso de planificación convencional.....	36
2.2.1. Coordinación de proyecto.....	37
2.2.2. Costos y presupuesto de un proyecto.....	38
2.3. Building Information Modeling.....	41
2.3.1.1.Concepto de BIM.....	43
2.3.2. Modelo BIM.....	48
2.3.3. Estándares BIM.....	51
2.3.4. Origen de la Metodología BIM.....	51
2.3.5. BIM en el mundo.....	53

2.3.6. BIM en el Perú	55
2.3.7. Ventajas del uso de la Metodología BIM	63
2.3.8. Desventajas de la Implementación del BIM	71
2.3.9. Niveles de desarrollo BIM	72
2.3.10. Dimensiones de la Metodología BIM	73
2.3.11. Softwares de acuerdo a la dimensión de BIM	76
2.3.12. Roles BIM	80
2.3.13. Proceso de planificación con BIM	84
2.3.14. Flujo de trabajo BIM	86
2.3.15. Flujo de información	89
CAPÍTULO III METODOLOGÍA	91
3.1. Tipo y nivel de investigación	91
3.1.1. Tipo de investigación	91
3.1.2. Nivel de investigación	91
3.2. Métodos y diseños de la investigación	91
3.2.1. Métodos	91
3.2.2. Diseños de la investigación	92
3.3. Descripción del proyecto	95
3.4. Procedimiento tradicional del Proyecto	97
3.5. Modelamiento BIM	111
3.5.1. Información previa necesaria para el modelamiento BIM	111
3.5.1.1. Integración	111
3.5.1.2. Trabajo colaborativo	111
3.5.2. Aplicar Revit 2019 en el Pabellón E	111
3.5.2.1. Interfaz de Revit	111
3.5.2.2. Tipos de archivos	112
3.5.2.3. Jerarquía de datos	113

3.5.2.4.Referencias de un proyecto.....	114
3.5.3. Aplicar Revit Architecture en el Pabellón E	115
3.5.3.1.Configuración de Niveles	115
3.5.3.2.Configuración de rejillas.....	116
3.5.4. Aplicar Revit Structure en el Pabellón E.....	118
3.5.4.1.Elementos externos.....	118
3.5.4.2.Columnas	118
3.5.4.3.Vigas.....	122
3.5.4.4.Cimentaciones	123
3.5.5. Revit MEP.....	125
3.5.5.1.Vinculación de Revit Architecture con Revit MEP	125
3.5.5.2.Configuración de unidades	126
3.5.5.3.Configuración de visualización.....	126
3.5.5.4.Instalaciones de agua fría.....	128
3.5.5.5.Instalaciones de desagüe	128
3.5.6. Dialux	130
3.5.7. Navisworks.....	132
3.5.8. Presto.....	132
3.5.9. Presupuesto obtenido con PRESTO.....	134
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	135
4.1. Resultados	135
4.1.1. Inversión y presupuesto.....	135
4.1.1.1. Planificación y diseño del proyecto.....	135
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	144
5.1. Conclusiones.....	144
5.2. Recomendaciones.....	146
BIBLIOGRAFÍA.....	147

ANEXOS. PLANOS	149
-----------------------------	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Problemas de Interpretación CAD.	23
Figura 2. Nivel de interacción entre procesos.	24
Figura 3. Dimensiones de una edificación.	34
Figura 4. Realidad de la construcción.	35
Figura 5. Ineficiencia en la industria de la construcción.	35
Figura 6. Planos en CAD sobrepuestos.	37
Figura 7. Modelo BIM - visualización de especialidades	38
Figura 8. Índice de productividad laboral.	42
Figura 9. Modelo BIM.	43
Figura 10. Visualizaciones BIM.	44
Figura 11. Building Information Modeling (BIM)	46
Figura 12. Ciclo de vida de un Proyecto de Construcción.	47
Figura 13. Modelo BIM, más que un modelo en 3D.	49
Figura 14. Detalles estructurales en BIM	50
Figura 15. Visualización de instalaciones, en el modelo BIM	50
Figura 16. BIM en el mundo. Fuente: Curso BIM	54
Figura 17. Países con sus estándares BIM.	54
Figura 18. Congresos BIM, en el Perú	56
Figura 19. Instalación del Comité BIM en el Perú	57
Figura 20. Convocatorias en Perú con BIM	57
Figura 21. Estándares BIM.	58
Figura 22. Banco de la Nación - Proyecto con modelo BIM	61
Figura 23. Central Hidroeléctrica Carhuac - Proyecto con modelo BIM.	62
Figura 24. Metropoli 054, Arequipa - Proyecto con modelo BIM	62

Figura 25. Línea de tiempo del esfuerzo.	69
Figura 26. Curva J de la implementación de las nuevas metodologías.	72
Figura 27. Roles BIM.....	81
Figura 28. BIM Trabajo colaborativo.	87
Figura 29. Flujo de trabajo de diseño.	88
Figura 30. Flujo de trabajo de construcción.	88
Figura 31. Interferencia de Navisworks.	89
Figura 32. Flujo de información del BIM.....	90
Figura 33. Flujo de trabajo BIM.....	90
Figura 34. Macro localización y micro localización del estudio.....	96
Figura 35. Diseño arquitectónico – Primer Nivel.....	97
Figura 36. Diseño arquitectónico – Segundo Nivel.....	98
Figura 37. Diseño arquitectónico – Tercer Nivel	99
Figura 38. Diseño arquitectónico – Cuarto Nivel.....	99
Figura 39. Diseño arquitectónico de alzado lado Este de la edificación con AutoCAD100	
Figura 40. Diseño estructural- Primer Nivel	100
Figura 41. Diseño estructural- Segundo Nivel	101
Figura 42. Diseño estructural – Tercer nivel	101
Figura 43. Diseño estructural – Cuarto nivel.....	102
Figura 44. Diseño estructural de la edificación con AutoCAD.....	102
Figura 45. Vista en corte de elementos estructurales de la edificación con AutoCAD	103
Figura 46. Diseño de Instalaciones Sanitarias - Primer Nivel.....	104
Figura 47. Diseño de Instalaciones Sanitarias - Segundo Nivel.....	104
Figura 48. Diseño de Instalaciones Sanitarias - Tercer Nivel	105
Figura 49. Diseño de Instalaciones Sanitarias - Cuarto Nivel.....	105

Figura 50. Diseño de Instalaciones Sanitarias con AutoCAD.....	106
Figura 51. Diseño de Instalaciones Sanitarias – Vista sección con AutoCAD	106
Figura 52. Diseño de Instalaciones Eléctricas- Primer Nivel.....	107
Figura 53. Diseño de Instalaciones Eléctricas - Segundo Nivel.....	108
Figura 54. Diseño de Instalaciones Eléctricas - Tercer Nivel	108
Figura 55. Diseño de Instalaciones Eléctricas - Cuarto Nivel.....	109
Figura 56. Diseño de Instalaciones Eléctricas con AutoCAD.....	109
Figura 57. Diseño de Instalaciones Eléctricas-Vista sección con AutoCAD.....	110
Figura 58. presupuesto obtenido con S10.....	111
Figura 59. Interfaz de REVIT.....	112
Figura 60. Tipos de archivos REVIT.....	113
Figura 61. Categoría de elementos en REVIT.....	113
Figura 62. Archivo externo - Arquitectura	114
Figura 63. Plantilla base (RTE)	115
Figura 64. Creación de niveles.	115
Figura 65. Configuración de rejillas	116
Figura 66. Insertar - Importar CAD.....	117
Figura 67. CAD Importado del primer nivel	117
Figura 68. Realizar el modelamiento.....	118
Figura 69 Diseño de columnas	119
Figura 70. Creación de columnas en plano arquitectonico.....	119
Figura 71. Plano estructural - columnas	120
Figura 72 Recubrimiento de vigas y columnas	120
Figura 73. Recubrimiento de vigas y columnas	121
Figura 74. Configuración de materiales.....	121

Figura 75. Realización de armazón estructural	122
Figura 76 configuración del diámetro de varilla	122
Figura 77 Creación de vigas	123
Figura 78 Colocación de vigas en ejes	123
Figura 79 Creación de zapatas.....	124
Figura 80 Plano en planta de la creación de zapatas	124
Figura 81 Modelamiento de aceros en 3D.....	125
Figura 82. Gestión de vínculos. Revit MEP	125
Figura 83. Unidades REVIT	126
Figura 84. Modificaciones de visibilidad/gráficos.	127
Figura 85 Introducción de filtros para la realización de MEP.....	127
Figura 86 Diseño de Instalaciones Sanitarias – Agua fría.....	128
Figura 87. Modelo en 3D de Aparatos sanitarios.	129
Figura 88 Diseño de Instalaciones Eléctricas	129
Figura 89 Modelo en 3D de instalaciones eléctricas	130
Figura 90 Cálculo de luminarias por nivel - Dialux	130
Figura 91 Resultados de número de luminarias.....	131
Figura 92 Características de las luminarias	131
Figura 93 Diagnostico de interferencias.....	132
Figura 94 Configuración de propiedades.....	133
Figura 95 Datos exportados desde el modelamiento en REVIT	133
Figura 96 Presupuesto final con PRESTO	134
Figura 97 Presupuesto obtenido PRESTO.....	134
Figura 98. Tiempo de elaboración del proyecto	136
Figura 99. Tiempo de elaboración de cuantificación de Materiales.....	136

Figura 100. Tiempo de elaboración del cronograma.....	137
Figura 101. Tiempo de elaboración del presupuesto.....	138
Figura 102. Tiempo de corrección de interferencias.....	138
Figura 103. Tiempo final de elaboración del proyecto.....	139
Figura 104. Costo de elaboración del proyecto.....	140

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tiempo de elaboración de planos de diferentes especialidades.	135
Tabla 2 Tiempo de elaboración de cuantificación de materiales.....	136
Tabla 3. Tiempo de elaboración del cronograma de ejecución	137
Tabla 4. Tiempo de elaboración del presupuesto	137
Tabla 5. Tiempo de corrección de interferencias.....	138
Tabla 6. Tiempo final de elaboración del proyecto.	139
Tabla 7. Tabla de remuneración por especialidad	139
Tabla 8. Tabla de costo de elaboración del proyecto de construcción	140

RESUMEN

El Ministerio de Economía y finanzas, proyectó que para el año 2021 el sector construcción crecería un 7.8%, por esta razón se estudia nuevas metodologías de gestión para el desarrollo de proyectos de construcción, debido a que en los últimos años mediante el desarrollo de la metodología tradicional se evidenció un retraso en el tiempo de ejecución, generando una ampliación en el presupuesto asignado inicialmente. Por lo cual el objetivo de la presente tesis es dar a conocer la metodología de Building Information Modeling (BIM), en el proceso de planificación del proyecto Pabellón E de la Universidad Peruana Unión – Filial Juliaca.

Es por esta razón que se procedió a realizar un análisis de las características de la metodología BIM, y qué softwares se estarían utilizando, y el proceso que conlleva su implementación, frente a un análisis acerca de la metodología convencional también llamada tradicional que data desde los años 80 teniendo como principal software el CAD.

En el proyecto se comenzó modelando en Revit Architecture, el modelo de estructuras se realizó con Revit Structure, para instalaciones eléctricas, para instalaciones sanitarias; teniendo un modelo con todas las especialidades juntas se procede a revisar las interferencias en Naviswork, para que estas puedan ser revisadas y resueltas ya que podrían causar problemas en el momento de ejecución, de esta manera se evitan ampliaciones de plazo y adicionales de presupuesto; para finalmente realizar el presupuesto con el software Presto

Se concluyó que la metodología BIM, es una metodología de gestión y ejecución de un proyecto, el cual permite reducir costos y tiempo en el proceso de planificación, debido que se realiza un mayor control, es por ello que el impacto generado es positivo, el proceso de trabajo es paramétrico por la orientación del proyecto, es por ello que se comienza a partir del modelo arquitectónico.

ABSTRACT

The Ministry of Economy and Finance, projected that by 2021 the construction sector would grow by 7.8%, for this reason, new management methodologies are being studied for the development of construction projects, because in recent years through the development of the Traditional methodology showed a delay in the execution time, generating an increase in the initially assigned budget. Therefore, the objective of this thesis is to present the Building Information Modeling (BIM) methodology, in the planning process of the Pabellón E project of the Universidad Peruana Unión - Filial Juliaca.

It is for this reason that an analysis of the characteristics of the BIM methodology was carried out, and what software would be used, and the process that its implementation entails, compared to an analysis of the conventional methodology also called traditional that dates from the 80's having CAD as the main software.

The project started modeling in Revit Architecture, the structure model was made with Revit Structure, for electrical installations, for sanitary installations; Having a model with all the specialties together, we proceed to review the interferences in Naviswork, so that these can be reviewed and resolved since they could cause problems at the time of execution, in this way, extensions of time and additional budget are avoided; to finally make the budget with the Presto software

It was concluded that the BIM methodology is a project management and execution methodology, which allows to reduce costs and time in the planning process, due to the fact that greater control is carried out, that is why the impact generated is positive, the The work process is parametric due to the orientation of the project, which is why it begins from the architectural model

INTRODUCCIÓN

En estos tiempos actuales donde el avance de la tecnología y la globalización marcan el avance o retraso de una nación, es inaceptable que en nuestro país, el sector construcción siga obteniendo resultados del pasado como son: usuarios insatisfecho, baja productividad, considerables pérdidas de dinero, propietarios insatisfechos.

Actualmente estamos con la costumbre de encontrar en los diferentes expedientes técnicos, incompatibilidades con planos de diferente especialidad. Los procesos constructivos siguen siendo los mismos que se realizaban hace 50 años siendo así una industria muy lenta.

Es así que surgió la metodología BIM, el cual no se basa solamente en identificar interferencias, sino también en emplear la gestión integral de proyectos de construcción, siguiendo de manera minuciosa la información digital, las métricas, el mapeo de procesos, los cuales son puntos fundamentales para la obtención de mejores resultados.

En conclusión, gracias a esta nueva metodología, se logra optimizar el tiempo y costo, al modelar de forma correcta los procesos constructivos (4D), además de poder realizar programaciones más precisas el cual permite definir mejoras en cuanto a productividad y disminución de errores

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema

En el proceso de gestión y ejecución de los proyectos de construcción se utiliza generalmente el método tradicional, el cual está reglamentado por la Ley de Contrataciones del Estado, Ley N° 30225, aprobado mediante Decreto Supremo N°350-2015-EF y su modificación efectuada mediante Decreto Supremo N°056-2017-EF.

En el cual se identifica el proceso que siguen los proyectos de construcción en la fase de gestión, implicando el cálculo de metrados de forma manual, además de la determinación de tiempos mediante el diagrama de Gantt y la técnica del PERT – CPM, realizando de igual manera las valorizaciones mensuales, etc. Siguiendo cada uno de los procesos se apreció que existen bajos rendimientos en el proceso de planificación y posterior ejecución de obras, generando mayor tiempo y por ende mayor costo.

La metodología BIM es utilizada actualmente en los países escandinavos obteniendo mejores resultados, es así que en España se implementó el uso de BIM de manera obligatoria en obras del estado, reduciendo tiempos en el proceso de planificación y ejecución de las obras y disminuyendo costos, debido a que con esta metodología se evita realizar algunos procedimientos, implementando la tecnología en la ejecución de obra y mejorando la mano de obra a través de una capacitación.

1.1.1.1. Problema general

¿Cuál será el impacto que generará la implementación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en comparación con el proceso tradicional, en la etapa de planificación y diseño del proyecto de construcción: Edificio Pabellón “E” de la Universidad Peruana Unión - Filial Juliaca”?

1.1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el proceso de trabajo de la aplicación de la metodología Building Information Modeling BIM en el proyecto de construcción: Edificio Pabellón “E”?
- ¿Cuál es el beneficio que genera la implementación de la metodología BIM con respecto a la metodología tradicional?
- ¿Qué softwares se pueden utilizar en la implementación de la Metodología BIM?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1.1. Objetivo general

- ✓ Comparar el impacto de la Metodología BIM con el Método tradicional, a nivel de planificación y diseño del proyecto de construcción: Edificio Pabellón “E” de la Universidad Peruana Unión - Filial Juliaca - Puno - Perú.

1.2.1.2. Objetivos específicos

- ✓ Desarrollar el proceso de trabajo de la aplicación de la metodología Building Information Modeling BIM en el proceso de planificación del proyecto de construcción: Edificio Pabellón "E" de la Universidad Peruana Unión - Filial Juliaca - Puno – Perú.
- ✓ Desarrollar el Modelamiento de la Metodología BIM en el proyecto de construcción: Edificio Pabellón "E" de la Universidad Peruana Unión - Filial Juliaca - Puno - Perú, para determinar el beneficio que genera su implementación.
- ✓ Realizar una comparación de la Metodología BIM con el método tradicional. realizando la implementación de softwares que ayuden con el proceso.

1.3. Justificación

A medida que los años pasan, la industria de la construcción se va ampliando debido a la demanda que obtiene año tras año, el Ministerio de Economía y Finanzas realizó unos cálculos y un ajuste en su proyección al año 2021, en el cual estimó que el sector construcción debía crecer 7.8%.

Sin embargo, así como los porcentajes de la demanda de construcción se incrementaban, sucedía lo contrario con el nivel de éxito de proyectos concluidos, esto debido a que el Perú es un país tradicionalista, por lo que en este sector solo se aplican técnicas que resultaron funcionales en su momento, de tal manera que se hace difícil implementar tecnologías nuevas que puedan ayudar a incrementar el rendimiento y la eficacia de este sector presentándose diversas dificultades, en los procesos o etapas por los cuales atraviesa un proyecto de construcción.

La presente investigación es de gran importancia porque teniendo como objetivo a esta problemática, se realizará el manejo de una nueva metodología de trabajo en la gestión y ejecución de los proyectos de construcción, basándose específicamente en Building Information Model (BIM), un modelo geométrico tridimensional en el cual intervienen diferentes áreas que se relacionan entre sí, a fin de adquirir información que facilite la visualización de todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción, permitiendo una interacción entre los diferentes agentes intervinientes en las distintas etapas de un proyecto.

Esta metodología BIM otorga realizar y manejar información en tiempo real, de manera coordinada, permitiendo tomar decisiones en con precisión ante una dificultad que pudiera presentarse en el momento de la ejecución del proyecto. Permitiendo de esta manera un aumento en la productividad del trabajo, disminución en el presupuesto base ya que se trabaja con los costos reales en obra.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Sabogal, A, (2012), Durante el desarrollo de los proyectos de construcción, generalmente se presentan dificultades siendo unas de las más comunes las incongruencias entre los planos de construcción (diferentes especialidades) y la gestión del diseño.

Los procesos de compatibilización vienen siendo desarrollados en su mayoría en planos 2D. Muchas veces los planos 2D no cuentan con la información completa y se vuelven dependientes de la imaginación y experiencia del constructor, lo cual indicaría que el constructor trabaja con un porcentaje de error. Esto representa un riesgo para el desarrollo óptimo de la construcción ya que, de ocasionarse un error, esta incompatibilidad generaría tiempos muertos para solucionar dichos problemas afectando la línea de producción y reduciendo los rendimientos. En otras palabras, afectaría en la planificación y por ende en la programación.

Para un mejor desarrollo del proyecto se necesita disminuir dicho porcentaje de error y de esta forma mitigar los riesgos de no cumplir con el costo ni con el plazo pactado.

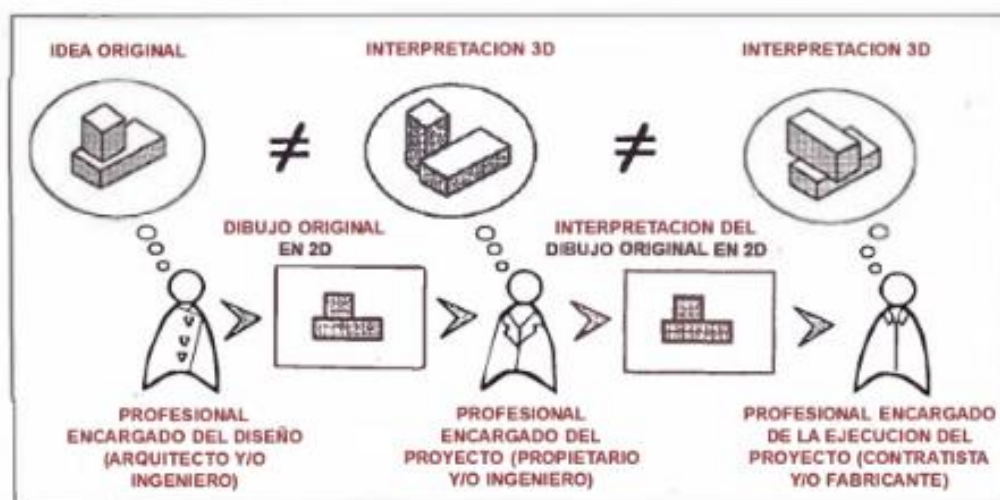


Figura 1. Problemas de Interpretación CAD.

Fuente: DCV consultores

Las tres actividades relacionadas con los proyectos de construcción, planeamiento,

diseño y construcción, son a veces consideradas en conjunto debido al corto tiempo de acción entre cada una de ellas.

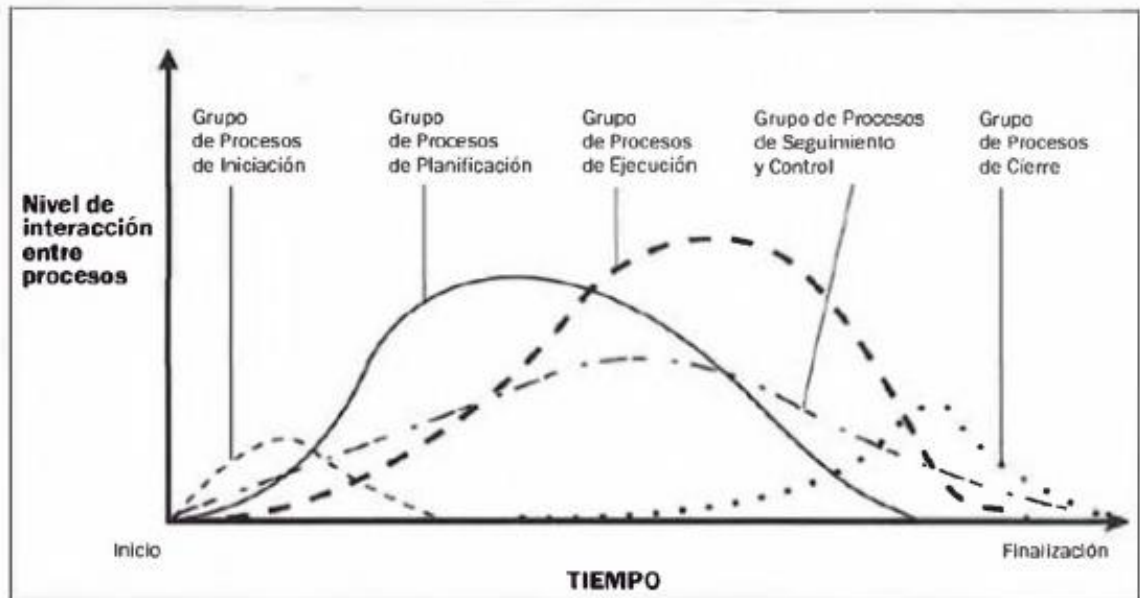


Figura 2. Nivel de interacción entre procesos.

Fuente: PMBOK 4ta edición

Según Poclin E. (2014), “Evaluación del diseño del Hospital II-2 de Jaén con el uso de Tecnología BIM”; “realizó un estudio en la ciudad de Jaén entre los meses de julio a noviembre del 2014, con el objetivo de compatibilizar los planos de diferentes especialidades mediante el modelamiento BIM-3D, el cual le permita identificar incompatibilidades entre los planos de diferentes especialidades realizadas por una probable deficiencia en el diseño del Hospital II-2 de Jaén. De esa manera se realizó modelos BIM-3D de la edificación del Hospital II-2 de Jaén, realizando diseños con el software Revit 2014 a partir de los planos digitales en AutoCAD, de arquitectura, estructuras e instalaciones (sanitarias, eléctricas y mecánicas) tanto en planta, cortes, elevación y detalles; compatibilizando los mismos en un modelo integrado, con la ayuda del software Navisworks Manage 2014; con el cuál se llegó a la siguiente conclusión: que la compatibilización de planos de las diferentes especialidades del Hospital II-2 de Jaén, mediante modelos BIM-3D permite identificar conflictos entre

elementos estructurales y no estructurales tales como, muros con placas, ductos de HVAC con tuberías de agua, etc.; y que los planos del Hospital 11-2 de Jaén presentan incompatibilidades tales como ventanas y puertas, las diferencias en dimensiones entre planos de arquitectura; ejes con diferentes nombres, placas, abertura de losas que no coinciden entre planos de arquitectura y estructuras. Incompatibilidades producidas por una deficiencia en el diseño, que pueden conllevar a cometer errores durante el proceso constructivo de la edificación”.

Según Eyzaguirre J. (2015), “Potenciando la capacidad de Análisis y Comunicación de los Proyectos de Construcción mediante herramientas virtuales BIM 4D durante la etapa de planificación”, “introduce los conceptos generales relacionados a la metodología BIM, describiendo y enfocándose en la comunicación y gestión de la información, en el marco de la industria de la construcción en el Perú”.

De la misma manera, se realiza el análisis del valor agregado en la información proporcionada por herramientas BIM-4D, orientado, no solo a beneficios cualitativos provenientes de la visualización del proyecto, sino también primordialmente en los atributos que brinda un modelo virtual, en cuál se apoyan distintas actividades, técnicas y procesos, que corresponden a una correcta y efectiva planificación; desde la obtención de metrados y logística de materiales; hasta, programaciones diarias y semanales, asignación de espacios durante la construcción (“site-layout”), el análisis de los procesos constructivos, identificación e implementación de plan de seguridad en obra y toma de decisiones anticipadas por parte de los participantes del proyecto de construcción.

Se presenta un caso de aplicación BIM en un proyecto de edificaciones, llevando a la práctica lo planteado a lo largo del documento. El estudio evidencia aportes significativos en la etapa de planificación, logrando incrementar la confiabilidad de los planes, presentando oportunas y anticipadas decisiones, y contribuyendo a la constructabilidad, con el propósito

de optimizar los proyectos haciéndolos más eficientes y sustentable.

Según Ruiz P. (2015), “Propuesta de Técnicas y Herramientas para optimizar la Gestión visual y de las Comunicaciones durante la etapa de diseño de un Proyecto de Construcción”, “Elaborar una propuesta de integración entre los procesos, las técnicas y herramientas de gestión utilizadas en tres sistemas de gestión: Lean Project Delivery System, el Project Management Institute y Building Information Modeling/Virtual Design and Construction”. Realizó dicha propuesta para mejorar las prácticas tradicionales relacionadas a la gestión visual y de las comunicaciones durante la etapa de diseño de los proyectos de construcción en nuestro país”.

Según Olivares K. (2016),” “Exploración de un marco de planificación Lean – BIM un sistema Last Planner y BIM basado en 2 casos de estudio”, “se centró principalmente en los aspectos teóricos relacionados con su integración y sinergia. Sin embargo, poca atención se ha prestado al desarrollo de métodos prácticos Lean-BIM para gestionar proyectos y proporcionar evidencia de las oportunidades de mejora de rendimientos. En esta investigación, se pretende llenar este vacío mediante la propuesta de un marco de planificación Lean-BIM mediante la integración de Last Planner System (LPS) y BIM”.

“El desarrollo de la investigación para probar el concepto de un marco de planificación Lean-BIM se lleva a cabo mediante la comparación de 2 casos de estudio: uno usando sólo LPS y otro usando LPS y BIM. Se siguen las faenas de construcción de obra gruesa de estos proyectos de construcción comparables como parte del personal de oficina técnica”.

“Se reúnen datos de ambos proyectos, se analizan y comparan los procesos de planificación. Dentro de los datos obtenidos se incluyen: dinámica de las reuniones de Planificación Intermedia y Semanal (número de participantes, roles, duración promedio de cada reunión y horas hombres asociadas), indicadores de LPS y Requerimientos de

Información (RDI)”.

“Posteriormente, se utilizan mapas de proceso (diagramas de flujo) para documentar ambos procesos de planificación y la propuesta mejorada de planificación. Además, se integran las diferentes etapas de la planificación. Los resultados demuestran que el uso coordinado de LPS y BIM genera una reducción de la duración de las reuniones, un aumento del PAC, una disminución de la variabilidad del PAC, una disminución de las CNC y una disminución del número total de RDI de diseño. La propuesta de planificación mejorada combina LPS y BIM, y facilita la interacción de un número mayor y más diverso de participantes del proyecto. Mediante la manipulación de BIM en las reuniones de planificación, se generan reuniones más efectivas y como resultado, mejora la comunicación y la confiabilidad de la planificación del proyecto”.

Según Valdés A. (2016), “Estudio de Viabilidad del uso de la Tecnología BIM en un proyecto Habitacional en altura”; “Evaluar la factibilidad de la implementación de las tecnologías BIM (Building Information Modeling) con el fin de optimizar sus procesos de gestión y reducir los riesgos asociados al desarrollo de un proyecto inmobiliario habitacional en altura. Para cuantificar los posibles beneficios de la implementación del BIM en el desarrollo de un proyecto inmobiliario habitacional, se han recopilado antecedentes de estudios que identifican cuáles son las causales de pérdida que impactan negativamente en el proyecto, determinando que los principales problemas derivan de la coordinación y planificación del proyecto que representan un 6% de los costos de construcción, estimando que pueden ser reducibles a través del uso de metodologías y herramientas tecnológicas. En relación a lo anterior, los datos cualitativos evaluados dan cuenta sobre la tendencia en la migración de las herramientas CAD a las tecnologías BIM, debido las opciones adicionales de análisis y metodologías de seguimiento que permiten optimizar los procesos de gestión de un proyecto inmobiliario habitacional. La hipótesis de este trabajo plantea que la

implementación de tecnologías BIM persigue cumplir con el objetivo del incremento en la rentabilidad de un proyecto inmobiliario habitacional en altura, para lo cual se considera evaluar un proyecto en la zona urbana de Santiago estimando un costo de construcción promedio y del terreno equivalente a 150.000UF y 30.000 UF, respectivamente, e ingresos por concepto de venta promedio equivalente a 37 UF/m², cuya cifra se asemeja a los valores promedios presentados por el portal inmobiliario para el Gran Santiago, cuyos valores superan actualmente las 37,4 UF/m²".

"En función de los parámetros descritos en el párrafo anterior, se evalúan distintos escenarios y variaciones de los costos de implementación sobre los costos del proyecto que dan cuenta, finalmente, del beneficio de optar por el uso de las herramientas BIM en los procesos de gestión de un proyecto inmobiliario habitacional en altura, concluyendo que es posible reducir al menos el 40% de los imprevistos detectados en la etapa de ejecución, lo que favorece en un incremento de hasta un 13% sobre la rentabilidad del proyecto".

Según señala Gonzales E., Fajardo N. y Marulanda J. (2017). "Planeación BIM: Lineamientos básicos y beneficios en la implementación de la metodología BIM en la fase de planeación para compañías del sector constructivo Colombia (Tesis de título profesional). Universidad Piloto de Colombia, Bogotá, Colombia": "Actualmente en los procesos de planeación para los estudios, diseño y entrega de cartillas son basadas en lo metodologías convencionales y atados a los modos de operación de CAD y ajustados a las leyes, decretos y normativas en cada país en el que se aplica".

2.1. Proyecto de construcción

2.1.1. Etapas de un proyecto

Las etapas de un proyecto son vistos desde un punto de vista muy general, entre estas tenemos:

- **Fase de planificación:** En esta etapa trata de establecer como el equipo encargado del

trabajo deberá compensar todas las limitaciones de prestaciones, con el coste y la planificación temporal, realizando una planificación más detallada para que el proyecto sea más consistente.

- **Fase de ejecución:** En esta etapa es en la que se representa al conjunto de actividades que deberán ejecutarse, estas son las características de manera técnica, gestionando los recursos de una manera lógica para el desarrollo de la misma.
- **Fase de entrega o puesta en marcha:** Esta etapa del ciclo de vida de un proyecto es la culminación del mismo, dando por finalizada la obra y procediendo a la entrega de la obra, teniendo en cuenta la funcionalidad al cien por ciento de la construcción, esta etapa es muy importante ya que se pueden presentar diferentes dificultades que suele presentar, generándose retrasos y costes imprevistos.

Existen además dos etapas que si bien es cierto pueden incluirse dentro de las anteriores, es preferible separarlas por su importancia, estas son:

- **Fase de iniciación:** En esta etapa del proyecto se definen los principales objetivos de cada proyecto y todos los recursos necesarios para proceder a su ejecución. Esta etapa se deberá desarrollar con sumo cuidado dada la trascendencia del determinado proyecto.
- **Fase de control:** Esta etapa se inicia con el control y monitoreo durante la ejecución de obra, visualizando si este difiere lo expuesto en la etapa de planificación y si fuera necesaria realizando acciones correctivas.

2.1.1.1. Planificación de un proyecto

La planificación de un proyecto se produce en cualquier circunstancia de la vida de un ser humano, desde las pequeñas cosas que realizamos diariamente hasta los diversos proyectos de alta complejidad. Es así que usualmente se produce una confusión en los términos de programación y planificación, los

cuales son totalmente diferentes.

Programación es una parte esencial de la planificación. El cual se puede describir con un ejemplo simple: al realizar una fiesta, lo primero que se realiza es escoger el lugar donde se realizará el evento, luego se realiza una lista de invitados, seguidamente se elige el tipo de música, el horario de inicio, la decoración del lugar, etcétera. Al tener la lista de actividades que se realizarán en la fiesta, se procede a determinar el orden en el que se enlazarán las actividades y se estima el tiempo de duración que tendrá cada una de ellas. También es necesario realizar un cálculo de costos por actividad a realizar. Por último, durante el proceso de la fiesta, se realiza una comparación de lo que se está realizando versus lo programado, de esa manera poder identificar si existe alguna actividad que no puede ser realizada por el factor tiempo.

En este proceso se realiza la identificación de tres etapas:

- La primera etapa es el planeamiento general, en el que se realiza la lista de las diferentes actividades, pero no detalladamente.
- La segunda etapa es establecer los tiempos aproximados que cada actividad deberá tener, aquí se observa más detalles del evento.
- La tercera etapa consiste en identificar las diferencias entre lo programado y lo realizado.

Las tres fases juntas son la planificación, la programación solo es la segunda etapa.

Si en un proyecto de poca complejidad, es necesario tener una planificación; en empresas de alta complejidad como lo son las del sector construcción es suma importancia tener una adecuada planificación para controlar la incertidumbre de cada actividad. Un proyecto civil es imposible efectuarlo sin tener previamente

una planificación, pues se hace necesario establecer planes para alcanzar los objetivos del proyecto. Determinando la correcta utilización de recursos en el proyecto, planificando de qué manera se puede reducir la incertidumbre y la variabilidad, asignando de manera adecuada las responsabilidades y visualizar de qué manera se pueden realizar acciones correctivas a tiempo.

Sea cual fuere el sistema de planificación, lo más importante es planificar el proyecto para alcanzar los objetivos. Sin embargo, todavía existen personas que consideran un desperdicio de tiempo darle mucha importancia a la planificación. Indicando que, dado el desconcierto reinante en la industria de la construcción, nunca se alcanzará lo planificado y se deberá realizar una actualización constantemente. De manera que debemos recordar que el diagrama de barras inicial es un conjunto de actividades que se pretenden ejecutar en las fechas propuestas y no corresponde necesariamente a lo que se realizará en campo.

Nunca un proyecto se desarrolla exactamente igual a como se planificó en el diagrama de barras, pero la planificación inicial es fundamental para controlar el proyecto. El éxito de un proyecto se debe a una correcta planificación y dar a tiempo acciones correctivas.

2.1.1.2. Concepto de planificación

La planificación es un instrumento que permite realizar toma de decisiones de forma en que se conseguirán realizar con éxito el proyecto. Es un medio por el cual todos los involucrados en el proyecto ya sean: ingeniero, maestro de obra, administrador de obra, entre otros, buscan garantizar la producción mediante la función de operaciones, transformando los recursos en productos finales. A eso se le denomina organizarse para alcanzar una meta definida, estableciendo previamente un control.

Como indica Botero (2004): “La planificación es un proceso de toma de decisiones mediante el establecimiento de metas y objetivos que llevan a su consecución. Se realiza de manera eficaz cuando existe un adecuado control de lo planificado. En el proceso de control se debe tener en cuenta la eficacia y eficiencia del mismo. La eficacia es el cumplimiento de las metas, expresadas en plazos y costos. Por otro lado, la eficiencia es la relación que existe entre la manera que se consumen los recursos y se mide de la relación entre el valor del producto y el costo de los recursos empleados”.

Balladar (1994) expresa que: “La planificación se basa en elaborar mediante el uso de técnicas como el PERT, CPM una programación de manera general, desde el inicio hasta el fin. Al ser elaborada normalmente por una persona y desde un escritorio, esta programación solo representa el deseo de lo que se debería hacer, pero no representa la planificación desde el punto de vista de todos los involucrados en el proyecto. Sin embargo, conforme avanza el proyecto, se presentan diversos motivos que generan variedad con lo que realmente se hizo en campo”. A continuación, se listan los motivos por los cuales esta planificación tradicional no se cumple:

- La planificación tradicional se basa generalmente en la destreza y el punto de vista del ingeniero a cargo de la programación de obra, pero no necesariamente del ingeniero de campo, de los capataces, etc.
- Se realiza la medición de lo programado versus lo que se realiza en campo, pero no existe un indicador sobre el desempeño de lo programado y la habilidad que tiene el programador.
- Esto último conlleva a que no se realice un análisis de los errores de la planificación y sus causas de no cumplimiento, por lo que no se genera una

mejora y un aprendizaje.

2.1.1.3. Planificación dentro de la gestión de un proyecto

En esta etapa se cumplen con dos propósitos dentro de las organizaciones, uno de ellos es el propósito protector el cual consiste en disminuir el riesgo minimizando la incertidumbre, el segundo es el propósito afirmativo consta de incrementar el nivel de éxito.

Mattos A. y Valderrama F. (2014) menciona que: “Los profesionales de la construcción, especialmente los que han sido formados desde el punto de vista del desarrollo del proyecto tienden a considerar el diseño como la definición más o menos exhaustiva del objeto que hay que construir, tal como quedará cuando haya sido finalizado. Una vez alcanzado este objetivo, en forma de documentación gráfica y escrita, suelen pensar que la tarea fundamental del proyecto está terminada”.

Esta implementación es de significado para que un profesional solo se centre en la realización de su actividad sin ocuparse en otros temas como la viabilidad de la construcción, esto debido a que por su experiencia este asume que el proyecto alcanzará su estado final.

2.1.2. Ineficiencia de la industria de la construcción

Procesos de construcción en la antigüedad

Anteriormente los arquitectos e ingenieros dibujaban con lápices o bolígrafos, que tenían diferentes calibres y diferentes escalas para dibujar las profundidades, en ese momento la herramienta era ese lápiz o bolígrafo, dando así a los planos en 2D.

En los años 80' aparece AUTOCAD, este software traslada el dibujo a un computador que puede ser empleado con un mouse y un teclado; pero en realidad

aún tenemos planos en 2D.



Figura 3. Dimensiones de una edificación.

Fuente: Academia (2016)

Alcántara V. (2012), “Los proyectos de construcción en el Perú son cada vez más complejos, y si seguimos con esta tendencia, en el futuro nos encontraremos con proyectos de construcción cada vez más complejos, y con mayores exigencias de mercado y del cliente que van superando las expectativas y la capacidad de las empresas constructoras para llevarlas a cabo. La figura N°3, da una idea de cuán complejos se van dando los proyectos, ya que cuentan con una mayor cantidad de detalles, y más sistemas de instalación, y gran cantidad de información, y estas no pueden estar dispersas en planos 2D no integrados, ya que de esta manera solo se omiten detalles e información espacial, y esto genera incompatibilidades e interferencias entre los controles que muchas veces se detectan y

corrigen en plena construcción”.



Figura 4. Realidad de la construcción.

Fuente: Tesis Vladimir Alcántara 2012

Internacionalmente el 70 % de las obras se entregan tarde, y el 73% de las obras cuestan más, en Perú esta estadística aumenta hasta un 90% de las obras. No se llega a cumplir lo que se promete en el presupuesto y tiempo de ejecución.

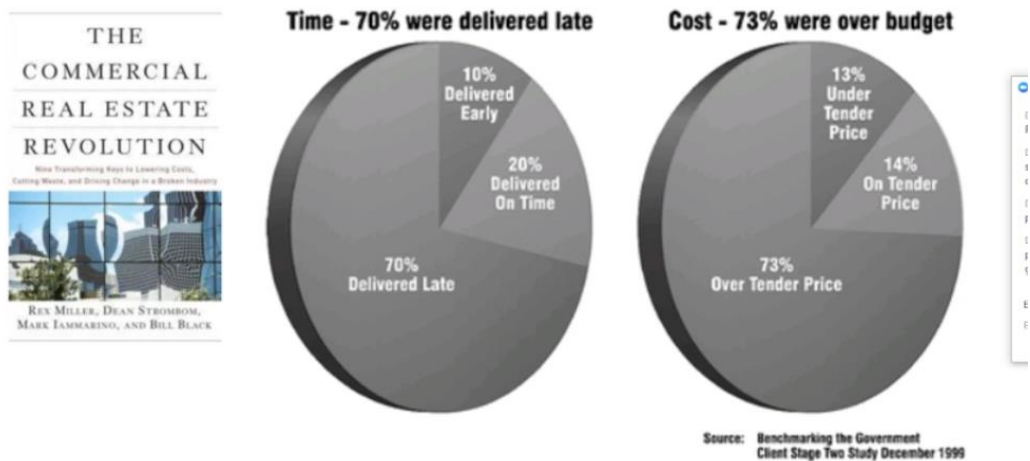


Figura 5. Ineficiencia en la industria de la construcción.

Fuente: Curso BIM

2.2. Proceso de planificación convencional

La planificación mediante el método tradicional se realiza de la siguiente manera:

➤ **Diseño de planos:**

Con el sistema tradicional el diseño de los planos de diferentes especialidades tales como: arquitectura, estructura, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas serán realizados en CAD, tomando en consideración los detalles constructivos con los que contará el proyecto.

En la especialidad de estructuras se determinarán cargas para aulas de ese tipo, ubicando el acero que se requiere y el de refuerzo para los diferentes elementos estructurales, de esta manera poder calcular la cantidad de acero en kg. que necesita este proyecto.

➤ **Cálculo de metrados:**

Luego de realizar el diseño de los planos de todas las especialidades en CAD, se procederá a realizar la cuantificación de materiales que requerirá este proyecto.

Con la ayuda del software EXCEL, se realizará el cálculo cantidades de forma manual, en el cual se establecerán los materiales que serán requeridos durante la ejecución del proyecto, por ende, se deberá realizar una hoja de cálculo de cada especialidad, procediendo a elaborar el presupuesto correspondiente.

➤ **Cálculo del presupuesto:**

Luego de obtener las cantidades necesarias para la ejecución del proyecto, se procederá a realizar el costo por valor unitario de las diferentes partidas necesarias para las distintas especialidades del proyecto, este presupuesto será realizado con la ayuda del software S10.

➤ **Programación de obra:**

El método de la ruta crítica, es el más utilizado de manera tradicional, mejor conocido por sus siglas en inglés como CPM, este método consiste en realizar la representación de la planeación de un determinado proyecto mediante la elaboración de un diagrama esquemático el cuál proyecta la secuencia con la interrelación de la variedad de componentes del mismo, de esta manera poder determinar el mejor sistema general de operación.

Luego de realizar el presupuesto de obra, se procederá a determinar los tiempos de ejecución de cada actividad, permitiendo establecer el inicio y culminación del proyecto. La programación de obra será realizada con el software MS PROJECT.

2.2.1. Coordinación de proyecto

Actualmente la coordinación del proyecto se realiza sobreponiendo planos en el CAD, intentamos sobreponer en el mismo plano, las diferentes especialidades.



Figura 6. Planos en CAD sobrepuestos.

De esta manera, encontrar un error es muy complicado sin embargo si se tuviera en un modelo BIM, podríamos tener una mejor visualización.

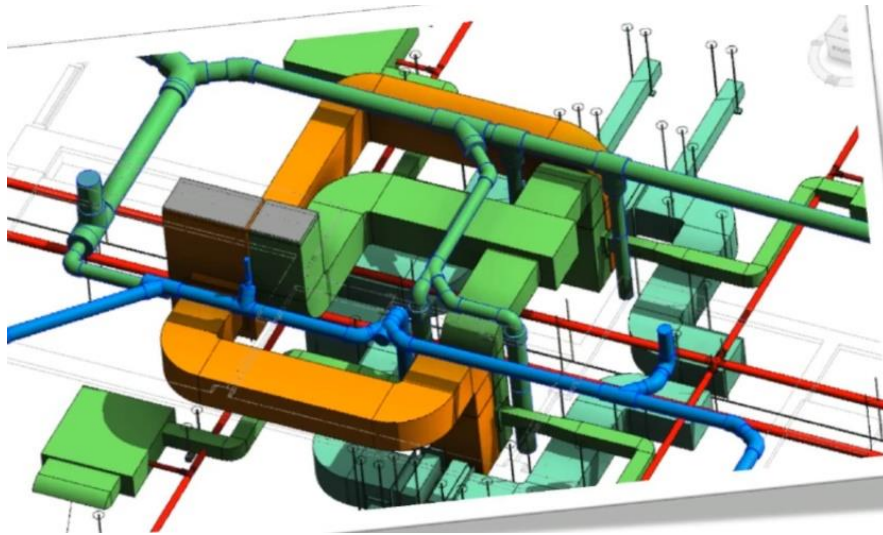


Figura 7. Modelo BIM - visualización de especialidades

2.2.2. Costos y presupuesto de un proyecto

A. Costos directos

Ramos J. (2003). *Costos y Presupuestos en edificación. Perú.* menciona: “El costo directo es la suma de los costos de materiales, mano de obra (incluyendo leyes sociales), equipos, herramientas, y todos los elementos requeridos para la ejecución de una obra. Estos costos directos que se analizan de cada una de las partidas conformantes de una obra pueden tener diversos grados de aproximación de acuerdo al interés propuesto. Sin embargo, el efectuar un mayor refinamiento de los mismos no siempre conduce a una mayor exactitud porque siempre existirán diferencias entre los diversos estimados de costos de la misma partida. Ello debido a los diferentes criterios que se pueden asumir, así como a la experiencia del ingeniero que elabore los mismos”.

B. Costos de mano de obra

- **Remuneración de trabajadores de construcción civil**

La remuneración de los trabajadores de construcción civil está regida por la Resolución Directoral N°090-2003-DRTPEL-DPSC.

Calculando los beneficios sociales que se rigen, en el cuál incluyen el jornal básico, descanso semanal obligatorio, la bonificación por movilidad, indemnización del 15%, además de las vacaciones con un porcentaje del 10%, entre otros beneficios que por ley le corresponde al trabajador de construcción civil.

C. Costo de equipo de construcción y herramientas

Se determina el costo de operación ya sea anual, mensual, diario, manteniéndose como base el “costo diario de operación” y sobre todo el “costo horario de operación”.

Estos costos se afilian a dos rubros los cuáles son:

- **Gastos fijos.**

En este rubro intervienen los intereses del capital invertido, además de impuestos, almacenaje, repuestos, reparaciones, etc.

- **Gastos variables.**

En este rubro son considerados el combustible que será utilizado, además de los insumos utilizados por las maquinarias y las jornadas de trabajo.

D. Costo directo de herramientas

CAPECO (2003) señala que: “El costo directo de herramientas corresponde a consumo o desgaste que éstas sufren al ser utilizadas durante la ejecución de las diversas partidas de una obra”.

Este cálculo puede realizarse de la siguiente manera:

$$H_m = h * M$$

Donde:

H_m: es el costo directo de herramientas en la partida.

M: Costo directo de mano de obra, considerando el jornal básico y porcentajes sobre el mismo.

h: Coeficiente estimado en función a la incidencia de utilización de las herramientas en cada partida. Este coeficiente varía entre 1% a 5%

2.2.3. Programación de obra

En el desarrollo de la elaboración del proyecto, dividimos este en actividades y subactividades, de esta manera poder calcular el alcance y los costos de ejecución, todas las actividades deberán ser definidas para posteriormente realizar la duración de cada una de ellas además de determinar el orden con el cual deberán ejecutarse.

Las etapas de ejecución de obras constan de una variedad de actividades, teniendo en cuenta diferentes factores, estimando recurso que requieran algunas actividades en su etapa de inicio.

Existen diferentes técnicas de planificación, los cuáles son utilizados para realizar una estructuración de las tareas que serán divididas por partidas, estos dependerán de la duración y el orden de ejecución, tomando en cuenta los recursos que se encuentran disponibles.

Estas técnicas de programación permiten establecer un calendario con las fechas dando un inicio y un final a cada tarea o actividad.

En el proceso de ejecución de obra se denota que se presentan imprevistos, los cuáles ocasionan un retraso en la programación realizada en la fase inicial del proyecto, debido a estas circunstancias es que se debería tener una dirección para

controlar que cada partida sea ejecutada en el tiempo establecido.

- **Programación Clásica**

La programación clásica se realiza con el diagrama de Gantt, en este diagrama se representa una programación a escala, mostrando la duración de cada actividad, estableciendo un inicio y una finalización según calendario de cada una de ellas.

Este tipo de programación permite una visualización clara en proyectos de menor complejidad, es por eso que no son recomendables en proyectos de mayor envergadura, por las limitaciones en el momento de la identificación de actividades cruzadas que denoten un tiempo estimado.

Debido a este detalle en proyecto de mayor alcance se utilizan técnicas en las que intervengan grafos y redes.

- **Programación CPM-PERT**

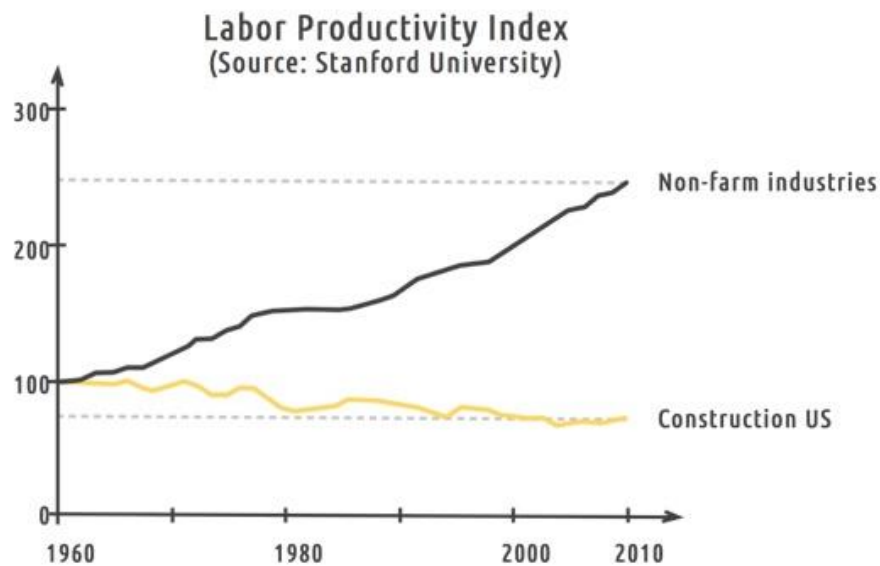
Esta programación permite realizar la descomposición estructural de manera ordenada de un determinado proyecto, describiendo de forma detallada todas las actividades que conforman el proyecto, asignando los recursos que cada actividad necesita conllevando estas a realizar una estimación de tiempos para el proceso de ejecución.

La diferencia entre el CPM y el PERT se fundamenta en que el primero instaura la duración de cada actividad en función a experiencias antiguas, y el segundo se realiza calculando la probabilidad para establecer un tiempo estimado.

2.3. Building Information Modeling

El rubro de la construcción es una de las más importantes a nivel internacional, ronda alrededor de los 5 trillones de dólares, también consume aproximadamente el 40% de toda la energía que se consume en todo el planeta. Es una de las industrias más importantes y más

fuertes, pero lamentablemente es una de las más descuidadas, como ingenieros civiles muchas veces tenemos un mal hábito de que algunas cifras se nos hacen normales, donde en un proyecto es normal que haya retrasos, es normal que se pida más material, y que se desperdicie; y cuando eso sucede la productividad en la construcción va hacia abajo en lo que en otros negocios su productividad va aumentando.



*Figura 8. Índice de productividad laboral.
Fuente: Standford University*

Esto sucede porque se sigue construyendo con los métodos y las mismas herramientas de hace mucho tiempo atrás, a pesar de que tenemos arquitecturas más complejas, cada vez hay mucha competencia, menos presupuesto y seguimos usando los mismos métodos. Como ingenieros llegamos a pensar que la construcción tiene tecnología, en la primera etapa tenemos dibujos en mano alzada, como segunda etapa tenemos la tecnología CAD, siendo este un dibujo asistido por computadora, sin embargo si comparamos estas dos primeras la diferencia no es muy grande, ya que en ambos planos tenemos líneas, texto y alguna información extra para construir, ahora en la tercera etapa tenemos la tecnología BIM, siendo aún considerado como el futuro de la construcción, sin embargo ya está siendo implementada en muchos otros países.

2.3.1.1. Concepto de BIM

BIM, Building Information Modeling, Modelado para la construcción a través de la información, siendo “información” la palabra clave, siendo elementos tridimensionales, donde agregamos la información necesaria, aparte se tiene información de todas las disciplinas necesarias para elaborar el proyecto, para así realizar un trabajo colaborativo entre proyectistas, consultores y demás.

Metodología para la industria de la construcción la cual es asociada a un software de modelado 3D paramétrico, esto permite, tanto a arquitectos como ingenieros trabajar sobre un único modelo 3D, teniendo esta información implícita.

Se debe tener en cuenta que mucho más importante que tener el modelo BIM, es comprender el proyecto que ofrece a través de la generación del modelo y los beneficios que se puedan tener de la información que se puede extraer.

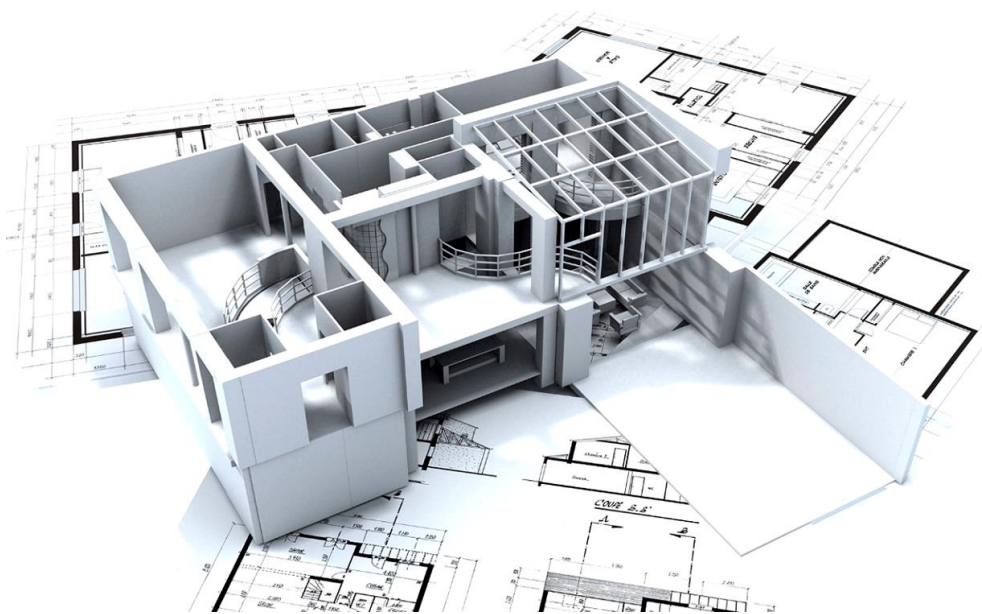
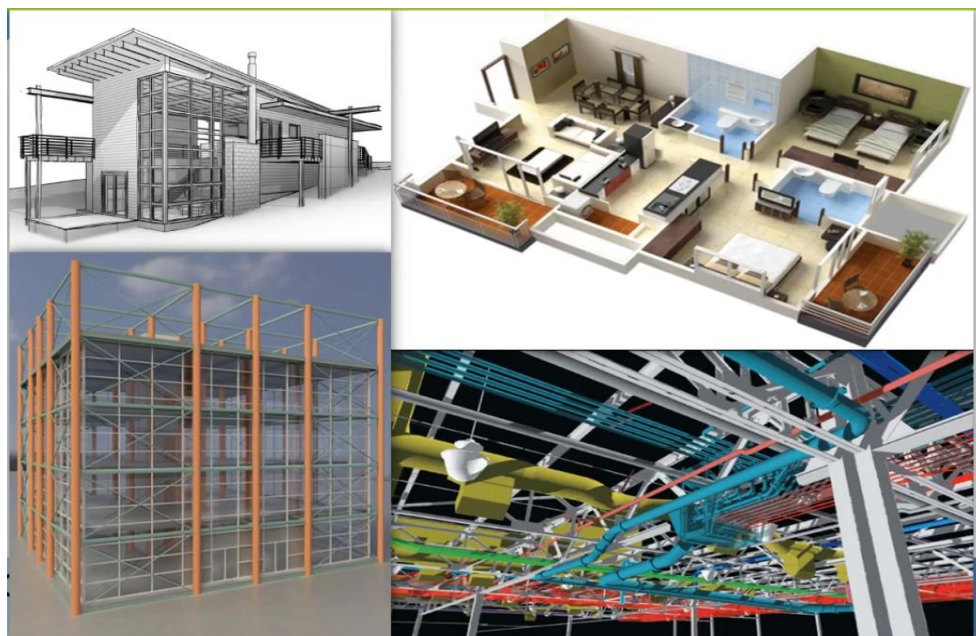


Figura 9. Modelo BIM.

Fuente: <http://suite-pro.com/es/bim-sector-vivienda/>



*Figura 10. Visualizaciones BIM.
Fuente: Propia*

Guerreo S. (2015). “Gestión de valor en el diseño, planificación y estimación de un Edificio de Oficinas con Modelos BIM; BIM es un modelo que simula el proceso de construcción. Del producto de esta simulación se puede obtener una cuidadosa planificación, así como el análisis de los procesos constructivos al detalle. El planeamiento en una PC a través del uso de un software”.

Pérez, A. (2016). Análisis mediante BIM del proyecto de ejecución de una vivienda unifamiliar entre medianeras (Tesis de grado). Universidad Politécnica de Valencia, España: “Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo actualizada y real dentro del campo de construcción, donde la comunicación entre los agentes de la edificación es constante mediante el uso de programas informáticos y espacios compartidos, “nube”, obteniendo resultados favorecedores sobre un proyecto común”.

Según menciona Alcántara, P. (2013). “Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías BIM” (Tesis de título profesional). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú: “BIM permite representar

virtualmente los componentes del proyecto. Tradicionalmente el sector de la construcción ha comunicado la información de los proyectos por medio de planos y especificaciones técnicas en documentos separados, sin embargo, el proceso de modelado de BIM tiene como objetivo reunir toda la información de un proyecto en una sola base de datos de información completamente integrada e interoperable para que pueda ser utilizada por todos los miembros del equipo de diseño y construcción y al final por los propietarios para su operación y mantenimiento a lo largo del ciclo de vida de la edificación”. (p.20)

BIM es un método de trabajo, viene de la terminación Building Information Modeling, el cuál es un modelo virtual de las edificaciones en 3D, es una colección de información organizada de un edificio en una base de datos estructural el cual puede ser consultado fácilmente de forma visual y numérica.

Este modelo se basa en la geometría y la textura que tienen los proyectos para luego proceder a la visualización en tercera dimensión, permitiendo realizar prototipos de manera digital de cada elemento constructivo como: muros, puertas, escaleras, ventanas, etc.

Un modelamiento BIM permite interrelacionar a todas las personas intervinientes en un determinado proyecto como lo son: el propietario, el contratista, el proyectista, etc. A través de los dispositivos móviles que poseen sin tener que instalar un software específico para poder visualizarlos.

Esta metodología permite almacenar la información en la parte central del modelamiento BIM, las modificaciones que pudieran realizarse en el diseño de un proyecto se ven reflejados automáticamente en todos los planos en planta, los planos de secciones y los alzados del proyecto, de esa forma poder obtener documentación de manera rápida y sobre todo confiable.

Estos modelos no solo contienen información en el rubro arquitectónico, sino que además almacenan información interna de la edificación, como lo son: la parte estructural,

los conductos y las tuberías de los sistemas de agua, desagüe y el sistema de electrificación, permitiendo realizar simulaciones de las características con las que contará el proyecto, contiene datos que no son representados en los planos, como lo son los costos reales de los materiales e insumos a ser utilizados, además de clarificar los recursos humanos que serán necesarios, coordinando el avance de obra y permitiendo solucionar los casos fortuitos que pudieran presentarse.



Figura 11. Building Information Modeling (BIM)
Fuente: Guía para implementar BIM en las organizaciones

Según menciona Mojica A. y Valencia D. (2012). Implementación de las metodologías BIM como herramienta para la planificación y control del proceso constructivo de una edificación en Bogotá (Tesis de título profesional). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C., Colombia: “El ciclo de vida de un proyecto de construcción está constituido por las etapas que atraviesa una edificación desde su concepción hasta el fin de su vida útil. Para los procesos BIM el ciclo de vida de la edificación se sintetiza en el diagrama que presenta la compañía Autodesk en un video titulado BIM for the Building Lifecycle. Según esta casa de diseño de software, la necesidad de controlar la fase operativa de la edificación reside en que los mayores costos se presentan justamente en esta etapa, para ilustrar, señalan

que en los Estados Unidos durante el ciclo de vida de un edificio los costos de construcción y diseño representan aproximadamente entre el 5 % y el 10 % de los costos totales, el resto de operación y mantenimiento”



*Figura 12. Ciclo de vida de un Proyecto de Construcción.
Fuente: Implementación de las Metodologías BIM como herramienta para la planificación y control del proceso constructivo de una edificación en Bogotá.*

ISO 19650-1 – Diciembre 2018. 3.3.14 “Building information modelling BIM. Use of a shared digital representation of a built asset (3.2.8) to facilitate design, construction and operation processes to form a reliable basis for decisions. Note 1 to enter: Built assets include, but are not limited to, buildings, bridges roads, process plants. Uso de una representación digital compartida de un activo construido (3.2.8) para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación desde una base confiable para la toma de decisiones. Nota 1: Los activos construidos incluyen, entre otros, edificios, puentes, carreteras, plantas de proceso. Este modelo ayuda a la toma de decisiones.”

Autodesk (2018),” Primero fue el lápiz y el papel, después aparecieron las líneas, arcos y círculos de CAD, que transformaron el trabajoso dibujo de borradores en una documentación electrónica eficiente, más adelante el CAD conoció la tercera dimensión y

hoy podemos tener un modelo BIM”.

BIM, es:

- **Innovación**, realiza lo mismo, de una manera mucho mejor. La ingeniería no cambia, pero se tienen nuevas herramientas para realizar un trabajo más eficiente.
- **Colaboración**, en el momento en el que realizamos un modelo, le damos mucha información que podrá pasar a los demás participantes del proyecto, y esto va más allá de correos con partes del proyecto que suelen enviarse entre los especialistas.
- **Información**, que puede ser creada, detallada y compartida en el modelo.

2.3.2. Modelo BIM

Es una base de datos gráfica, que contiene la información técnica necesaria para construir y operar un edificio, es generada por profesionales, y atraviesa las etapas de construcción del edificio.

BIM, es un proceso inteligente, basado en modelos que permite planear, diseñar, construir y administrar infraestructuras. No solo crea modelos digitales en dos o tres dimensiones, los modelos BIM, usan objetos de geometría y datos inteligentes.

Si un elemento de modelos se modifica, el trabajar con BIM, ayuda a coordinar el cambio en todas las vistas del elemento, porque todas las vistas usan la misma información subyacente.

Los arquitectos, ingenieros y contratistas pueden trabajar en una mejor colaboración al acceder al diseño y actualizarlo, pues la información se captura en el modelo y se conserva consistente y coordinada.

Lo realmente impresionante de tener el modelo BIM, es lo que se puede lograr con toda la información que este tiene. El poder de este modelo, radica en la información; en cualquier punto del ciclo de vida del proyecto, la información se

conserva precisa para ayudar a reducir errores y trabajo doble que consumen tiempo; es accesible virtualmente desde cualquier lugar y en cualquier momento para todos los involucrados en el proyecto y práctica para ayudar a tomar decisiones con las capacidades de simulación y análisis.

El modelo BIM sirve mucho más que para un modelado en 3D.



Figura 13. Modelo BIM, más que un modelo en 3D.

El modelo BIM, nos sirve para visualizar de una mejor manera los detalles estructurales.

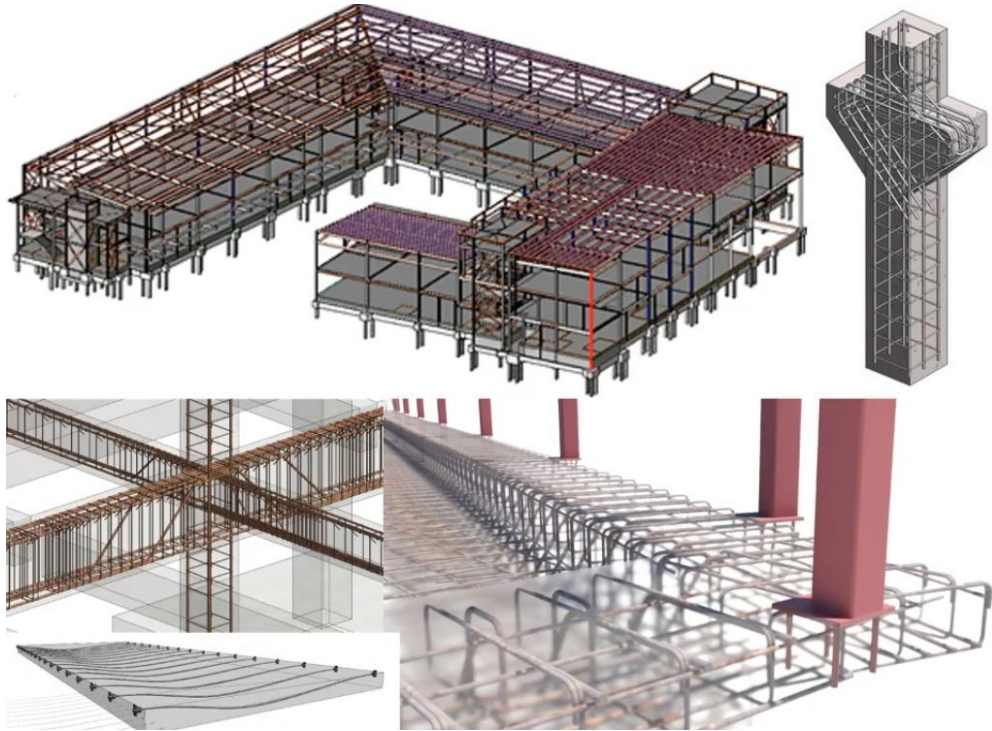


Figura 14. Detalles estructurales en BIM

Podemos tener también una mejor visualización de las Instalaciones sanitarias, eléctricas, de comunicaciones y demás.

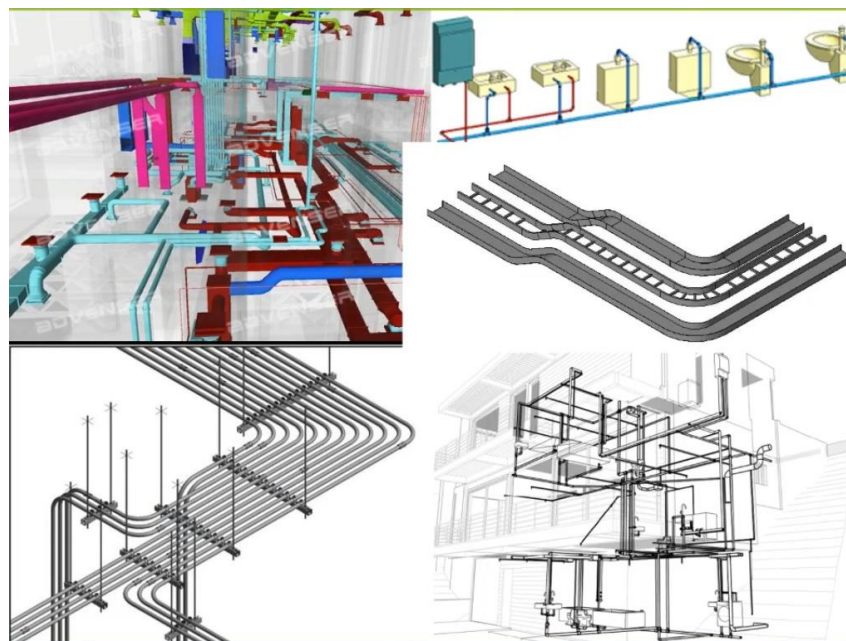


Figura 15. Visualización de instalaciones, en el modelo BIM

2.3.3. Estándares BIM

González C. (2015). Building Information Modeling, metodología, aplicaciones y ventajas. Casos prácticos en gestión de proyectos (Proyecto final de grado). Universidad Politécnica de Valencia, España, menciona que: “Este concepto se refiere a un marco común que todos los agentes involucrados en el proyecto deben integrar en el momento de trabajar en él. Se trata de un aspecto a realizar en la fase previa a iniciar el proyecto y fundamental para el correcto funcionamiento del trabajo colaborativo. Se le asignará a una persona en concreto esta labor, la cual mediante reuniones con los modeladores acordará cuales son los detalles específicos que interesan reuniones con los modeladores acordará cuales son los detalles específicos que interesan a cada disciplina”.

BIM, ayudará a todos los que trabajan en un proyecto a coordinarse y comunicarse de una manera fluida, ya que todos los miembros de, proyecto trabajan en el mismo modelo de información del edificio, la transferencia de conocimientos se optimiza, esto conduce a una mayor precisión y reduce la repetición de trabajo.

BIM, ayuda a comunicar la finalidad de diseño desde la oficina a la obra, lo que reduce las ordenes de cambio y los problemas de coordinación con la obra.

Las soluciones de BIM, constituyen un amplio portafolio de herramientas que aumentará el valor en cada fase del trabajo.

2.3.4. Origen de la Metodología BIM

Según indica Salazar M. (2017). Impacto económico del uso de BIM en el desarrollo de proyectos de Construcción en la ciudad de Manizales (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia: “Aunque el Building Information Modelin (BIM) y el CAD (por sus siglas en ingles de diseño

asistido por computador) abarcan conceptos y procesos totalmente diferentes, el desarrollo de ambos debe entenderse de manera articulada, ya que el dibujo en dos dimensiones fue fundamental para poder generar modelos virtuales en tres dimensiones, y estos a su vez fueron la base de los primeros conceptos y herramientas de las metodologías BIM. “La aparición del dibujo 2D asistido por computador fue la respuesta extraordinaria a limitaciones importantes del trabajo en arquitectura, ingeniería y construcción concernientes a la necesidad de generar y/o reproducir planos y documentos de obra en escalas diferentes” (Mojica y Valencia, 2012:24)”

El origen de la metodología BIM data por el año de 1975, año en el cual el profesor Chuc Eastman publica el primer trabajo acerca de esta metodología, ya para el año de 1984 es creado el ISO STEP, el cuál es un estándar internacional para la representación y el intercambio de la información de productos industriales, cuyo objetivo es el de proveer un mecanismo capaz de especificar la información acerca de un producto mediante el ciclo de vida del mismo es ahí que surge el primer programa BIM, ArchiCAD 1°.

Según indica Salazar M. (2017). Impacto económico del uso de BIM en el desarrollo de proyectos de Construcción en la ciudad de Manizales (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia: “Aunque a finales de la década de los 90 ya existían unas bases conceptuales y se utilizaba una terminología específica para BIM, el esquema de concepción y construcción de los proyectos se seguía desarrollando en mayor medida con herramientas basadas en mesas de dibujo virtuales, es decir, con AutoCAD”.

Ya para el año de 1996, empieza a funcionar el Consorcio Industrial IAI, este consorcio es el encargado de asesorar el desarrollo de las aplicaciones

integradas. El primer lanzamiento público de Revit 1.0, cuyo desarrollador que Revit Technology Corporación, este lanzamiento se dio en abril del año 2000.

Se obtuvieron grandes resultados viendo como la tecnología ayudaba en sobremanera a los proyectos de construcción debido a la incorporación de los programas CAD, convirtiéndose de esta manera en un avance importante en lo que se refiere a la industria en general, transfiriendo los dibujos de plano realizados a mano para proceder a elaborarlos con las diferentes herramientas de computación

Es así que adquiriendo una visión más amplia acerca de las dimensiones con las cuáles se podían trabajar es así que para el año 2002 se desarrolló el primer proyecto de BIM integrado en el país de Finlandia.

Si bien es cierto las diversas tecnologías que sostiene el concepto de metodología BIM, viene desarrollándose hace 20 años, el incremento técnico ha ido avanzando en demasía en comparación al trabajo desarrollado en campo.

2.3.5. BIM en el mundo

Los países que lideran el desarrollo e implementación del BIM a nivel gubernamental son Estados Unidos (2003), Reino Unido (2011) y los países escandinavos (2012), seguidos por Alemania, Singapur, Japón, China, Francia, España, Brasil, Chile, entre otros, los que tienen como objetivo principal mejorar la gestión de los contratos de obras públicas.

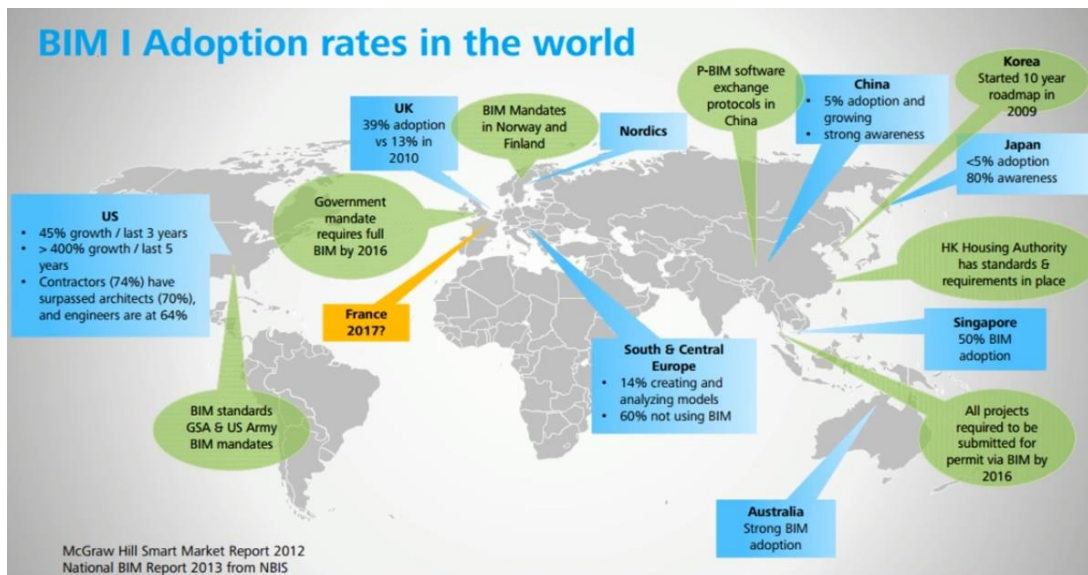


Figura 16. BIM en el mundo.

Fuente: Curso BIM

Australia, China, Francia, Alemania, Hong Kong, Japón, Malasia, Nueva Zelanda; tenían sus propios estándares con respecto al BIM.

8 Countries with BIM Guidelines and Standards			
Country	Organization	Guideline/Handbook	Background/Purpose
Australia	Australasian Procurement and Construction Council	National BIM Guide	<ul style="list-style-type: none"> BIM Fluency for the construction industry believed to be crucial to maintain competitive advantage
China	Ministry of Science and Technology	National BIM Standard (by 2016)	<ul style="list-style-type: none"> National adoption may be driven by infrastructure rather than buildings, thru smart city management and mass transit projects Carbon reductions are a near-term priority
France	Ministry of Ecology, Sustainable Development & Energy and Ministry	BIM Road map in draft form: by end of 2014	
Germany	Federal Office for Building and Regional Planning	BIM Guide for Germany	<ul style="list-style-type: none"> Guide intended to provide structure for future BIM National Mandate
Hong Kong	Hong Kong Housing Authority	BIM Standards, user guides, and library components for contractors	<ul style="list-style-type: none"> Use BIM for the Design Stage by 2015
Japan	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism	2013 Guidelines for architecture BIM Models	<ul style="list-style-type: none"> In addition to the 2013 guidelines, The Japan Institute of Architects put forth BIM guidelines in 2012
Malaysia	Public Works Department	BIM Guideline Standard (2016)	<ul style="list-style-type: none"> Concern of readiness of industry to adopt BIM, industry groups have recommended government provide training & Tax breaks
New Zealand	Ministry of Business, Innovation and Employment	New Zealand BIM Handbook (2014)	<ul style="list-style-type: none"> Handbook developed by Building and Construction partnership Establishes consistent approach, efficient process and common language for BIM

Figura 17. Países con sus estándares BIM

En el Reino Unido, Francis Maude, Ministro oficial del Gabinete dijo: “La estrategia de cuatro años del gobierno, de la implementación, cambiará la dinámica y el comportamiento de la cadena de suministros de la construcción va a desbloquear

nueva y más eficiente maneras de colaborar. Todo el sector del BIM podrá estar a la vanguardia de una nueva construcción digital y pondrá a Inglaterra entre los líderes del mundo en BIM. El 2016 presentaron una estadística que el gobierno anunció. 1.7 billones de libras esterlinas habían sido ahorrados en los proyectos más grandes en ese año.

En Brasil se tenía una iniciativa estatal que consistía en que todos los proyectos que tengan más de 7 millones de reales, necesitaban tener un proyecto realizado con la implementación de la metodología BIM.

En Estados Unidos, el 2007 el 30% implementó BIM, el año 2009 el 49% y el 2012 el 71%. En el año 2015 ellos ya tenían la tercera versión de sus estándares BIM. Era el País con mayor porcentaje de contratistas privados ya habían implementado esta metodología siendo un 70%.

En Chile, existe una plataforma de implementación privada y pública de BIM, “BIM Forum Chile”. El primer Congreso Latinoamericano de BIM, fue realizado en octubre del 2014, en Santiago de Chile. Existía un 23% de usuarios regulares de esta metodología. La presidenta 2014 – 2018 Michelle Bachelet anunció el uso oficial del BIM dentro de los temas políticos, en su periodo de gobierno.

2.3.6. BIM en el Perú

En el Perú, existen algunas empresas grandes y pequeñas que vienen usando, solo se enfocan en algunas de sus áreas de aplicación de manera aislada, afectados de sus necesidades y de las utilidades que desean utilizar. De otro lado, muchas empresas desconocen sus potenciales ventajas. Esto se debe a que el BIM como panorama general no es en sí utilizar los beneficios de utilizar un software, sino un cambio en la manera de pensar y gestionar los proyectos. Para el uso del BIM alcance el éxito ideal, según los términos que determinan, tanto los arquitectos tos,

proyectistas, contratistas y demás partes involucradas en el proyecto.

De todas las formas queda claro que el uso del BIM, se aplica a los proyectos de construcción, está en pleno desarrollo y es una oportunidad para mejorar los procesos tradicionales de gestión del diseño y / o construcción de los proyectos y nuestros beneficios utilizados ser percibidos en cualquiera de las etapas del proyecto.

En el Perú, la implementación del BIM empezó en 2005 y estuvo a cargo de las grandes empresas constructoras interesadas en incrementar su productividad en los proyectos. Posteriormente, motivados por la necesidad de dar a conocer esta metodología que venía revolucionando el rubro de la construcción, se creó el Comité BIM del Perú (2012), el cual pertenece a la Cámara Peruana de la Construcción (Capeco).

A nivel académico, tenemos la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Lima que implementa integralmente la metodología BIM en su plan curricular.

En el Perú se realizaron dos Congresos Internacionales:



Figura 18. Congresos BIM, en el Perú

El 2014 el Ministerio de Vivienda instaló el comité BIM:



Figura 19. Instalación del Comité BIM en el Perú

En el Perú, es sistema público se rige por licitaciones, en el 2014 la contraloría general de la república pedía un proyecto en Revit, con su reporte de interferencias en Navisworks.



Figura 20. Convocatorias en Perú con BIM

En Perú ya se cuenta con estándares BIM en la versión boceto que se pueden

encontrar en la página del comité BIM del Perú, que pertenece a la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO). Siendo este un ente independiente, donde las empresas privadas se reúnen para ver como se puede mejorar la iniciativa del modelo BIM.



Figura 21. Estándares BIM

En los estándares de Perú se habla acerca de la documentación presentada en un proyecto con BIM.

Teniendo presente la necesidad de reglamentar el BIM en el Perú, el 2017 el Instituto Nacional de Calidad (Inacal), aprobó la conformación del Comité Técnico de Normalización de Edificaciones y Obras de Ingeniería Civil que agrega el Subcomité de Organización de la Información sobre Obras de Construcción. Siendo este el medio por que se generan las primeras normas peruanas del BIM, en la Resolución Directoral N° 048-2018-INACAL/DN:

- ✓ NTP-ISO/TS 12911:2018 Guía marco para el modelado de información de la edificación (BIM).
- ✓ NTP-ISO 29481-2:2018 Modelado de la información de los edificios. Manual de

entrega de la información.

El 2018, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, a través de la Dirección General de Políticas y Regulación, creó un grupo de trabajo con el objetivo de establecer los lineamientos técnicos mínimos que deben considerarse para obtener un modelo BIM.

En diciembre del mismo año, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) del Perú publicó en su página web el Plan BIM Perú, con el propósito principal de contar con elementos técnicos necesarios para la toma de decisiones respecto del uso de metodologías colaborativas de modelamiento digital de la información, aplicables a las fases de formulación y evaluación, ejecución y funcionamiento de la inversión en infraestructura pública.

Este plan posee 3 etapas para su proceso de implementación:

- ✓ El diagnóstico/línea de base.
- ✓ El diseño del Plan BIM Perú.
- ✓ La implementación del mismo.

Este lanzamiento del Plan BIM Perú corrobora los esfuerzos anteriores de implementación y promoción del BIM en el país, y se espera que asiente las bases para la incorporación definitiva de esta metodología, teniendo en cuenta todos los beneficios que esto podría generar al desarrollo del país a través de una gestión más eficiente de proyectos de edificación e infraestructura.

El 9 de setiembre de 2019 a través del diario El Comercio, se muestra el Decreto Supremo N° 289-2019-EF, el cual aprueba disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en la inversión pública. El objetivo principal es contar con elementos técnicos necesarios para la toma de decisiones, respecto del uso de metodologías colaborativas de modelamiento digital de la información, aplicables

a las fases de Formulación y Evaluación, Ejecución y funcionamiento de la inversión en infraestructura pública.

Siendo los Principios para la adopción y uso del BIM, según el Artículo 3, los siguientes:

Eficiencia: Se debe asegurar que el BIM genere ahorros en el uso de los fondos públicos a lo largo del ciclo de inversión, en términos de reducción de sobrecostos y atrasos en la ejecución de la infraestructura pública, así como en un uso racional de recursos destinados a operación y mantenimiento.

Calidad: Las aplicaciones BIM deben garantizar que la infraestructura pública se ejecute acorde con los estándares de calidad y niveles de servicio en beneficio de la población. **Colaboración:** La adopción y uso de BIM debe garantizar la máxima participación, comunicación e intercambio de información entre los diversos agentes involucrados en el desarrollo de una infraestructura pública, en cada una de las diferentes etapas y fases del ciclo de inversión.

Transparencia: La adopción y uso de BIM debe hacer explícito las diferentes decisiones que toman todos los agentes involucrados en el desarrollo de infraestructura pública a lo largo del ciclo de inversión, así como la información que emplean para dicho fin.

Coordinación: La implementación de BIM debe promover e integrar la participación del sector público, sector privado y la academia a fin de garantizar las condiciones normativas e institucionales que faciliten su aplicación a nivel nacional y aseguren la sostenibilidad de su adopción y uso en el tiempo.

2.3.6.1. Proyectos BIM en el Perú

- **Banco de la Nación**



Figura 22. Banco de la Nación - Proyecto con modelo BIM

- **La central Hidroeléctrica Carhuac**



Figura 23. Central Hidroeléctrica Carhuac - Proyecto con modelo BIM

- **Metrópolis 054 – Arequipa**



Figura 24. Metrópolis 054, Arequipa - Proyecto con modelo BIM

2.3.7. Ventajas del uso de la Metodología BIM

La metodología BIM es una forma de trabajo integrada el cual está apoyado en diferentes aplicaciones de modelado y diseño, de esta manera permite una interconexión entre ellas en tiempo real facilitando de esa manera el trabajo.

Implementando la gestión de proyectos con BIM, se tiene un mayor control sobre el proyecto, sus costes, plazos de ejecución, y la automatización de la producción, lo que conlleva un ahorro de tiempo en tareas repetitivas.

Bill Gates dijo: “La primera regla de cualquier tecnología que se utiliza en los negocios es que la automatización aplicada a una operación eficiente aumentará la eficiencia. La segunda es que la automatización aplicada a una operación ineficiente aumenta la ineficiencia”. Si nosotros realizamos nuestro rol de manera adecuada, utilizar esta clase de herramientas ayudará a mejorar. Por el contrario, si se aplica la automatización de la construcción, pensando que solo por utilizar softwares, se es mejor; no sirve, se debe comprender que son herramientas que ayudan a ser más eficiente.

Coloma E. (2008), menciona: “Una de las adaptaciones más importantes de los Modelos de Información es que las representaciones de sus diferentes aspectos pueden automatizarse. Todas provienen del mismo modelo, así que se consigue, de forma natural, que estén siempre coordinadas entre sí (que no se contradigan) y actualizadas (representando los últimos cambios hechos al proyecto) y que su generación sea inmediata o casi inmediata. Por eso decimos que las representaciones extraídas del BIM son en realidad vistas del modelo, aunque en algunos casos se lleguen a generar cada vez como dibujos bidimensionales.

Por otra parte, para poder satisfacer las necesidades de visualización de cada representación, cada aplicación dispone de diferentes mecanismos de

personalización de estas, de tal manera que pueda mostrarse o que se desea y con un grafismo adecuado. No obstante, el abanico de posibilidades siempre será más limitado que el de las representaciones delineadas a mano, por lo que habrá que aprender a prescindir de ciertos virtuosismos, que, por parte, dejaran de ser necesarios al contar con el potencial de generación múltiple de vistas de este tipo de software. Podríamos decir que, en este caso, podemos subsistir la calidad por la cantidad, ya que resulta mucho más conveniente el uso de múltiples vistas para explicar un tema que el de unas pocas y muy trabajadas, ya que estas, inevitablemente, deberán omitir parte de la información del proyecto. De todas formas, también es cierto que una vez adecuado el grafismo de las visualizaciones a nuestro gusto, veremos disponible hasta el día de la entrega”.

Las ventajas acerca de la implementación de la metodología BIM son bastantes amplias algunas serán mencionadas a continuación:

- **Control sobre el proyecto:**

Siendo esta una de las principales ventajas del BIM, ya sean proyectos pequeños o de mayor envergadura. El hecho de poder controlar los presupuestos y costes se minimizan.

- **Automatización de la producción:**

Conlleva un ahorro de tiempo que podría emplearse en otras actividades del proyecto. De esta manera se centran los esfuerzos en la etapa de diseño y no en la de producción.

- **Secuencia de un proyecto de construcción:**

Al realizar una pre-construcción virtual del proyecto, permite conocer de manera más amplia la planificación en el momento de ejecutar la obra debido al uso de los modelos en cuarta dimensión, es decir que el proyecto realizado en 3D se le

agrega una nueva dimensión la cuál es el tiempo de ejecución de cada actividad, el cual permite efectuar la programación de actividades de forma detallada y coherente a la realidad, en el cuál poder simular el proceso de construcción mostrando el avance de obra en cualquier transcurso de tiempo.

- **Empleo eficaz de la información:**

Esta metodología BIM permite desarrollar la información de un determinado proyecto de manera unificada, esto permite la eliminación de las incompatibilidades del proyecto por la variedad de versiones que se manejaba del mismo. Disminuyendo así el tiempo que genera la elaboración del proyecto de construcción.

- **Acceso en tiempo real.**

Se tiene acceso al modelo virtual exacto a la realidad, esto sin duda ayuda a una mejor comunicación con el cliente, además de una mayor implicación de éste en la definición del proyecto. Ayudado de herramientas como recorridos virtuales o las visualizaciones 360°, con un lenguaje más comprensible para el público, el cliente puede tener una mayor implicación en el proyecto, y de esta manera la comunicación es más fluida.

- **Estimación de la cantidad de materiales**

Con el modelo BIM, se puede obtener la cantidad de materiales, conocida como metrados, estos son accesibles desde un modelo BIM una vez que se haya concluido la etapa de modelado en 3D. Esto es razonable ya que los modelos BIM representan una fuente de información y una base de datos, y todos sus componentes, de acuerdo a su geometría, tienen asociados distintos parámetros de cantidad de materiales que pueden ser extraídos del modelo BIM, generando hojas reportes de las principales partidas de materiales de un presupuesto.

- **Integración interdisciplinar del proyecto de construcción:**

Esta metodología permite que el proyecto logre su diseño, planificación y ejecución en un ambiente colaborativo, en el cual los especialistas pueden involucrarse en cada etapa del proyecto, de manera que puedan intercambiar ideas, realizando modificaciones, a la par con el intercambio de información de distintas áreas.

Lo importante de esta integración es poder tener la posibilidad de que el intercambio de información se realice desde diferentes partes del mundo, permitiendo a los especialistas de cada área tener acceso al modelo del proyecto de construcción a través de una plataforma virtual.

- **Localización de obstrucciones:**

BIM permite verificar obstrucciones de cualquier elemento constructivo, corrigiendo algunos problemas que pudieran presentarse en el diseño de los planos y/o especificaciones técnicas en la etapa de modelación y no en la etapa de ejecución, realizando un modelamiento en 3D donde se identifiquen soluciones a un determinado problema, permitiendo que puedan ser validadas por los proyectistas a cargo de la obra antes de su ejecución, tomando en cuenta la aprobación del cliente o gerente, y si fuera el caso, la aprobación de los ambos.

Sabogal A. (2015), Gestión de valor en el diseño, planificación y estimación de un Edificio de Oficinas con Modelos BIM, La construcción virtual implica que podamos experimentar con la misma y hacer ajustes al proyecto antes de su ejecución. Los errores virtuales no tienen consecuencias serias pues cuando un proyecto es planeado y construido virtualmente, la gran mayoría de los aspectos importantes del proyecto son transmitidos y comunicados antes de la construcción.

- **Interoperabilidad:**

La planificación y posterior ejecución de un determinado proyecto debe

desarrollarse con diferentes profesionales expertos en diferentes especialidades.

(Eastman et al. (2011)). “La Interpolaridad es la capacidad de transmitir datos entre aplicaciones y para múltiples aplicaciones para contribuir conjuntamente a la obra que nos ocupa. Interpolaridad, como mínimo, elimina la necesidad de copiar manualmente los datos ya generados en otra aplicación”.

Con la ayuda de esta metodología se puede llegar a realizar otros análisis que sean un complemento en el diseño del proyecto.

Sabogal A. (2015), “Gestión de valor en el diseño, planificación y estimación de un Edificio de Oficinas con Modelos BIM, Una característica fundamental de los modelos BIM es que se desarrolla y actualiza a través de la retroalimentación de la información, la evolución del modelo y la información relevante del proyecto que es iterativa. Así mismo, los responsables del desarrollo del proyecto van desarrollando sus disciplinas mientras el alcance y detalles van incrementándose gradualmente”.

- **Parametrización de elementos del modelo:**

Los diferentes elementos que constituyen un proyecto ya sea columnas, vigas, muros, y de más, se representan en forma de dimensiones establecidas, siendo definidos por parámetros modificables, de manera que se pueda adaptar a las necesidades dadas por el usuario, permitiendo determinar además de la geometría de cada elemento, determinar el material con el cuál será construido, generando una información en tiempo real de cada elemento constructivo, de manera que pudieran hacerse cambios dentro del modelo.

- **Bi-direccionalidad asociativa:**

Referida a la gestión integrada de las diferencias establecidas durante el proceso de diseño. En el diseño establecido por BIM los diferentes elementos que son representados pueden automatizarse, esto debido a que todas las vistas son

provenientes del mismo modelo, con la finalidad de que estas siempre estén coordinadas y actualizadas en tiempo real.

- **Detección de conflictos**

La construcción en el modelo BIM consiste en la materialización de los diseños estructurales, arquitectónicos y de instalaciones. En obra, los enfrentamientos entre estas especialidades pueden significar menos productividad en el avance del proyecto, generando pérdidas en términos de tiempo y costos. Al respecto, la tecnología BIM puede ser utilizada para detectar estos conflictos o interferencias, ayudando a evitar los riesgos que pueden derivar de la no identificación de los mismos. Entre los beneficios de utilizar las tecnologías BIM para la detección de conflictos están:

- Ayuda a la coordinación de los diseños y la ingeniería.
- Facilita la revisión completa del diseño.
- Permite la identificación rápida de los conflictos e interferencias.
- Capacidad para explorar opciones, integrar los cambios en los modelos BIM y eliminar los riesgos.
- Permite realizar el seguimiento de las actividades de construcción.
- Minimiza el reproceso de los desperdicios.
- Ayuda a mejorar la calidad de los diseños.

Se presenta la siguiente línea de tiempo, en la que se muestra que realizar un cambio en las primeras etapas de un proyecto es mucho más económico que realizarlo en la construcción o incluso después (línea roja). La capacidad de realizar modificaciones en lo que se va modelando el proyecto, es viable; y con forme el proyecto va avanzando es nula (línea verde). La mayor cantidad de esfuerzo se encuentra en la etapa de construcción, donde todas las interferencias que no fueron

detectadas o consideradas salen a la luz (línea azul). En el modelo BIM el mayor esfuerzo se realiza en el momento del diseño, nos adelantamos a cualquier problema que pueda surgir (línea mostaza).

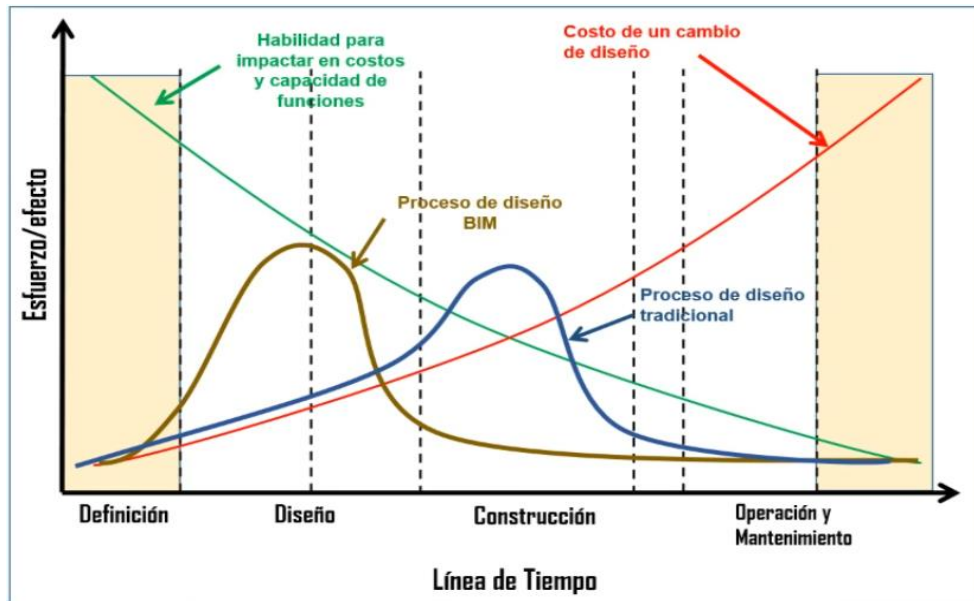


Figura 25. Línea de tiempo del esfuerzo.

Fuente: Patrick McLeamy, 2007

- **Empleo de cantidades de obra y presupuestos:**

Cuando se realiza el uso de BIM, se emplea un modelo, cuyos elementos son caracterizados por poseer parámetros reales, lo que faculta una cuantificación íntegra de cada uno de los elementos que son necesarios para el proceso de ejecución del proyecto, de esta manera evitar inconsistencias dentro del presupuesto elaborado.

- **Manejo de proveedores:**

Con la ayuda de la metodología BIM se logra obtener un mayor resultado con los diferentes proveedores encargados de los diferentes detalles que conlleva el diseño, permitiendo brindar la posibilidad de diseñar los mismos de forma automatizada y con maquinaria especializada desde algún taller diferente al de la obra, desarrollando de esta manera una construcción sin pérdidas cabe decir

Lean Construction, el cual reduce en su totalidad el desperdicio de materias primas. De igual manera BIM permite la programación de compras de los diferentes materiales a los contratistas, evitando escasez de materiales e insumos dentro de la obra, eliminando de esta manera los retrasos en el proceso de ejecución.

- **Mejoras en la calidad final del proyecto:**

BIM establece la coordinación de todas las disciplinas relacionadas con el desarrollo del proyecto de construcción, este manejo permite disminuir de manera considerable errores en la información final de obra, de forma que se pueda asegurar las especificaciones técnicas y estándares de calidad.

- **Ciclo de vida del edificio:**

BIM aborda la descripción sobre el ciclo de vida de los proyectos de construcción desde la etapa inicial, cabe decir, el proyecto puede entrar a estudio desde la etapa de diseño, etapa de ejecución inclusive con la etapa de explotación, permitiendo de esta manera que los usuarios puedan acceder a la información disponible para la etapa de planificación, como la reparación y el mantenimiento de las instalaciones sanitarias y eléctricas.

- **Uso de marketing del proyecto:**

Uno de los aspectos más relevantes con los que cuenta esta metodología es el cumplimiento satisfactorio de las metas de ventas con las que se cuentan al momento de la realización de las proyecciones y el reintegro de la inversión, con la finalidad de cumplir los plazos establecidos en la primera etapa del proyecto, evitando variaciones en los tiempos programados de ejecución.

Esta metodología permite obtener una vista sencilla y práctica en tiempo real del proyecto, con el cuál el equipo técnico pueda interactuar.

Saldías (2010) menciona que: “La idea es utilizar imágenes o animaciones extraídas del modelo con el propósito de promover o vender un proyecto, apoyando el plan de marketing de este (si es necesario) lo que puede traer una ventaja con respecto a la competencia”

2.3.8. Desventajas de la Implementación del BIM

- **Alto Coste de implementación**

Implementar una metodología tecnológica tiene un alto coste.

- **Capacitación**

Será necesario tomarse un tiempo para tener una debida capacitación en la Metodología BIM, saber su aplicación y los softwares necesarios para su correcto uso.

- **Curva de implementación**

Tiempo en el que el rendimiento no es bueno por el uso del CAD.

Se presenta la curva J de implementación, que demuestra cuanto podemos demorar en aprender una herramienta nueva. Si una empresa se encuentra en el estado 1, realizando 4 proyectos al mes y quiere llegar al estado 2, con 8 proyectos al mes; se cree que implementando BIM se llegará al estado 2, sin embargo, la realidad es que la curva de implementación es el estado cuatro, siendo la curva J, que quiere decir que primero la productividad decaerá, y llegado cierto momento esta podrá ser incrementada hasta llegar a donde se espera.

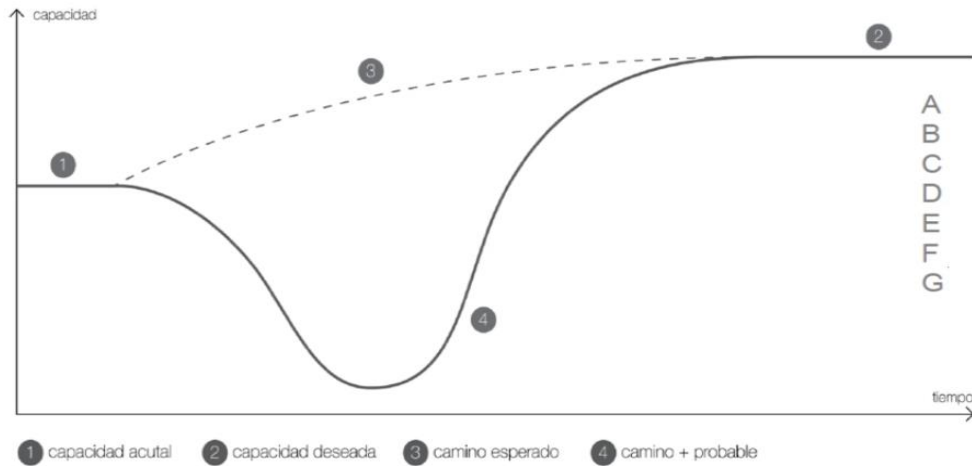


Figura 26. Curva J de la implementación de las nuevas metodologías.

Fuente: Curso BIM 2019

- **Tiempo de implementación**

El tiempo en el que se debe aplicar todo lo que se va aprendiendo mediante las capacitaciones.

- **Modificación del flujo de trabajo**

La manera de realizar los proyectos cambiará, y los especialistas deberán adecuarse a este nuevo flujo.

2.3.9. Niveles de desarrollo BIM

Existen varios niveles para crear modelamientos de edificaciones en 3D, creados para la visualización hasta los modelamientos de información inteligentes del proyecto de construcción, los modelos BIM contienen mayor información adicional para la coordinación, documentación y gestión de un edificio, este modelo debe de cubrir absolutamente todas las necesidades del ciclo de vida de un proyecto.

El Instituto Americano de Aeronáutica desarrolló los niveles de desarrollo (LOD), el cual se refiere a un Protocolo de Información de Modelado del Edificio, los cuáles se desarrollarán a continuación:

- **LOD 100**

Es un diseño conceptual, permitiendo que el modelo aporte una visión general, aportando la orientación, el área y el volumen de diferentes habitaciones con las que conste el proyecto.

- **LOD 200**

Este nivel permite al modelo representar de manera gráfica un sistema genérico, estableciendo información acerca de las magnitudes aproximadas del tamaño, localización y forma, logrando incrementar la capacidad de análisis.

- **LOD 300**

En este nivel se representa la geometría específica, brindando detalles constructivos con medidas más precisas que en el nivel LOD 200.

Según indica López L. (2017). Planteamiento de una estrategia de inclusión de BIM para empresa medianas de arquitectura en la etapa de diseño (Tesis de título profesional). Universidad nacional de Colombia, Bogotá, Colombia: “Nivel de desarrollo del modelo BIM en el que la disciplina arquitectónica del edificio queda completamente definida. Las dimensiones y posición de cada objeto arquitectónico son ya las definitivas. Pueden extraerse mediciones precisas”.

- **LOD 400**

Son visualizados como un sistema específico, siendo representados con detalles de fabricación, instalación y construcción con medidas exactas acerca del proyecto.

- **LOD 500**

Estos elementos son verificados en el proceso de ejecución, mostrando la adecuación de esta para el mantenimiento y funcionamiento de las instalaciones.

2.3.10. Dimensiones de la Metodología BIM

Esta metodología presenta varias dimensiones que hacen posible que éstas interactúen entre sí, de esa manera poder realizar la planificación de un proyecto que es la fase inicial hasta llegar al proceso final del proyecto el cuál es el de ejecución, estas dimensiones se desarrollarán a continuación:

- **Metodología BIM en 3D:**

En esta parte de la metodología BIM se basa en la representación de manera tridimensional de los planos presentados además de su representación paramétrica de cada uno de los componentes con los que cuenta la edificación.

- **Metodología BIM en 4D:**

La metodología BIM en cuarta dimensión, es representada por el factor tiempo, esto quiere decir que se asigna a cada uno de los elementos una determinada secuencia en el que se ejecutara cada partida que conforma el proyecto, permitiendo controlar la dinámica del mismo, diseñando la cronología de ejecución visualizando posibles dificultades de manera anticipada, aumentando el rendimiento y cumpliendo con los plazos establecidos.

Para generar un modelo BIM es necesario generar nuevos mecanismos de trabajo, entre los cuales incluye el uso de aplicación BIM (programas computacionales) actualmente existen diversas opciones en el mercado.

Coloma (2008) realizó una clasificación de las más usadas diferenciándolas en aplicaciones nativas las cuales desde su creación han sostenido una metodología BIM, entre las cuales figuran Revit, Graphisoft y Allpan; y aplicaciones implementadas que han sido desarrolladas en base CAD, para luego soportar trabajos BIM, tales como Autodesk Architecture y Bentley Architecture, sobre las cuales se destaca que Revit15, programa que se emplea en este trabajo, por poseer una estructura de datos única, esto en referencia que los trabajos en esta aplicación

se almacenan en un solo archivo, otras de las características es el alto potencial en modelado paramétrico esto en función de que cuenta con una gran variedad de tipos para el modelamiento de estructuras como columnas, puertas, ventanas entre otras las cuales ya bien predefinidas y solo se cambian ciertos parámetros según el diseño.

Según lo que menciona Coloma (2008), menciona que “Revit es un programa de uso mundial desarrollado por la compañía Autodesk, este software cuenta con gran aceptación parte de los usuarios BIM, tal como se muestra en una encuesta elaborada por Aecbytes, en la que figura con mayor uso”.

- **Metodología BIM en 5D:**

Metodología BIM en quinta dimensión abarca todo lo que viene a ser costos y la estimación de gastos que implica el ciclo de vida de un proyecto, permitiendo establecer un control sobre la información financiera, mejorando la rentabilidad de la inversión de un determinado proyecto, estableciendo el cumplimiento de los plazos establecidos en la programación realizada inicialmente.

- **Metodología BIM en 6D**

Conocida también como Green BIM, esta dimensión se relaciona con un importante factor que en estos tiempos está tomando más cavidad en la industria de la construcción, la cual es la sostenibilidad del edificio, esta dimensión permitirá tener un conocimiento acerca del comportamiento del proyecto antes de que se proceda con la ejecución, tomando en consideración la situación, conductividad térmica, la orientación, el nivel de luz natural con la que contará la edificación, generando un análisis acerca del consumo de energía del proyecto.

- **Metodología BIM en 7D**

También conocida como Facility Management, esta dimensión es la encargada del mantenimiento de todas las instalaciones durante la vida útil del

proyecto, brinda información acerca del estado en el que se encuentran las instalaciones, especificaciones acerca del mantenimiento, además de conocer los manuales de uso, las fechas de garantía, entre otros.

Optimizando la gestión de la edificación hasta su demolición, vinculando la información brindada por el fabricante y a su vez de la construcción.

El término de Facility Management referencia una nueva profesión vinculada con el adecuado mantenimiento de los edificios.

2.3.11. Softwares de acuerdo a la dimensión de BIM

González C. (2015). “Building Information Modeling, metodología, aplicaciones y ventajas. Casos prácticos en gestión de proyectos” (Proyecto final de grado). Universidad Politécnica de Valencia, España, menciona que: “No se debe confundir un programa de modelado 3D con BIM. Para usar tecnologías BIM se debe partir de un programa de modelado 3D, pero no todos los programas de modelado 3D, pero no todos los programas de modelado 3D son una herramienta BIM. Además de estar basado en objetos y de permitir bases de datos relacionales, dichos objetos deben corresponder con categorías o clases constructivas o arquitectónicas”.

2.3.11.1. Metodología BIM en 3D

Este software se encarga de realizar el modelado 3D (BIM o paramétrico) de los elementos del proyecto además de visualizarlo, realizar cálculos y controles de calidad.

➤ **Modelado BIM:** Modelado 3D y planos automáticos.

- REVIT
- ARCHICAD
- ALLPLAN
- AECOSIM

- VECTORWORKS
- **Modelado 3D / Renderizado:** Conexión de 3D e infografías - videos
 - 3DS MAX
 - RHINOCEROS
 - SKETCHUP
 - LUMION
 - MAYA
- **Cálculo / Modelado Estructuras / MEP:** Conexión del modelo BIM con software de cálculo MEP y estructural
 - CYPECAD / MEP
 - DIALUX
 - TEKLA STRUCTURES
 - DDS – CAD
 - TRICALC
 - ROBOT
 - SAP 2000
- **CONTROL / VISUALIZACIÓN MODELO BIM:** Visualización y control de modelos BIM
 - SOLIBRI MODEL VIEWER
 - NAVISWORKS FREEDOM
 - BIMX
 - REVITZO
 - BIM VISION
 - TEKLA BIMSIGHT

2.3.11.2. Metodología BIM en 4D – 5D

Este software se encarga de integrar en modelo BIM las dimensiones de tiempo y coste, en forma de planificación de obra y estimación y control de costes.

➤ **Presupuestos /Mediciones Planificación:** Conexión de modelado BIM con software de medición – presupuesto.

- ARQUÍMEDES
- PRESTO
- ITWO
- MS PROJECT
- PRIMAVERA
- CEST MIDEPLAN

➤ **Simuladores 4D (Planificación) y 5D (Estimación de costes)**

- VICO OFFICE
- NAVISWORKS MANAGE
- SYNCHRO
- ASTA POWERPROJECT

2.3.11.3. Metodología BIM en 6D

Este software se encarga de integrar en el modelo BIM los cálculos y previsiones de eficiencia energética.

➤ **Cálculo / Análisis de eficiencia energética:**

- **Conexión de modelado BIM con software de análisis 6D energético.**
 - CYPECAD MEP
 - DDS – CAD
 - DESIGN BUILDER
 - THERM
- **Extracción de tablas y gráficos de análisis energéticos**

- ECODESIGNER
- FORMIT 360
- NASTRAN
- GREEN BUILDING STUDIO

2.3.11.4. Metodología BIM en 7D

Este software se encarga de realizar el mantenimiento y las labores de Facility Management durante todo el ciclo de vida del proyecto, desde el diseño inicial hasta la explotación del mismo, utilizando el modelo realizado.

➤ Facility management, explotación y mantenimiento

- **Conexión de modelado BIM con plataforma de Facility Management y mantenimiento**
 - ALLPLAN ALLFA
 - ARCHIBUS
 - ARCHIDATA
 - ARCHI FM
 - AUTODESK BUILDING OPS
 - BENTLEY FACILITIES
 - YOUBIM
- **Visualización, control y gestión del modelo con extracción de todo tipo de tablas y gráficos**
 - DALUX
 - DROFUS
 - ECODOMUS
 - IBM TRIRIGA
 - INTERACT

- ONUMA SYSTE

2.3.12. Roles BIM

En la metodología BIM, se tiene diferentes roles a fin de que el modelo tenga mucha información, y que esta esté debidamente verificada. Teniendo como enfoque principal el proyecto.



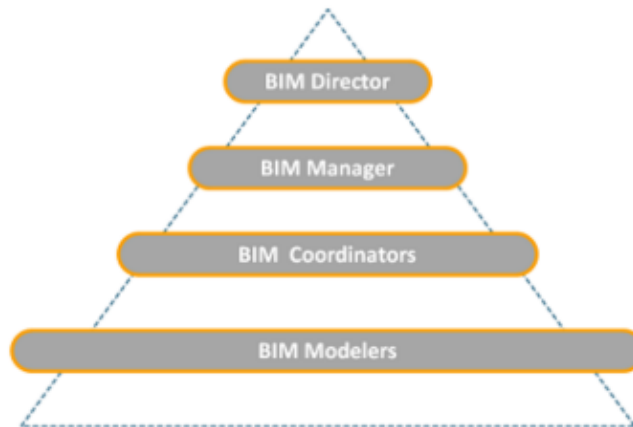


Figura 27. Roles BIM

Todos los participantes del BIM, deben conocer la importancia de conocer las herramientas y su uso para utilizarlas con el fin en común. Más importante que generar el modelo, es que este aporte al avance del proyecto.

2.3.12.1. BIM Director

El BIM director, es aquel agente responsable de gestionar y controlar el flujo de información entre todos los agentes intervinientes en el proyecto BIM a lo largo de todas las fases del ciclo de vida del proyecto.

A su vez debe asegurarse de que todos los involucrados en el modelo BIM, dispongan de la información adecuada y en el momento oportuno. Se encarga de gestionar la transmisión de información del proyecto al Promotor o Cliente.

Es el encargado de realizar la gestión de la transmisión de la información necesaria para entregar al promotor o cliente durante todas las fases, con el fin de que pueda:

- Diseñar.
- Construir.
- Explotar y mantener.

El flujo de información se establece en una serie de hitos durante el ciclo de

vida del proyecto (data drops). Debe crear, desarrollar y gestionar el Entorno Colaborativo (Common Data Environment, CDE) entre todos los agentes intervinientes en el proyecto.

2.3.12.2. BIM Manager

Es la persona nombrada por el Equipo de Gestión de Proyecto EGP en cualquier fase del ciclo de vida y a la aprobación del Promotor o Cliente, siendo plenamente responsable de la calidad digital y la estructura de contenidos para el proyecto BIM.

Lidera la correcta implantación y uso de la metodología BIM, coordinando el modelaje del proyecto y los recursos en colaboración con todos los agentes implicados, asegurando la correcta integración de los modelos y sus disciplinas con la visión global del proyecto, coordinando también la generación de contenidos, con capacidad para comunicar los beneficios y dificultades de BIM. Es por ello que debe estar en constante capacitación de este sistema.

Opera a Nivel Operativo (Técnico y Sistemático).

Estas son sus funciones y responsabilidades:

- ✓ Propone y coordina la implementación y cumplimiento del modelo BIM.
- ✓ Debe aplicar el flujo de trabajo conforme al modelo sea requerido.
- ✓ Encargado de validar el modelo BIM.
- ✓ Apoyar el trabajo colaborativo y coordinar el Equipo de Diseño del Proyecto EDP (Integrated Design Project Team, IDPT).
- ✓ Establecer en el Entorno Colaborativo (CDE) el cumplimiento de los requisitos de información del cliente (EIRs).
- ✓ Normalización y estandarización.
- ✓ Software y plataformas.

- ✓ Establecer los niveles de detalle y de información – LOD.
- ✓ Gestión del modelo.
- ✓ Gestión de cambios en el modelo.
- ✓ Gestión de la calidad en el modelo.
- ✓ Asistencia en las reuniones del Equipo de Diseño del Proyecto EDP (Integrated Design Project Team, IDPT) y el Promotor o Cliente.
- ✓ Establecer flujos de trabajo y gestión de requisitos.
- ✓ Garantizar la interoperabilidad.
- ✓ Apoyo técnico en la detección de colisiones.

2.3.12.3. BIM Coordinators

El Coordinador BIM tiene tareas del Modelador BIM y del Mánager BIM. Es un puesto intermedio que en algunas empresas pequeñas no existe. Es el encargado de llevar el equipo de los modeladores, siempre supervisado por el BIM Manager, además de modelar los aspectos más complicados y singulares del proyecto. También coordina y audita el modelo, además de ayudar al BIM Manager en la formación y creación y seguimiento del contrato.

2.3.12.4. BIM Modelers

Es el técnico profesional que desarrolla la parte material del modelado dentro del LOD exigido. Es el encargado de desarrollar las tareas específicas que su diseñador BIM le facilita y del manejo de esas herramientas CAD auxiliares en el caso de ser necesarias. Este debe elaborar el modelo en 3D, y la coordinación de modelos 3D con otras especialidades.

Los modeladores BIM, son como una evolución de los cadistas, los dibujantes de un proyecto. Este deberá tener un dominio de las herramientas a utilizar según la especialidad que desarrollará. Deberá también poseer de una visión a largo plazo,

anticipándose así a posibles interferencias, y estar capacitado para la coordinación multidisciplinaria.

2.3.13. Proceso de planificación con BIM

La metodología BIM consta de diferentes etapas en lo concerniente a su proceso de planificación tales como:

2.3.13.1. Fase de inicio de Proyectos

Proinpa, (2017) señala lo siguiente: “En esta fase se desarrollan las diferentes tareas para la gestión del alcance del proyecto, donde se establecen restricciones en tiempos, costo y magnitud, esto basado en la empresa que tiene al 100% establecido los procedimientos BIM”

Es importante tener en cuenta que representantes de todas las etapas del ciclo de vida del proyecto tienen que estar involucrados en esta fase inicial

2.3.13.2. Fase de planeación de proyectos

En esta etapa o fase del procedimiento se realiza la integración de las distintas actividades de planificación, cabe decir que se los diferentes especialistas deberán coordinar mediante el uso de herramientas presenciales, determinando el proceso de construcción de calidad BIM en el proyecto.

2.3.13.3. Etapa de construcción de proyectos

Se lleva a cabo actividades en orientación al proceso de ejecución planificado con anterioridad, cabe recalcar que se debe tomar en cuenta la integración en lo que respecta recursos, presupuesto, insumos, adquisiciones y calidad.

2.3.13.4. Etapa de seguimiento y control de proyectos

Según señala Gonzales E., Fajardo N. y Marulanda J. (2017). Planeación BIM: Lineamientos básicos y beneficios en la implementación de la metodología BIM en la fase de planeación para compañías del sector constructivo Colombia

(Tesis de título profesional). Universidad Piloto de Colombia, Bogotá, Colombia: “En esta fase se desarrollan trabajos de supervisión y control para mantener los alineamientos iniciales del proyecto, y de esta manera agilizar los procesos de adecuación y cambios que se presenten dentro del proceso constructivo; garantizando una construcción uniforme y con altos estándares de calidad”.

2.3.13.5. Etapa de cierre y puesta en marcha de proyectos

En esta etapa se realiza la unificación de la documentación del proyecto, agilizando y optimizando la finalización del proyecto, realizando la elaboración de información que corresponden a la documentación de entrega de obra.

Diseño de planos:

Para desarrollar la implementación de la metodología BIM se realizará el diseño de los planos con el programa REVIT.

El primer diseño se realizará con una plantilla arquitectónica, en el cual se establecerán los ejes de construcción.

El segundo diseño se realizará con la plantilla estructural, se utilizará como referencia los ejes del modelo arquitectónico, para luego realizar el modelado de los elementos estructurales.

Por último, se realizará el diseño de las instalaciones eléctricas usando la plantilla eléctrica, este será vinculado al segundo diseño, de esta manera se podrá modelar los diferentes elementos especificados por el ingeniero especialista.

Cálculo de metrados:

Con la ayuda de una extensión que ofrece el programa REVIT, se obtendrá el listado de todas las cantidades por partida que serán necesarios.

Cálculo del presupuesto:

Luego de obtener el cálculo de cantidades o la hoja de metrados de cada

especialidad se procederá a realizar el cálculo del presupuesto que será requerido. Este presupuesto será realizado con la ayuda del software DELPHI.

Programación de obra:

Luego de obtener toda la información antes mencionada, se realizará el cálculo de los tiempos de ejecución de cada partida, con la ayuda del software NAVISWORKS, con la ayuda de la herramienta “Clash Detective”, se podrá verificar las inconsistencias que pudiera presentar los diferentes diseños, el cual generará un aviso de advertencia que muestre los elementos que presentan estas inconsistencias, permitiendo visualizar la ubicación exacta del mismo, procediendo a establecer las soluciones posibles.

Finalmente se procederá a realizar la cuantificación de costos adicionales que se asocian a las dificultades presentadas, comparándolos con los costos directos que se obtuvieron en la etapa inicial con el método tradicional. De esta manera poder determinar la rentabilidad de la implementación de la metodología BIM.

2.3.14. Flujo de trabajo BIM

Trabajo colaborativo de las diferentes especialidades que conforman el proyecto.

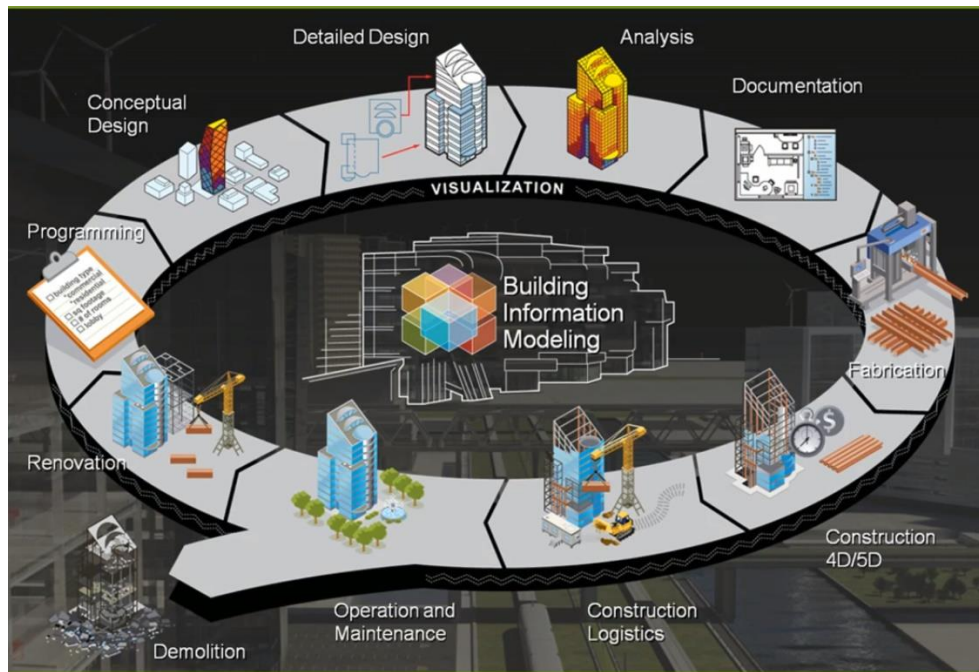


Figura 28. BIM Trabajo colaborativo.

Fuente: Curso BIM

- Diseño Conceptual: Los arquitectos utilizan un boceto, se podría representar en masas conceptuales, las cuales nos permiten plasmar las ideas volumétricas en un modelo antes de llevarlo al detalle.
- Diseño detallado
- Análisis: Se realizan análisis lumínico, análisis estructural, eléctrico, análisis energético, etc.
- Documentación
Entrega de planos
- Fabricación
- Construcción 4D/5D
- Logística
- Operación y Mantenimiento
- Renovación

- Programación
- Al iniciar un modelo BIM, debemos conocer con qué fin lo estamos realizando, si es para diseñar un proyecto o construirlo.

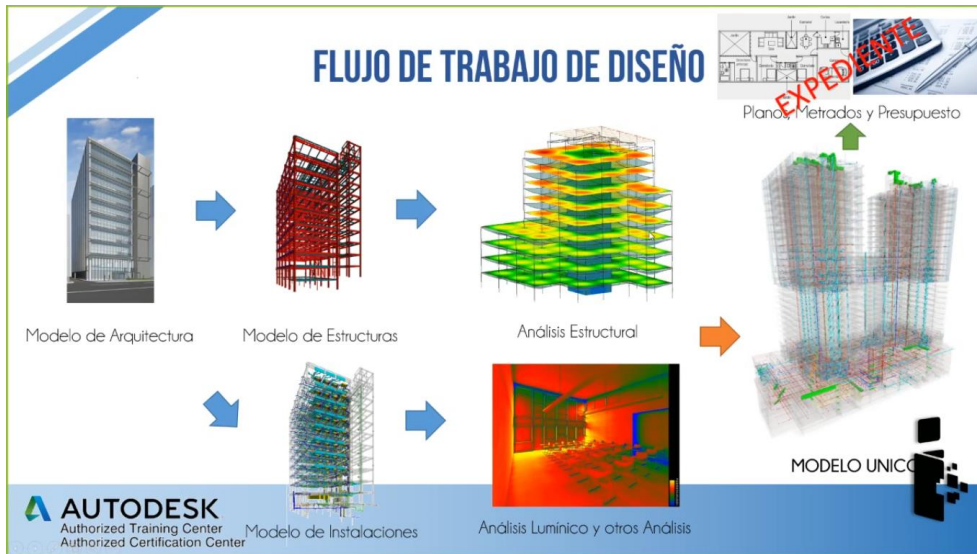


Figura 29. Flujo de trabajo de diseño.

Fuente: Curso BIM Autodesk



Figura 30. Flujo de trabajo de construcción.

Fuente: Curso BIM Autodesk

2.3.14.1. Autodesk Revit

Presenta todas las especialidades, arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias, eléctricas electromecánicas, análisis energético, análisis lumínico.

2.3.14.2. Navisworks

Navisworks, siendo la plataforma para la coordinación, visualización del Proyecto, planeamiento, metrados, revisión digital, simulación digital de los modelos; nos sirve para la detección de interferencias, a través de un cruce de información en tres dimensiones donde podemos ver en lo que los especialistas trabajaban de manera independiente no tomaron en consideración. Nos ayuda a encontrar problemas en el modelo y no en plena construcción.

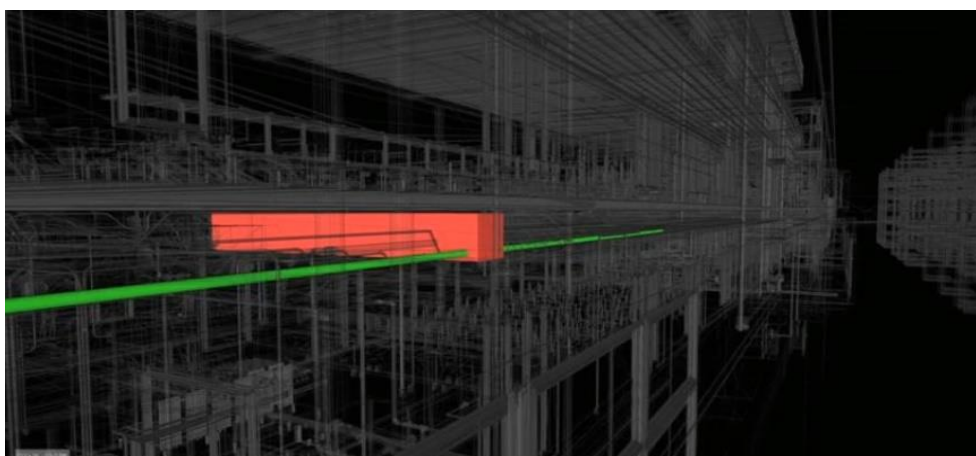


Figura 31. Interferencia de Navisworks.

Fuente: Curso BIM

2.3.15. Flujo de información

En la metodología tradicional se tenían huecos (líneas rectas), la primera corresponde a la entrega del expediente, la segunda corresponde a la entrega de planos, en la cual también se pierde información.

Sin embargo, en un proyecto con BIM, la información no se pierde y va aumentando conforme pasa el proceso.

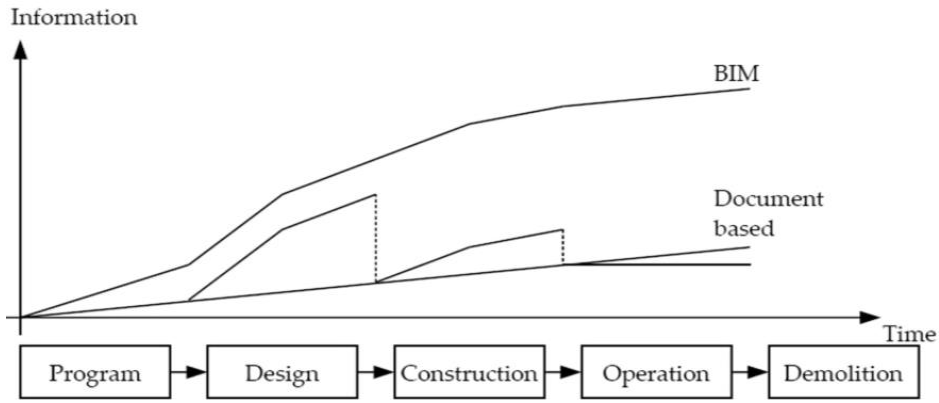


Figura 32. Flujo de información del BIM

Nuestro modelo, que no solamente es arquitectura, si no también estructuras y MEP; van a generar un modelo único, que se llevará a la etapa de compatibilización, en la cual verificaremos las interferencias para así mejorar el diseño, una vez que el modelo se compatibilizó, tendremos un modelo único y optimizado, el cual nos dará planos coordinados, metrados más exactos que nos podrá asegurar un presupuesto optimizado.

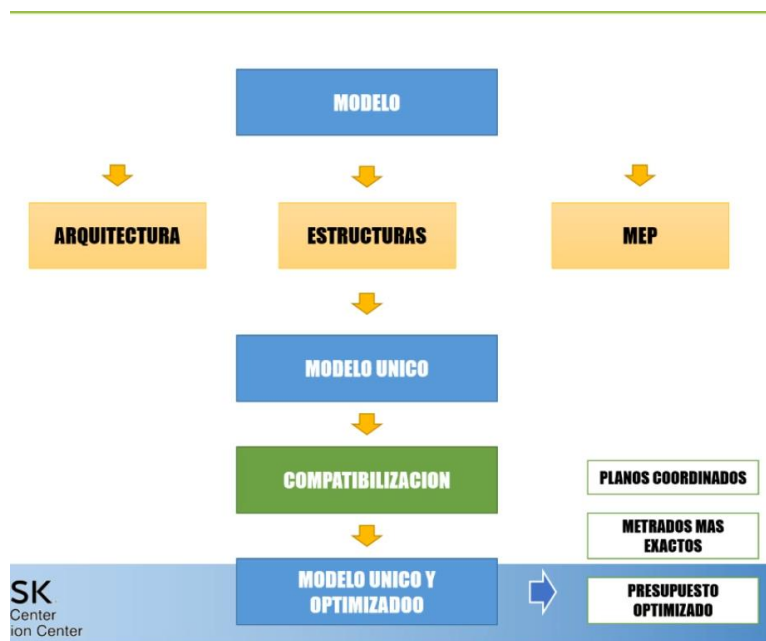


Figura 33. Flujo de trabajo BIM

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Viendo la finalidad y condición de la investigación, esta es de carácter descriptivo y comparativo, debido a que realizará un análisis de la información teórica extraída de libros, páginas webs, además de información normativa aplicada a la presente investigación.

- ✓ Es descriptiva, porque se tiene dos variables de estudio como son: Metodología Tradicional y Metodología BIM.
- ✓ Es comparativa porque realizara la comparación de dos variables, Metodología Tradicional y Metodología BIM, de esa manera determinar la eficiencia de cada uno de ellos

3.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo ya que describe y analiza de manera sistemática las dos metodologías y las variaciones entre las variables.

3.2. Métodos y diseños de la investigación

3.2.1. Métodos

Para que la presente investigación sea desarrollada se tomaron en consideración los lineamientos proporcionados por ambas metodologías: Metodología tradicional, y metodología Building Information Modeling (BIM), para ambas metodologías se desarrollará la planificación del proyecto de construcción de un edificio de 4 pisos, iniciando con el diseño de la especialidad de arquitectura, seguida de las especialidades de estructuras e instalaciones sanitarias y eléctricas, procediendo a determinar el tiempo de ejecución del proyecto y el presupuesto estimado.

Finalmente se compararon los resultados del proceso de diseño de manera tradicional con los procesos seguidos por la metodología BIM, obteniendo de esta manera conclusiones y

recomendaciones

3.2.2. Diseños de la investigación

El diseño de investigación corresponde al diseño comparativo, debido a que se realizará la comparación de dos variables: Metodología Tradicional y Metodología BIM. Teniéndose el siguiente diagrama:

O ----- C

O₁ ----- C₁

O₂ ----- C₂

O₃ ----- C₃

Donde:

- O: Objetivo general
- C: Conclusión general
- O_n : Objetivo específico
- C_n: Conclusión específica.

A. Población y muestra

- **Población**

La población está conformada por los diferentes proyectos de construcción de la Universidad Peruana Unión - Filial Juliaca

- **Muestra**

La muestra probabilística es: Edificio Pabellón “E” de la Universidad Peruana Unión - Filial Juliaca - Puno – Perú; se ha seleccionado por conveniencia debido a que cuentan con documentos completos y existen datos que se necesita para la presente investigación.

B. Técnicas e instrumentos de recolección de información

- **Técnica**

La técnica para recopilar la información es la siguiente:

Análisis documental: Se ha solicitado a la Universidad Peruana Unión en el área de Infraestructura toda la documentación del proyecto en estudio para obtener los datos del tiempo de la planificación de las actividades del proyecto.

Elaboración del proyecto de construcción en proceso de diseño con ambas metodologías

Comparación de resultados que resulten mas sobresalientes obtenidos luego de la elaboración del proyecto de construcción

- **Instrumentos**

- Curso virtual de REVIT 2019
- Modelamiento con REVIT 2019
- Programación con NAVISVORK 2019
- Presupuesto con PRESTO 2019
- Manual de BIM

C. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
TÍTULO	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO Y DISEÑO	CONCEPTOS CENTRALES
"Implementación de la metodología de procesos Building Information Modeling (BIM) y análisis comparativo de variabilidad con el proceso tradicional, en la etapa de planificación y diseño del proyecto de construcción: Edificio Pabellón "E" de la Universidad Peruana Unión - Filial Juliaca - Puno - Perú"	¿Cuál es el impacto de la implementación de la Metodología BIM en el proceso de planificación y ejecución del proyecto de construcción: Edificio Pabellón "E" de la Universidad Peruana Unión - Filial Juliaca - Puno - Perú?	GENERAL				
		Medir el impacto de la Metodología BIM con el Método tradicional, a nivel de planificación del proyecto de construcción: Edificio Pabellón "E" de la Universidad Peruana Unión - Filial Juliaca - Puno - Perú.	Mediante la implementación de la metodología BIM a los proyectos de construcción en la etapa de planificación y ejecución, se reducen los tiempos de ejecución de obra y los costos estimados con el método tradicional.	Metodología BIM	La presente investigación es de tipo descriptiva y evaluativa. Es descriptiva porque se realizará un diagnóstico de las variables de estudio. Es evaluativa porque analizará dos teorías para integrarlas y determinar cuál es de las dos es la más efectiva.	METODOLOGÍA BIM: - Optimización de costos - Optimización de tiempos - Planos - Presupuesto
		ESPECIFICOS				
		1. Desarrollar el análisis situacional del método tradicional en el proceso de planificación del proyecto de construcción: Edificio Pabellón "E" de la Universidad Peruana Unión - Filial Juliaca - Puno - Perú.	El desarrollo de la metodología tradicional al proyecto de estudio genera mayor tiempo en el proceso de planificación, obteniendo costos elevados y bajo rendimiento en el proceso de ejecución de obra.	Planificación y ejecución de un proyecto	El diseño de investigación es de carácter pre-experimental porque se realizará un diagnóstico inicial del proyecto en estudio para luego aplicar la metodología BIM, realizando un diagnóstico final de la etapa de planificación de los proyectos de construcción. Ge: O1 ----- X ----- O2 Donde: ✓ Ge: Grupo experimental ✓ O1: Diagnóstico inicial del proyecto de construcción ✓ X : Implementación de la metodología BIM ✓ O2: Diagnóstico final del proyecto de construcción.	PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE UN PROYECTO: -Evaluación inicial -Diagnóstico situacional -Costos de obra -Tiempo de ejecución
		2. Desarrollar el modelamiento de la Metodología BIM en el proyecto de construcción: Edificio Pabellón "E" de la Universidad Peruana Unión - Filial Juliaca - Puno - Perú.	Implementando la metodología BIM en el proyecto de construcción, se establece que las experiencias analizadas en diferentes países son acertadas.			
3. Realizar una comparación de la Metodología BIM con el Método tradicional que aún se sigue implementando.	Aplicando la metodología BIM, y considerando los planeamientos generados por la metodología tradicional, se establece que la metodología BIM es más efectiva y reduce en tiempos y costos, siendo más efectiva.					
4. Examinar los criterios prácticos durante la ejecución del proyecto considerando las recomendaciones de la metodología BIM.	Aplicando la metodología BIM, se logra examinar criterios prácticos de ejecución.					

3.3. Descripción del proyecto

- **Nombre del proyecto**

Perfil del proyecto “Implementación de la metodología de procesos Building Information Modeling (BIM) y análisis comparativo de variabilidad con el proceso tradicional, en la etapa de planificación y diseño del proyecto de construcción: Edificio Pabellón “E” de la Universidad Peruana Unión – Filial Juliaca – Puno – Perú”

- **Localización**

Ubicado en la Universidad Peruana Unión distrito de Juliaca en la provincia de San Roman, Departamento Puno con una altitud de 3825 m.s.n.m. entre los 8284416.32 m latitud norte y 373276.07 m latitud este, su clima es frio seco, de acuerdo a los límites del proyecto está ubicado:

- Por el Norte: Juliaca
- Por el Sur: Parcialidad Esquen Tucurani
- Por el Este: Parcialidad Esquen Monos
- Por el Oeste: Parcialidad Telato



Figura 34. Macro localización y micro localización del estudio

- **Proyecto**

El proyecto consta de 944.39 m² para la construcción de 4 niveles, 27 aulas educativas de un aforo máximo de 40 alumnos y mínimo de 35 alumnos. el mismo que cuenta con 94 m² para oficinas administrativas siendo los componentes 4 oficinas, una sala de espera y una sala de secretaría.

Arquitectónicamente el edificio es una estructura aporticada de concreto armado que consta de 4 niveles de planta libre, y una cubierta, cuenta con dos bloques con sus respectivas escaleras y juntas de dilatación, el bloque que los separa corresponde a los servicios higiénicos.

- **Primera Planta**

Cuenta con 4 oficinas administrativas de 14.6 x 6.7 m², dos escaleras, 7 aulas, servicios higiénicos para damas, varones y discapacitados.

- **Planta típica nivel 2**

Cuenta con 7 aulas, servicios higiénicos para damas, varones y discapacitados.

- **Planta típica nivel 3**

Cuenta con 7 aulas, servicios higiénicos para damas, varones y discapacitados.

- **Planta típica nivel 4**

Cuenta con 7 aulas, servicios higiénicos para damas, varones y discapacitados.

3.4. Procedimiento tradicional del Proyecto

En esta etapa del proyecto se procedió a realizar el modelamiento de las diferentes especialidades de la manera tradicional con la que actualmente se realizan los proyectos de construcción en la etapa de planificación y diseño

3.4.1. Arquitectura

Diseño del proyecto de la especialidad de arquitectura con el software AutoCAD del pabellón E de la Universidad Peruana Unión Filial Juliaca

- Plano en planta del primer nivel

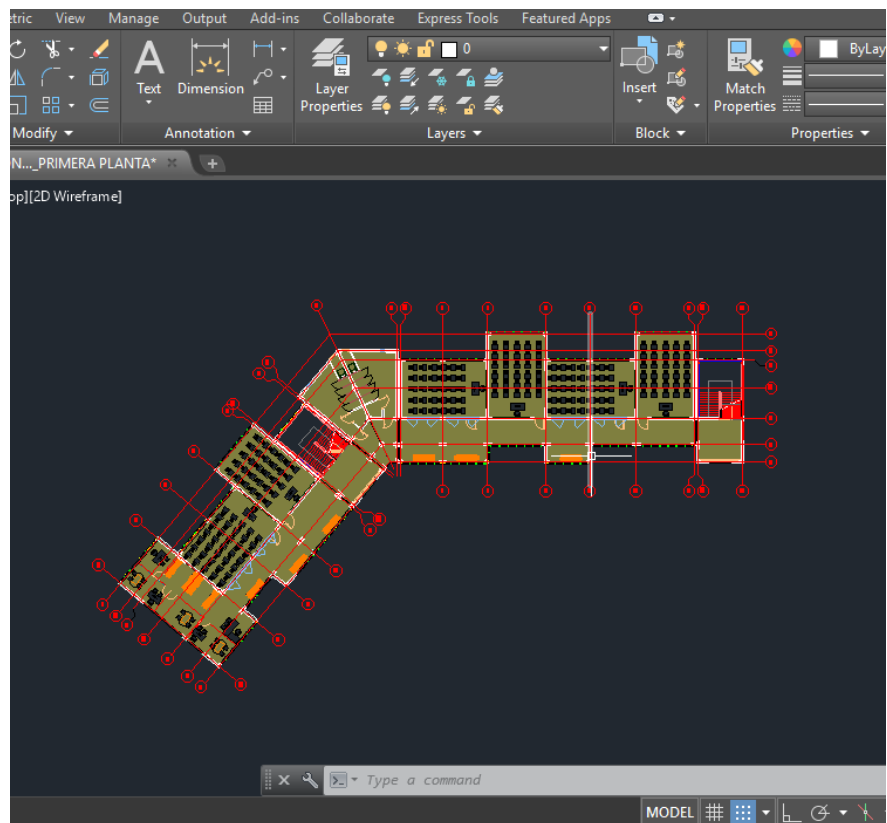


Figura 35. Diseño arquitectónico – Primer Nivel

- Plano en planta del segundo nivel

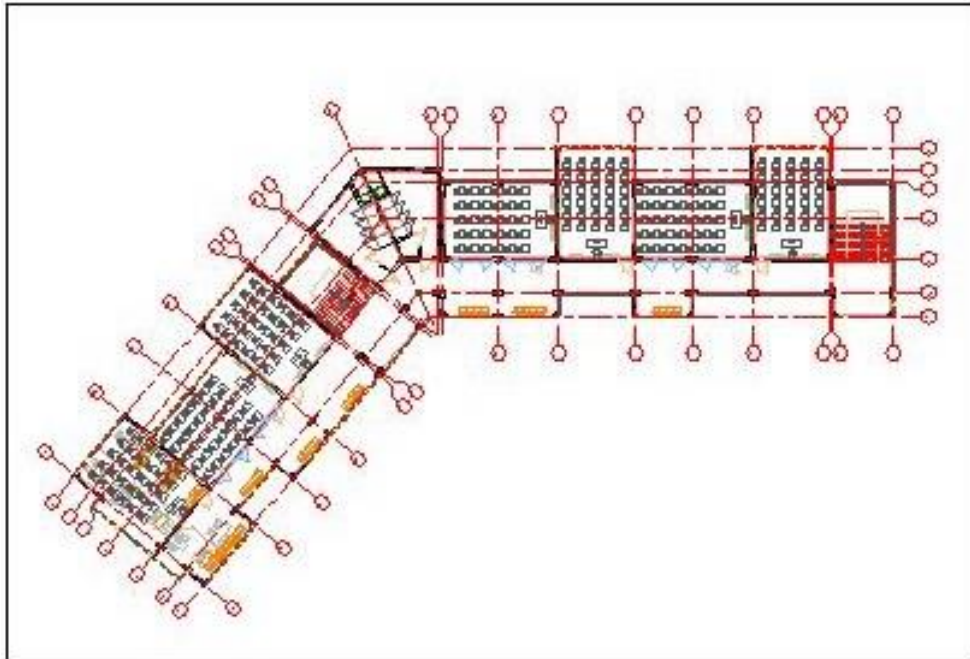


Figura 36. Diseño arquitectónico – Segundo Nivel

- Plano en planta del tercer nivel:

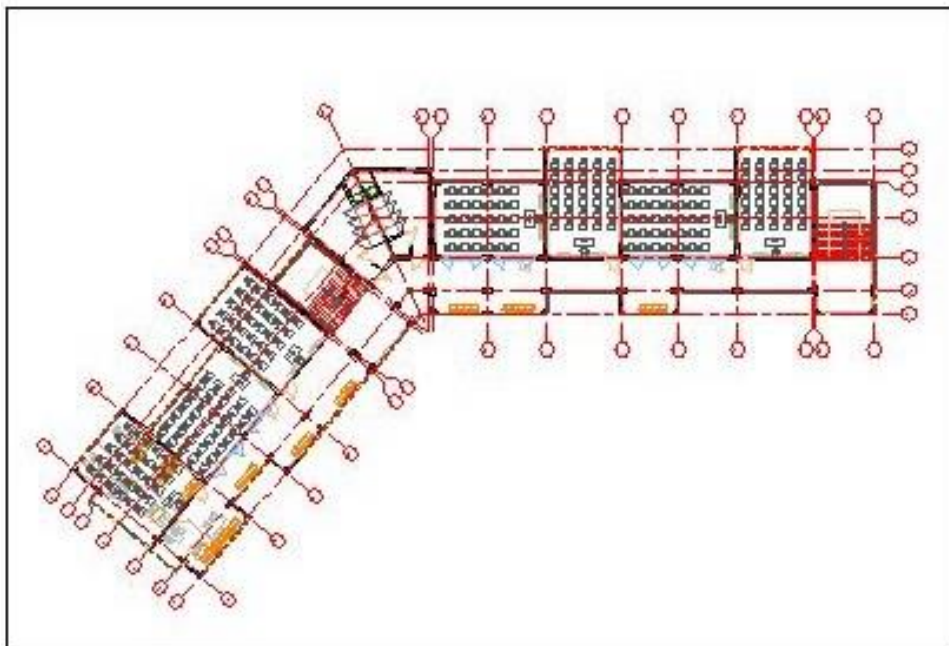


Figura 37. Diseño arquitectónico – Tercer Nivel

- Plano en planta del cuarto nivel

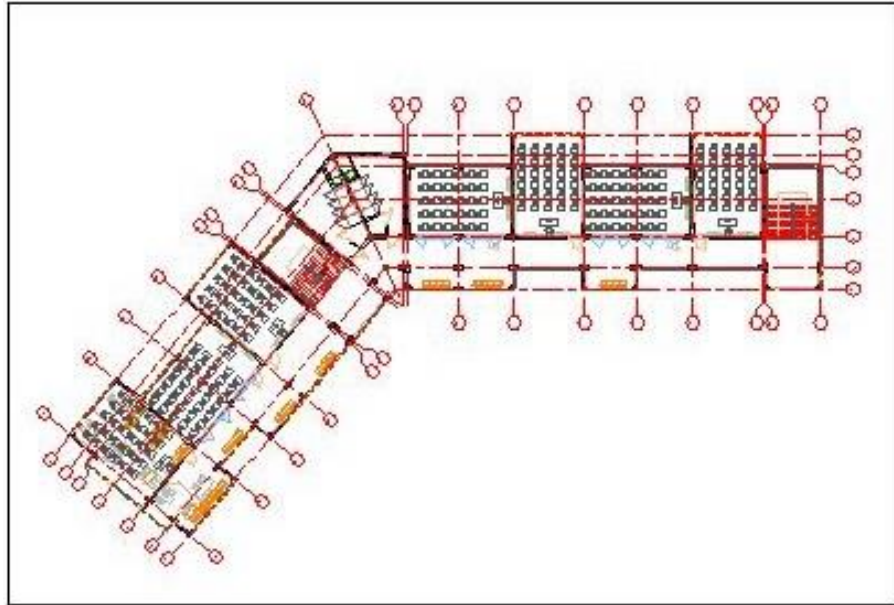


Figura 38. Diseño arquitectónico – Cuarto Nivel

- Luego se procede a la elaboración de los alzados de la edificación

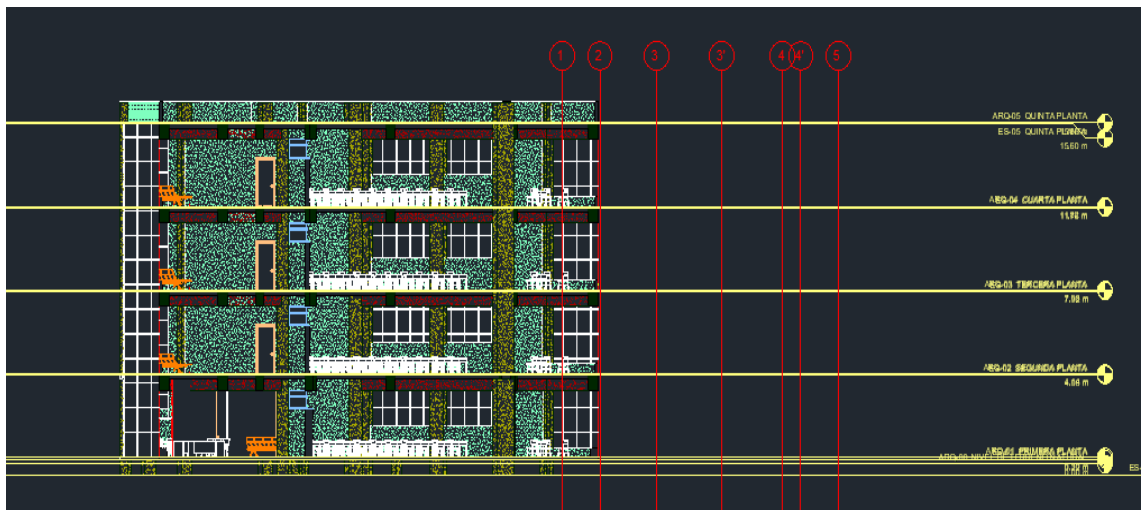
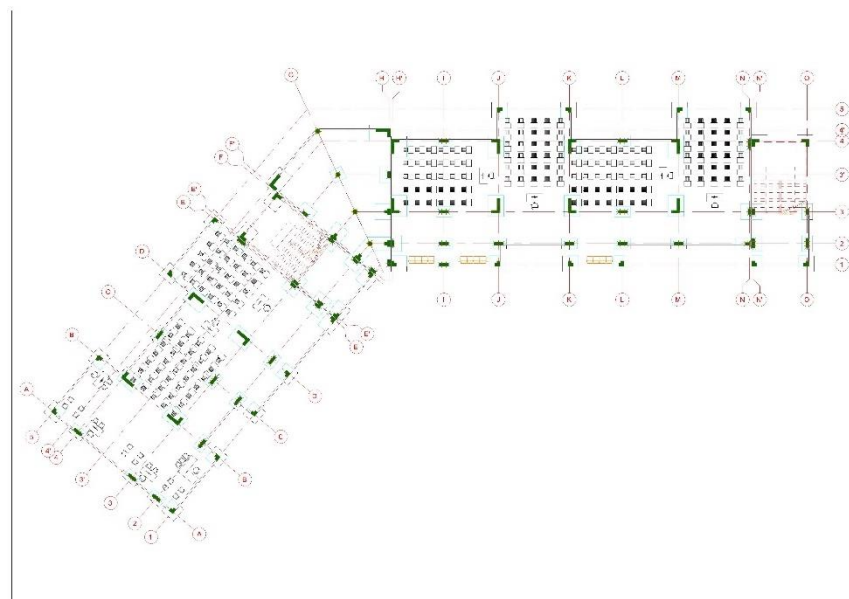


Figura 39. Diseño arquitectónico de alzado lado Este de la edificación con AutoCAD

3.4.2. Estructuras

Una vez realizado y definido el diseño arquitectónico de la edificación se procedió a realizar el diseño estructural de la edificación

- Plano en planta primer nivel



- *Figura 40. Diseño estructural- Primer Nivel*

- Plano en planta Segundo Nivel

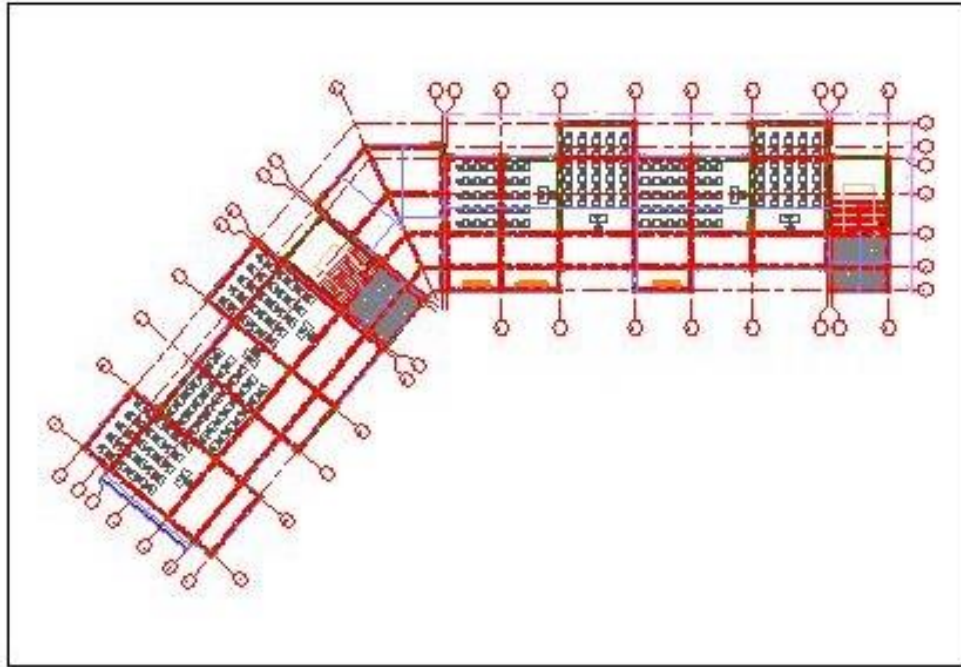


Figura 41. Diseño estructural- Segundo Nivel

- Plano en planta Tercer Nivel

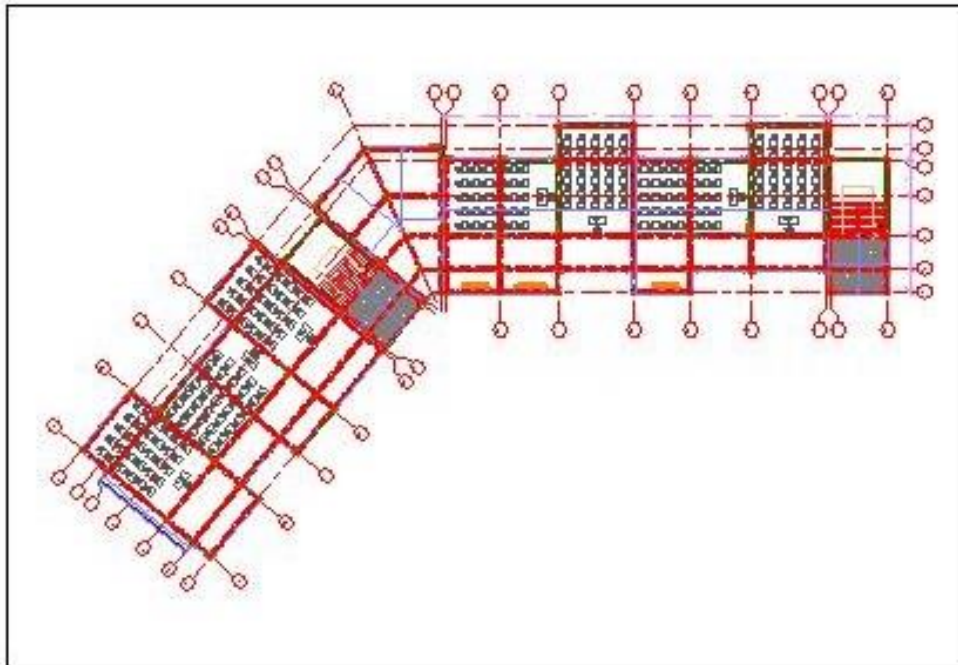


Figura 42. Diseño estructural – Tercer nivel

- Plano en planta Cuarto Nivel

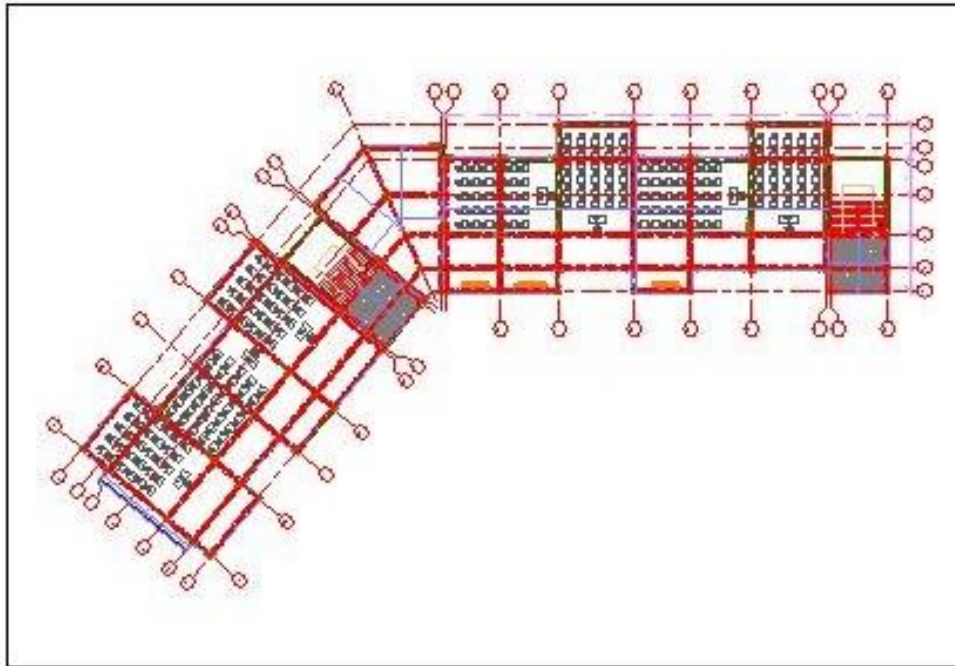


Figura 43. Diseño estructural – Cuarto nivel

- Diseño de la edificación con AutoCAD

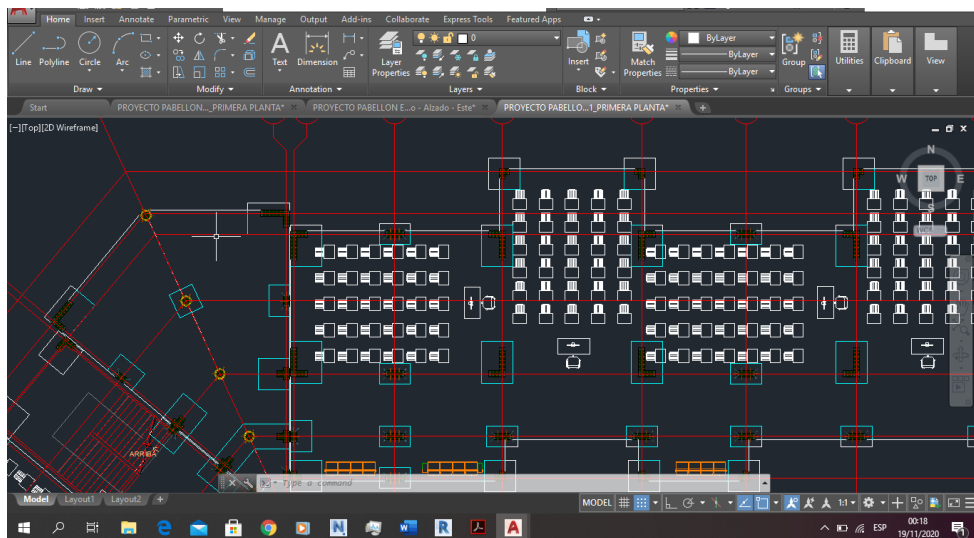


Figura 44. Diseño estructural de la edificación con AutoCAD

Seguidamente se procedió a la elaboración de diferentes vistas de diseño de cada elemento estructural con el que cuenta la edificación.

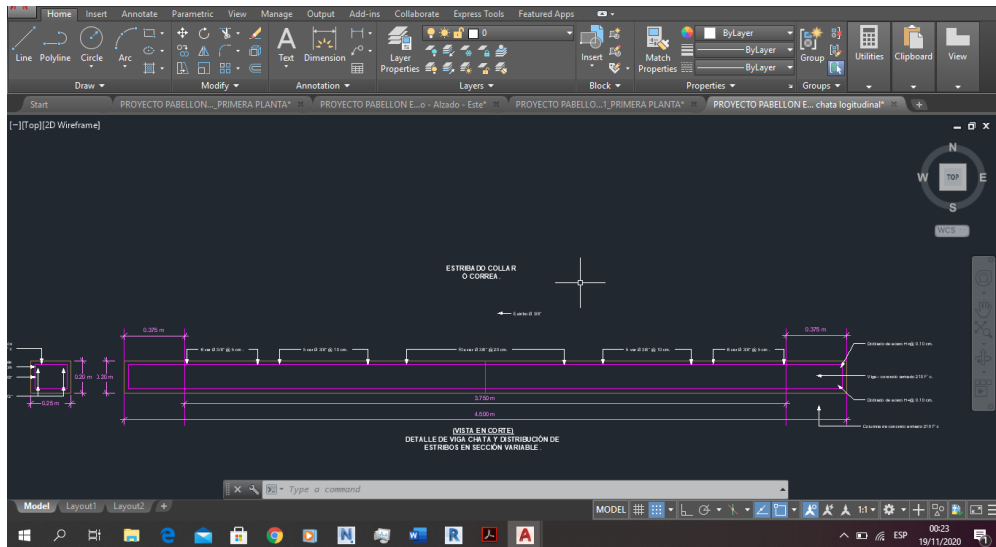


Figura 45. Vista en corte de elementos estructurales de la edificación con AutoCAD

3.4.3. Instalaciones Sanitarias

Una vez definidos tanto los diseños arquitectónicos como los diseños estructurales de la edificación del pabellón E de la Universidad Peruana Unión. Filial Juliaca, se procede a realizar el diseño de Instalaciones Sanitarias, todo esto con la ayuda del software de AutoCAD

- Plano en planta primer nivel

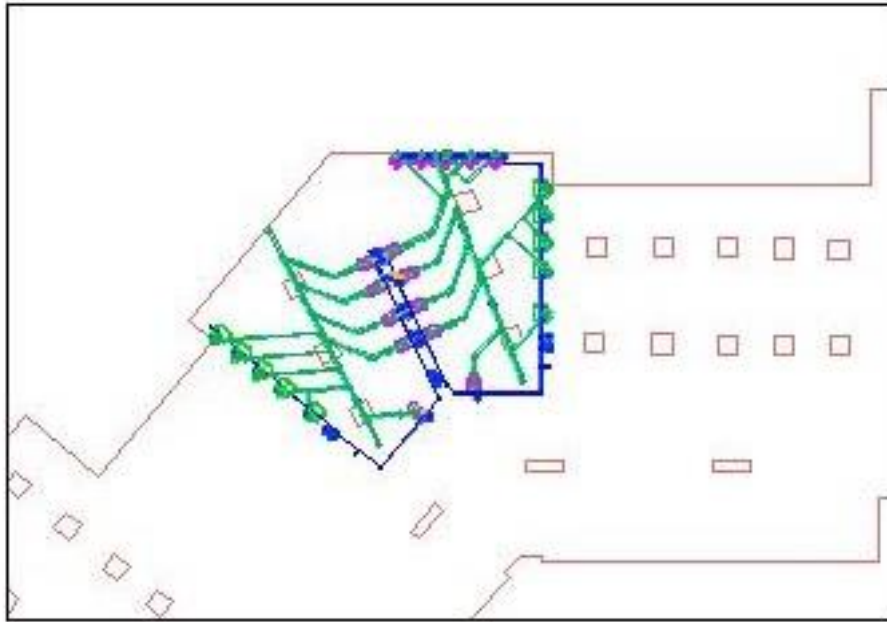


Figura 46. Diseño de Instalaciones Sanitarias - Primer Nivel

- Plano en planta segundo nivel

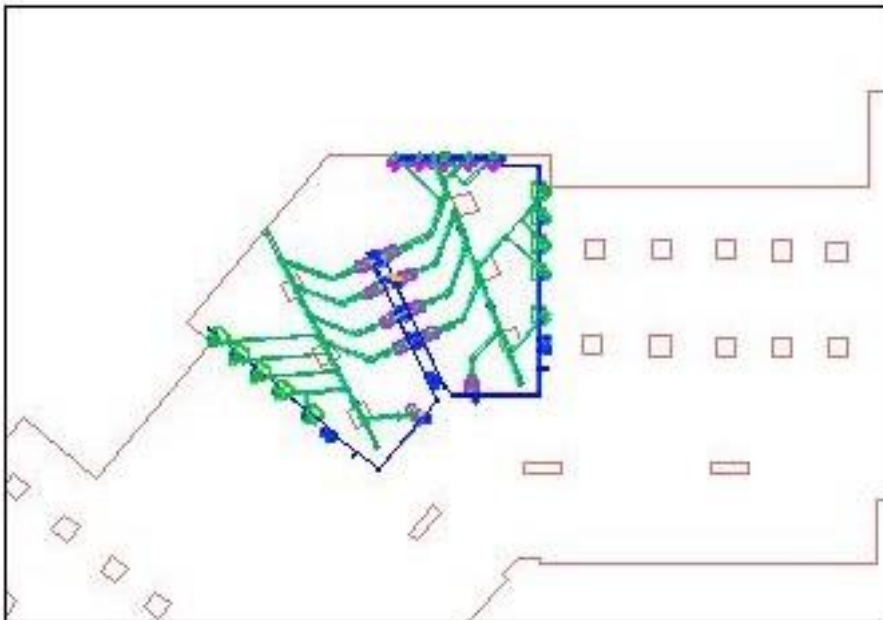


Figura 47. Diseño de Instalaciones Sanitarias - Segundo Nivel

- Plano en planta tercer nivel nivel

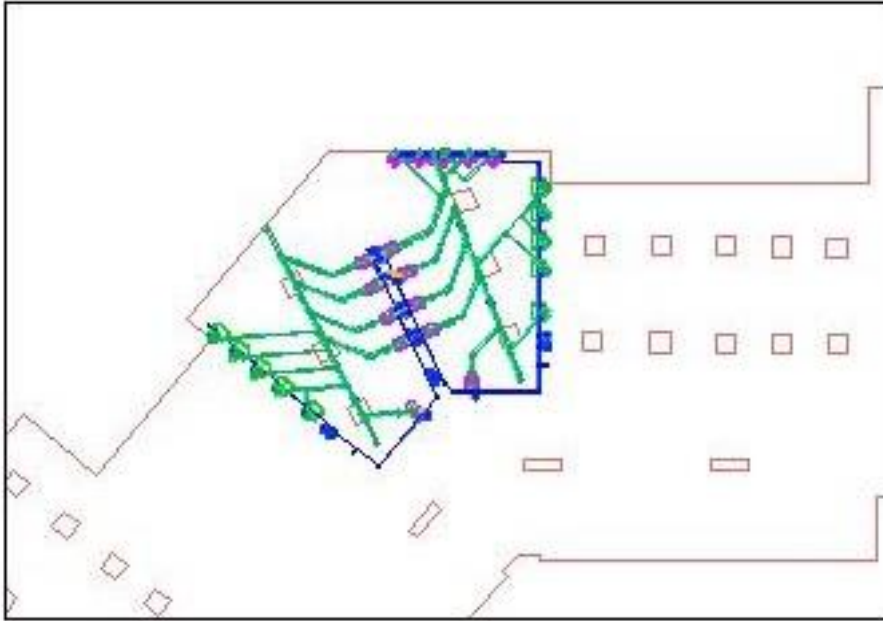


Figura 48. Diseño de Instalaciones Sanitarias - Tercer Nivel

- Plano en cuarto nivel

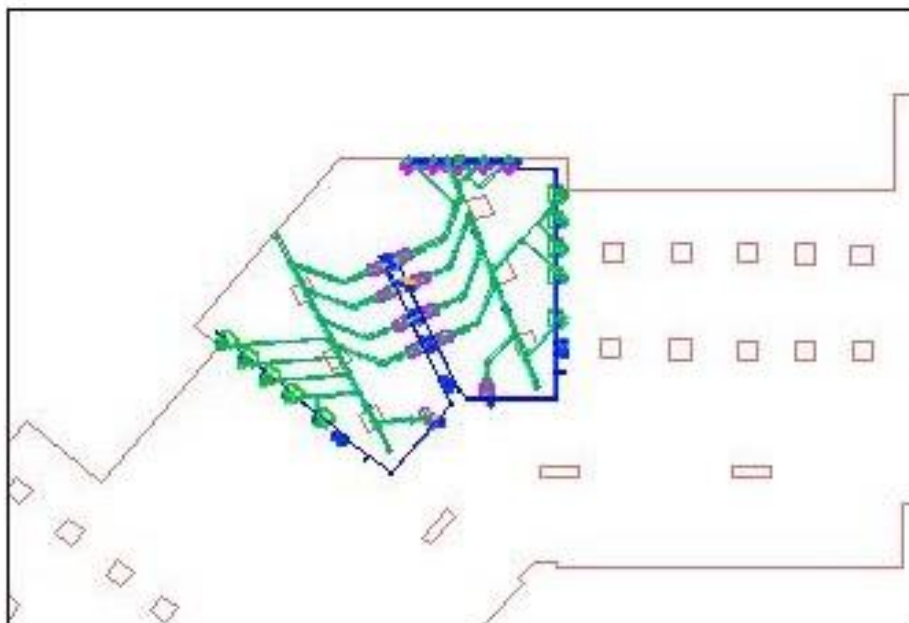


Figura 49. Diseño de Instalaciones Sanitarias - Cuarto Nivel

- Diseño de la edificación con AutoCAD

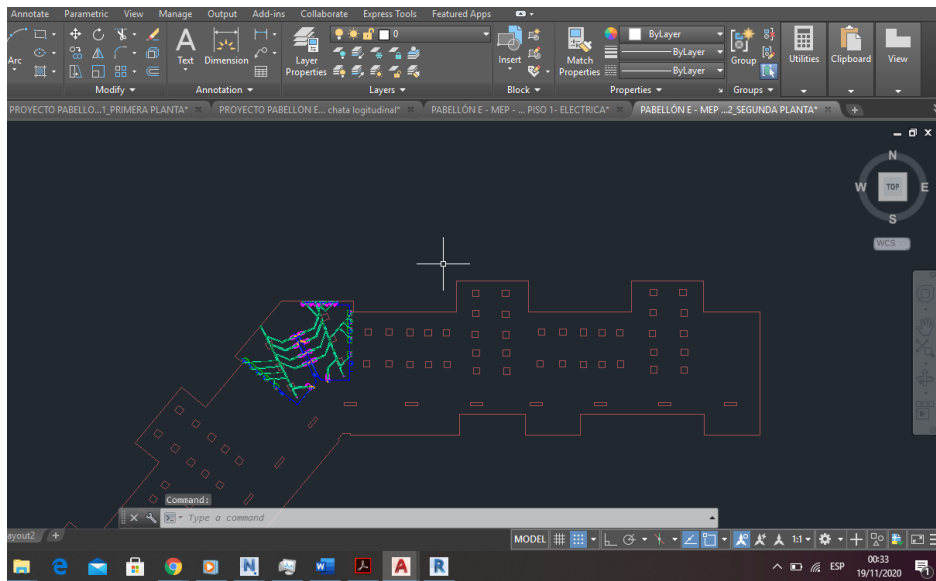


Figura 50. Diseño de Instalaciones Sanitarias con AutoCAD

Seguidamente se procedió a la elaboración de diferentes vistas de diseño de cada elemento de instalación sanitarias con las que cuenta la edificación.

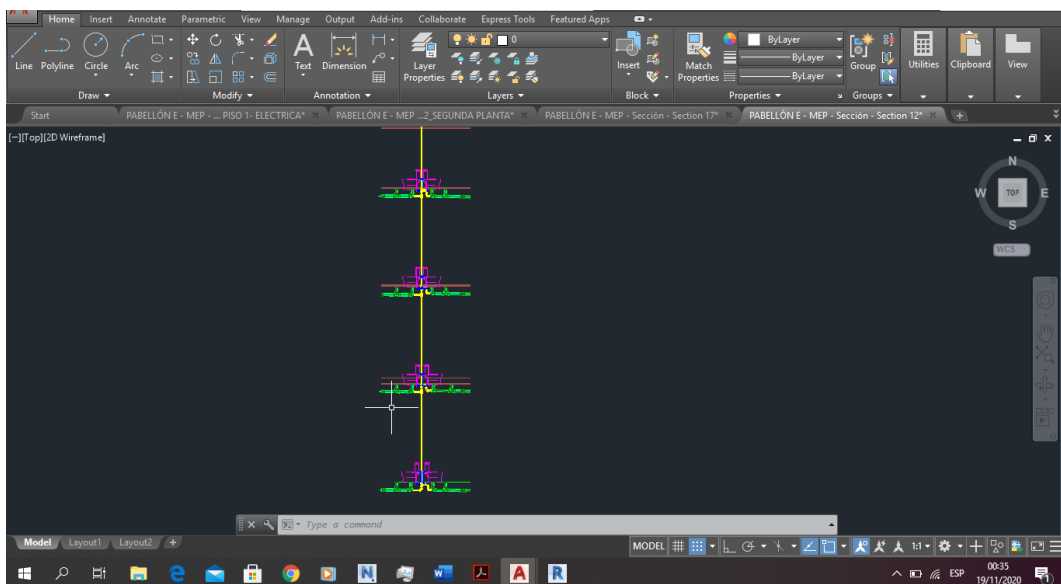


Figura 51. Diseño de Instalaciones Sanitarias – Vista sección con AutoCAD

3.4.4. Instalaciones Eléctricas

Una vez definidos tanto los diseños arquitectónicos como los diseños estructurales de la edificación del pabellón E de la Universidad Peruana Unión. Filial Juliaca, se procede a realizar el diseño de Instalaciones Eléctricas, todo esto con la ayuda del software de AutoCAD

- Plano en planta primer nivel

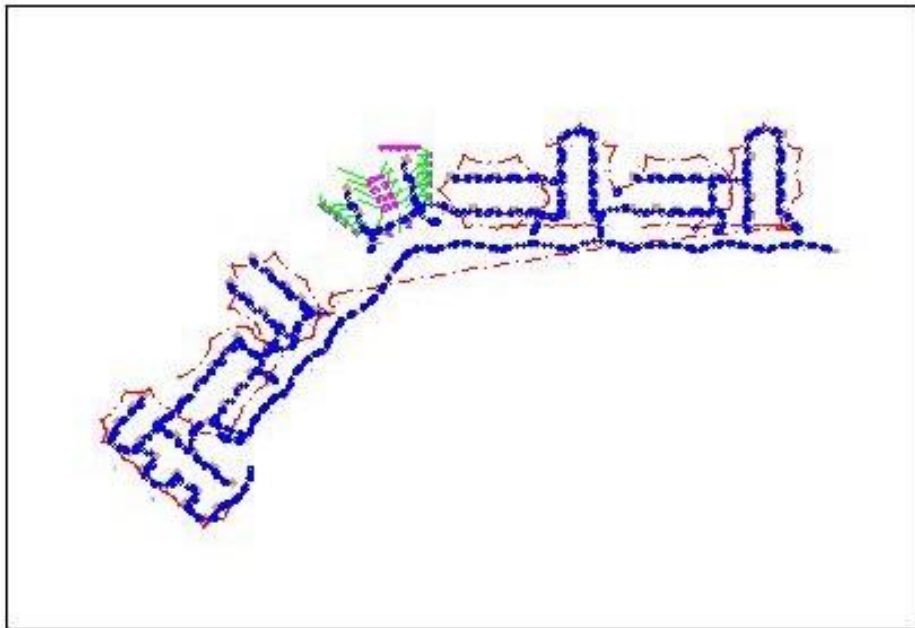


Figura 52. Diseño de Instalaciones Eléctricas- Primer Nivel

- Plano en planta segundo nivel

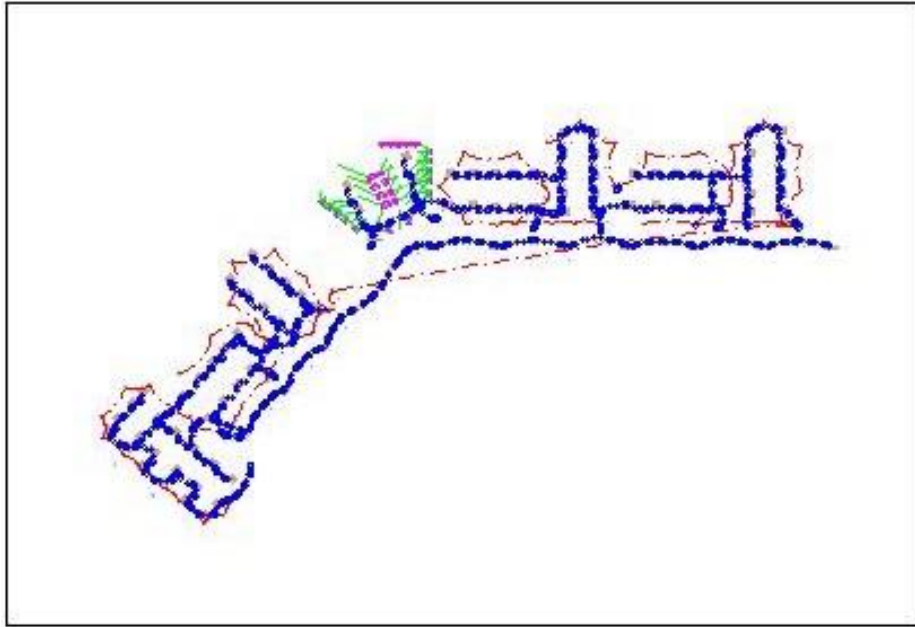


Figura 53. Diseño de Instalaciones Eléctricas - Segundo Nivel

- Plano en planta tercer nivel

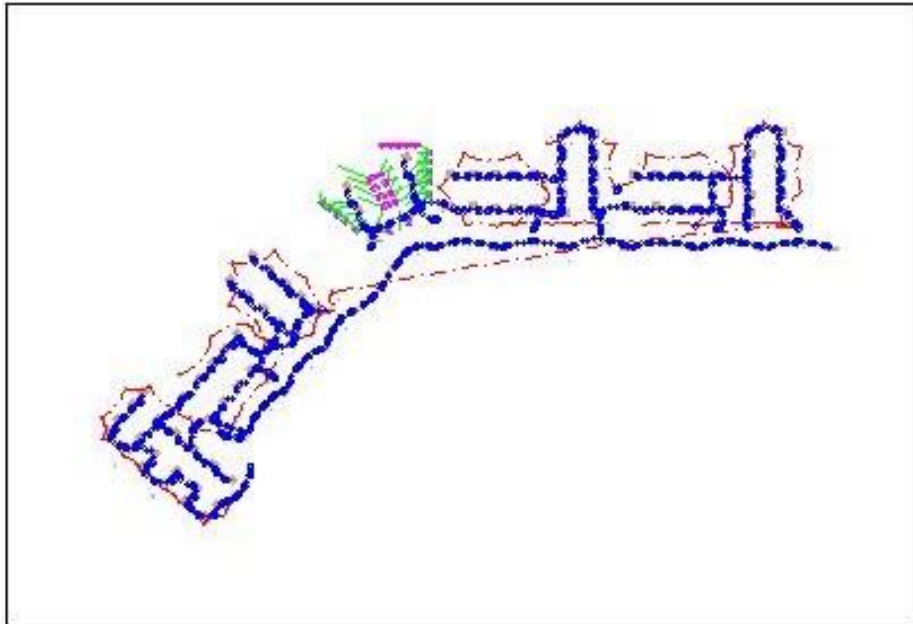


Figura 54. Diseño de Instalaciones Eléctricas - Tercer Nivel

- Plano en cuarto nivel

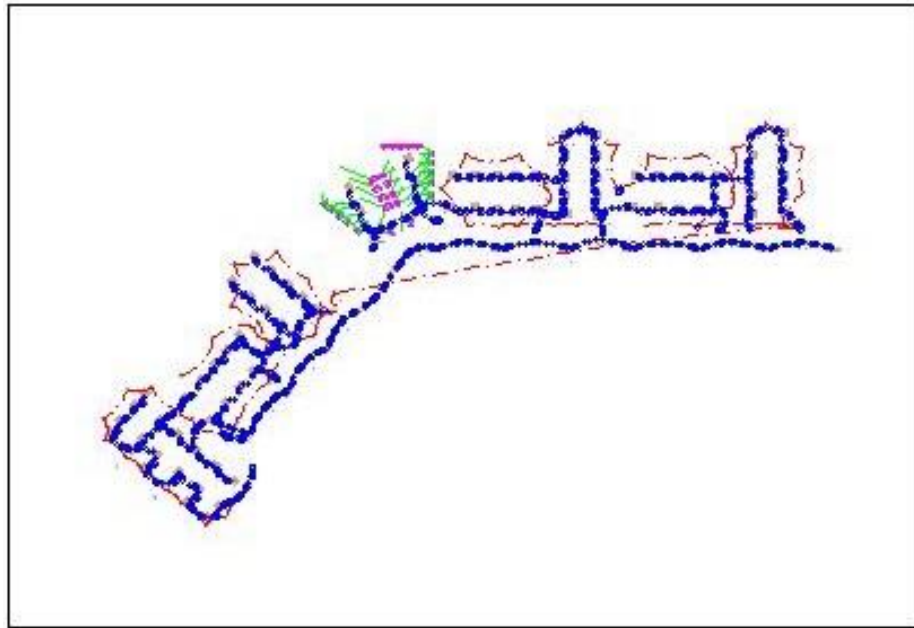


Figura 55. Diseño de Instalaciones Eléctricas - Cuarto Nivel

- Diseño de la edificación con AutoCAD

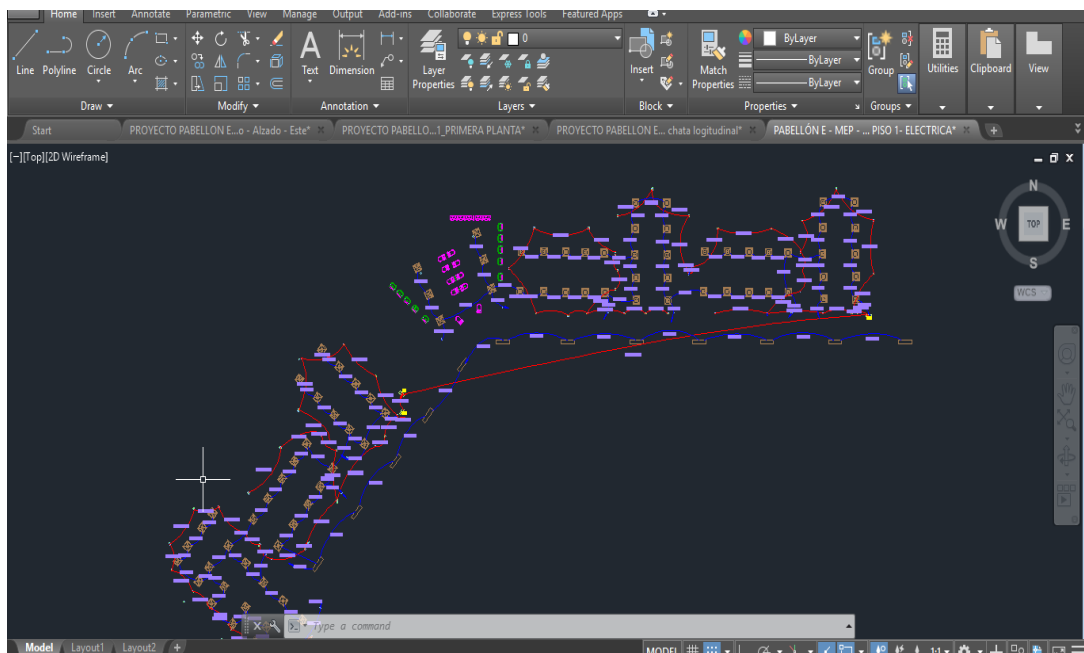


Figura 56. Diseño de Instalaciones Eléctricas con AutoCAD

Seguidamente se procedió a la elaboración de diferentes vistas de diseño de cada elemento de instalaciones eléctricas con los cuenta la edificación.

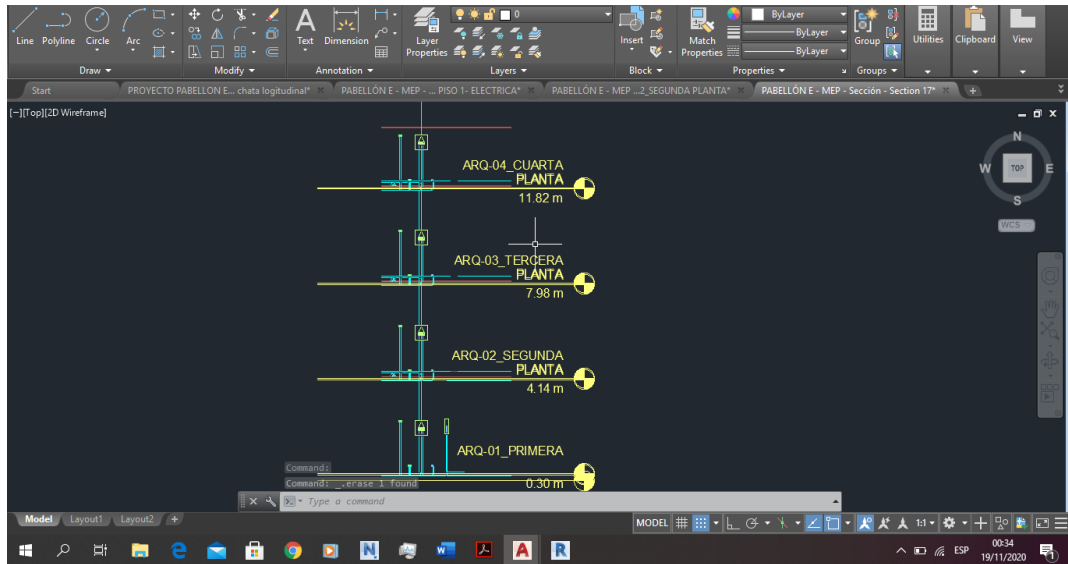


Figura 57. Diseño de Instalaciones Eléctricas-Vista sección con AutoCAD

3.4.5. Presupuesto

Continuando con la elaboración del proyecto de construcción, se procede a elaborar el presupuesto de la edificación, dicho trabajo se realizó con la ayuda del software S10.

04.02.07.04	Tomacorriente bipolar doble c/ toma a tierra	und	S/ 20.00	252.00	S/ 5,040.00
04.02.07.05	Tomacorriente bipolar doble c/ toma a tierra empotrado en piso	und	S/ 20.00	10.00	S/ 200.00
04.02.07.06	Tomacorriente bipolar simple	und	S/ 15.00	55.00	S/ 825.00
04.02.07.07	Interruptor simple	und	S/ 18.00	23.00	S/ 398.00
04.02.07.08	Interruptor doble	und	S/ 18.00	28.00	S/ 448.00
04.02.07.09	Conmutador doble	und	S/ 18.00	8.00	S/ 144.00
05. INSTALACIONES DE COMUNICACIONES					
05.01 Cables en tuberías					
05.01.01	Conexión fibra óptica desde DTI	m	S/ 120.00	90.00	S/ 10,800.00
05.01.02	Cables tipo - UTP	m	S/ 20.00	380.48	S/ 7,609.60
05.01.03	Cable de audio y video (HDMI)	m	S/ 20.00	109.00	S/ 3,380.00
05.02 Canaletas, conductos y/o tuberías					
05.02.01	Canaleta de PVC 20x10mm	m	S/ 5.00	12.00	S/ 60.00
05.02.02	Tubería PVC - SAP - 3/4"	m	S/ 4.00	389.00	S/ 1,556.00
05.02.03	Tubería PVC - SAP - 1"	m	S/ 6.00	280.00	S/ 1,680.00
05.03 Salida de comunicaciones					
05.03.01	Salida de red empotrables (conectores hembra rj 45)	und	S/ 22.00	46.00	S/ 1,012.00
05.03.02	Salida de HDMI	und	S/ 80.00	78.00	S/ 6,240.00
05.03.03	Salida de red (conectores macho rj 45)	und	S/ 40.00	46.00	S/ 1,840.00
05.03.04	Router wifi adosable en techo	und	S/ 280.00	16.00	S/ 4,160.00
05.03.05	Pulsadores electrónicos	und	S/ 800.00	8.00	S/ 4,800.00
05.04 Rack de comunicaciones					
05.04.01	Rack de piso de comunicaciones de 36u	und	S/ 1,000.00	1.00	S/ 1,000.00

COSTO DIRECTO	S/ 3,849,612.38
GASTOS GENERALES 12%	S/ 461,953.49
UTILIDAD 10%	S/ 46,195.35
SUB TOTAL	S/ 4,311,565.87
IGV 18%	S/ 776,081.86
PRESUPUESTO TOTAL	S/ 5,087,647.73

3.5. Modelamiento BIM

3.5.1. Información previa necesaria para el modelamiento BIM

En esta etapa del proyecto se procedió a realizar el modelamiento de los diferentes elementos constructivos, además de los sistemas eléctricos y de saneamiento, conforme se realizaba el modelamiento se tuvieron diferentes cambios en la especialidad de arquitectura y estructuras, estos cambios no fueron de gran problema debido a que el modelamiento BIM realiza un trabajo colaborativo, que permitió la actualización del proyecto en tiempo real, prosiguiendo con el avance normal en las demás especialidades.

3.5.1.1. Integración

En esta parte del modelamiento BIM, se procedió a integrar el modelo de las diferentes especialidades con el software de Naviswork, luego de realizado el análisis correspondiente se identificaron diferentes interferencias de manera automática, en la etapa de planificación, se procedió a realizar un comité de obra para poder discutir y resolver las diferentes interferencias que el proyecto está presentando.

3.5.1.2. Trabajo colaborativo

En primera instancia se realizó la creación de la red de trabajo, de esta manera se accedió a las diferentes modificaciones que se presentaron en el plano de trabajo.

3.5.2. Aplicar Revit 2019 en el Pabellón E

3.5.2.1. Interfaz de Revit

Se tiene la cinta de opciones, panel de propiedades, navegador ed

proyectos, panel de propiedades, barra de visualización

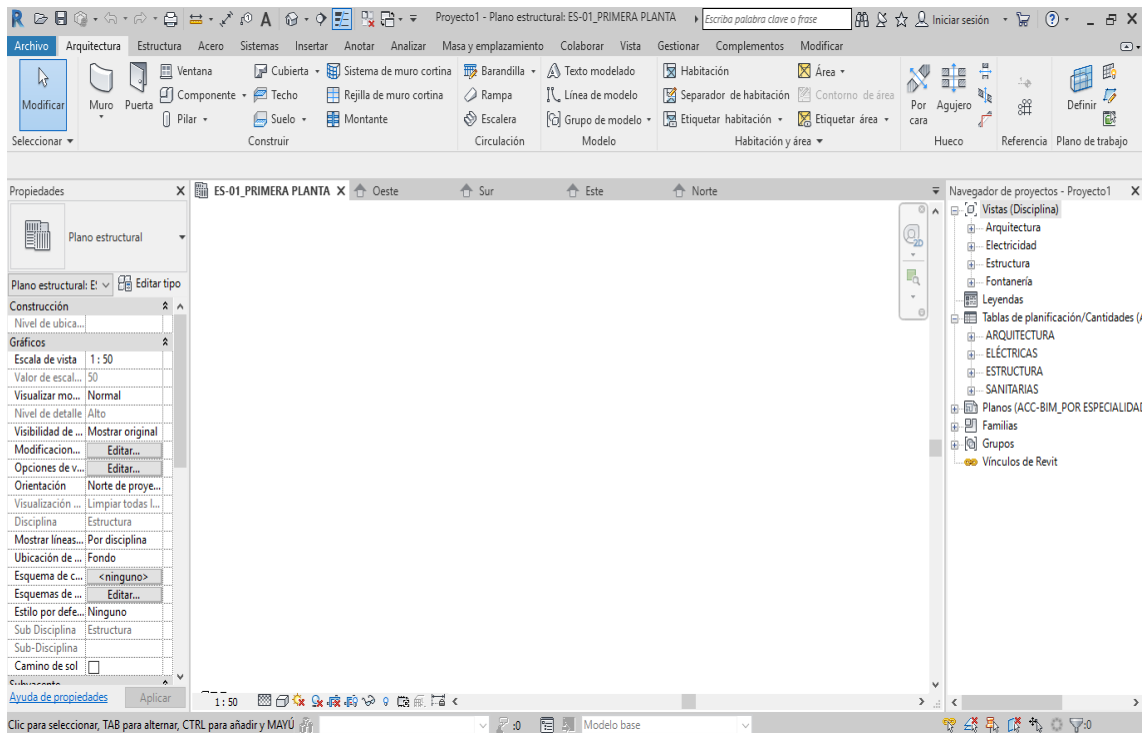


Figura 59. Interfaz de REVIT

3.5.2.2. Tipos de archivos

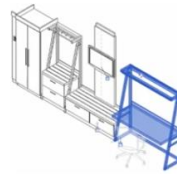
- Proyecto (RVT): Revit, guardas un proyecto como archivo revit.
- Plantilla de proyecto (RTE): Revit template, archivo base.
- Familia (RFA): Revit Family, familias que son cargadas en las plantillas para realizar un mejor proyecto
- Plantilla de Familia (RFT): Revit Family Template, si se desea crear una columna, se debe partir de una plantilla de columnas.

TIPOS DE ARCHIVOS



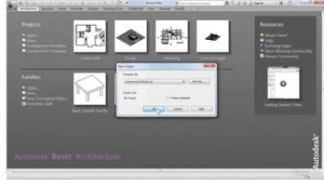
RVT

Proyecto / Project



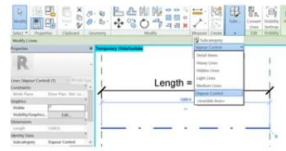
RFA

Familia / Family



RTE

Plantilla / Template



RFT

Plantilla de familia / Family Template

Figura 60. Tipos de archivos REVIT

3.5.2.3. Jerarquía de datos

- Categoría
- Familia
- Tipo
- Ejemplar

JERARQUIA DE ELEMENTOS EN REVIT

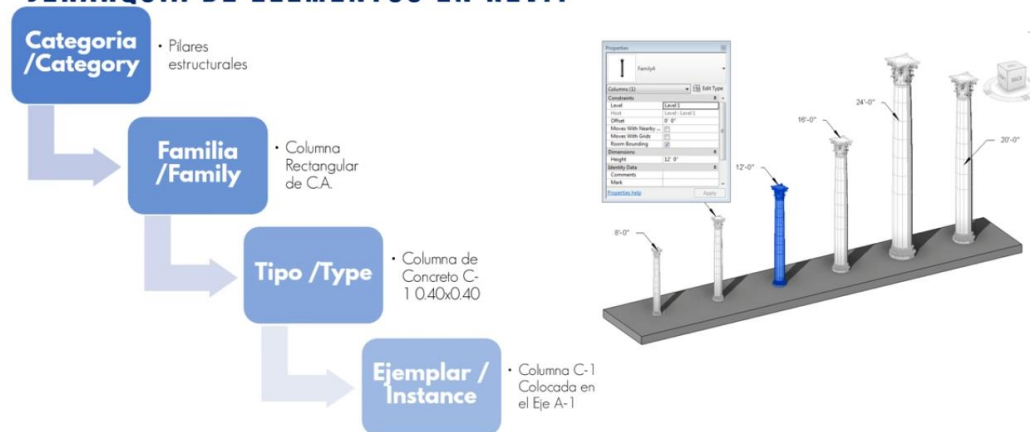


Figura 61. Categoría de elementos en REVIT

3.5.2.4. Referencias de un proyecto

- **Autocad (Archivos externos)**

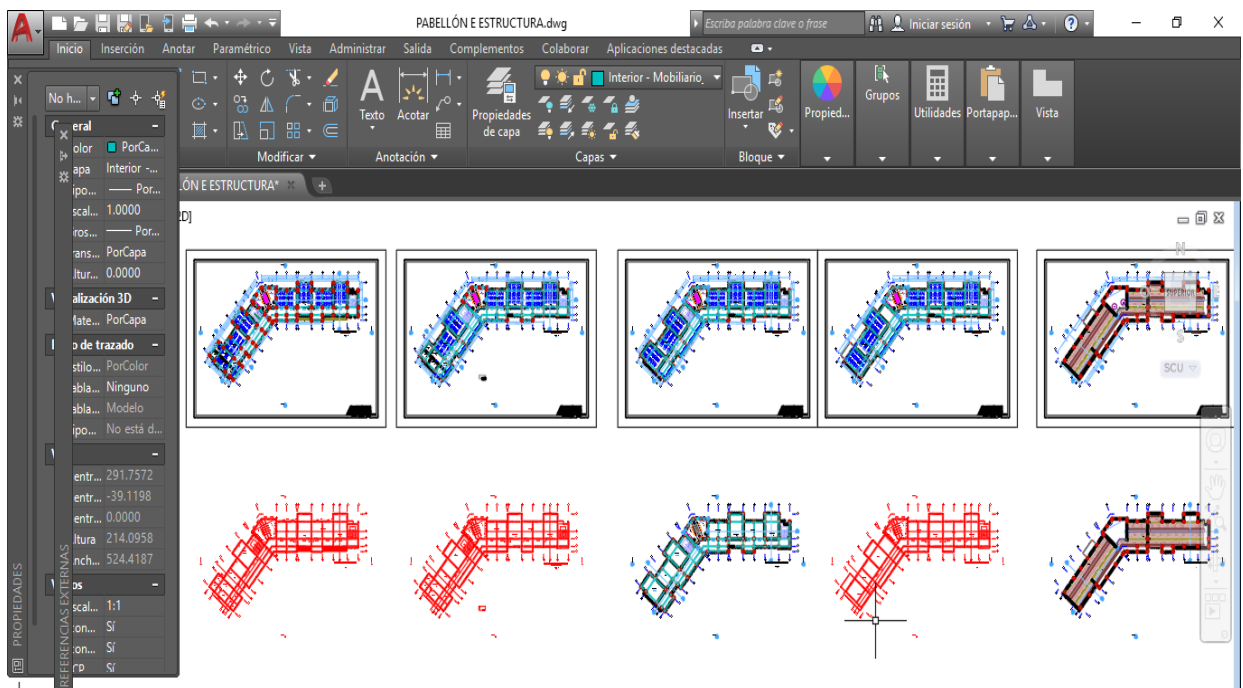


Figura 62. Archivo externo - Arquitectura

- **Plantilla Base (RTE)**

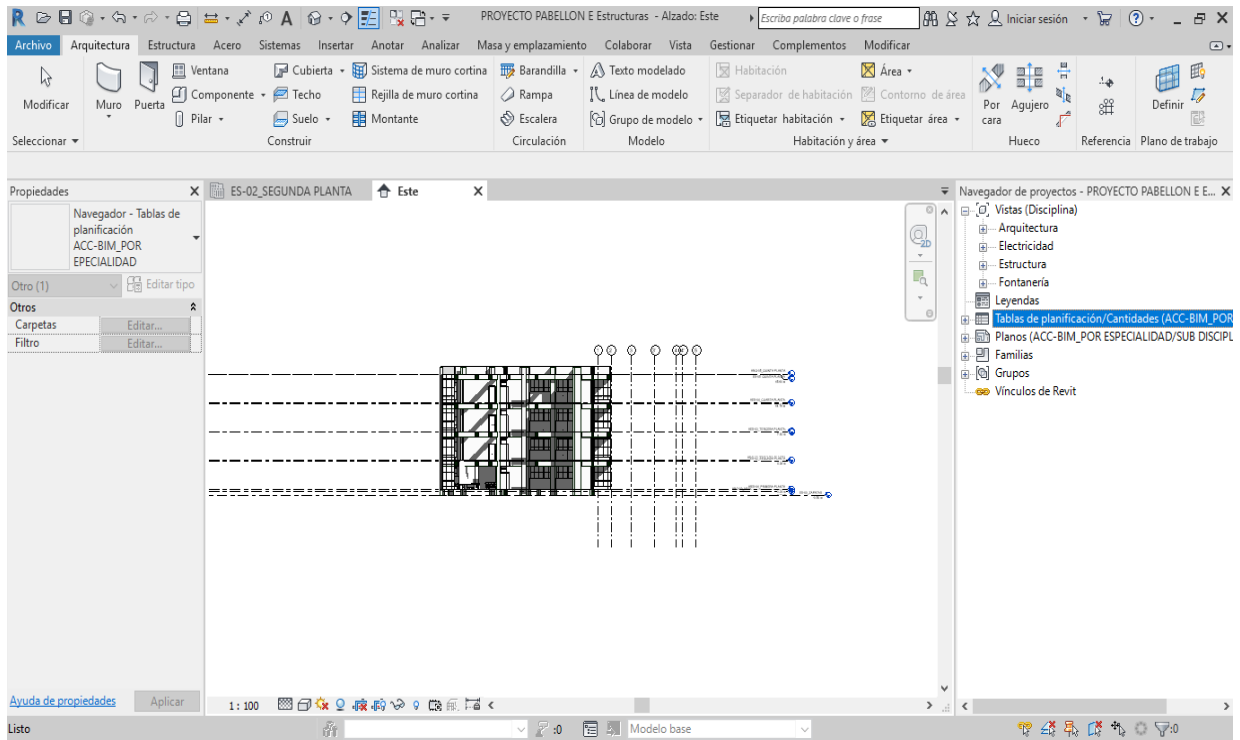


Figura 63. Plantilla base (RTE)

3.5.3. Aplicar Revit Architecture en el Pabellón E

3.5.3.1. Configuración de Niveles

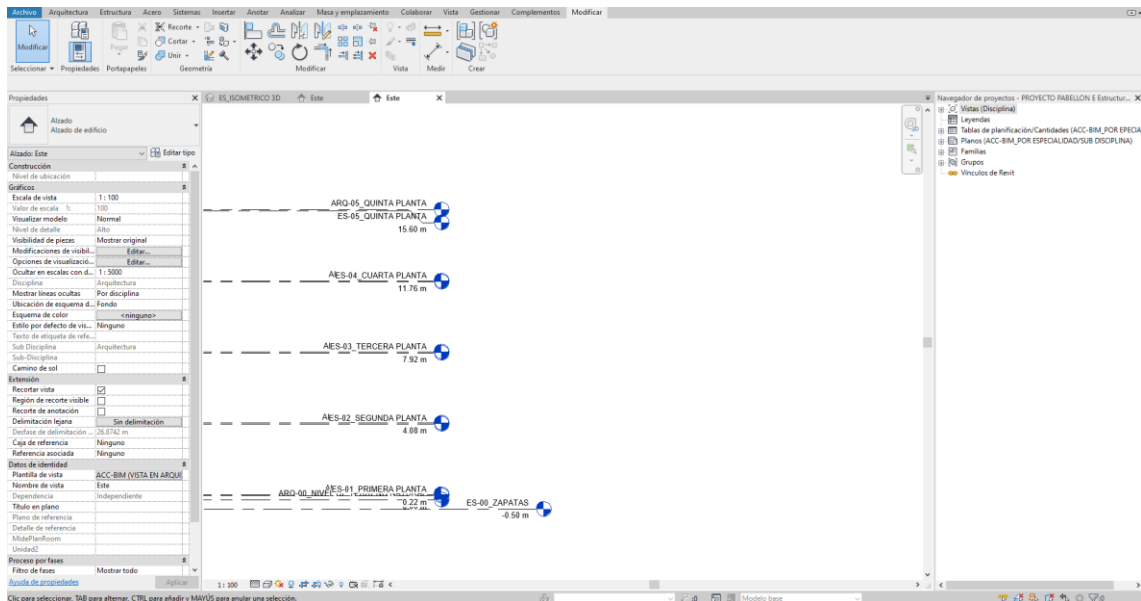


Figura 64. Creación de niveles.

3.5.3.2. Configuración de rejillas

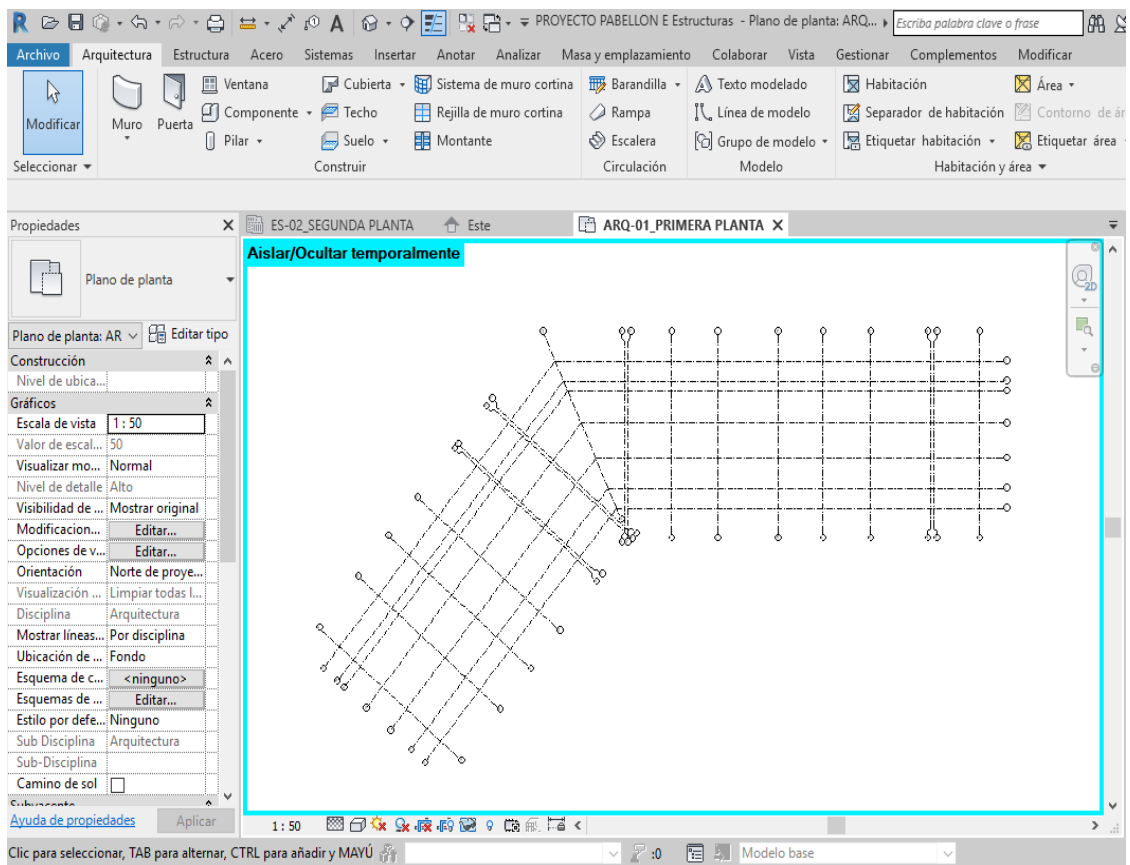


Figura 65. Configuración de rejillas

3.5.3.3. Importar CAD

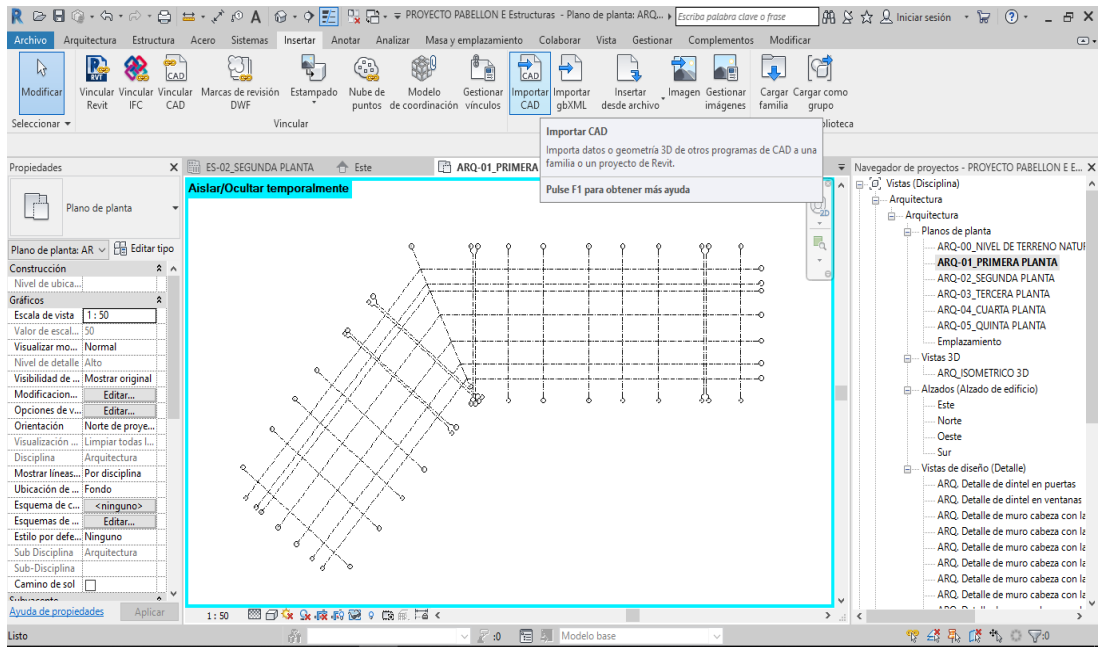


Figura 66. Insertar - Importar CAD

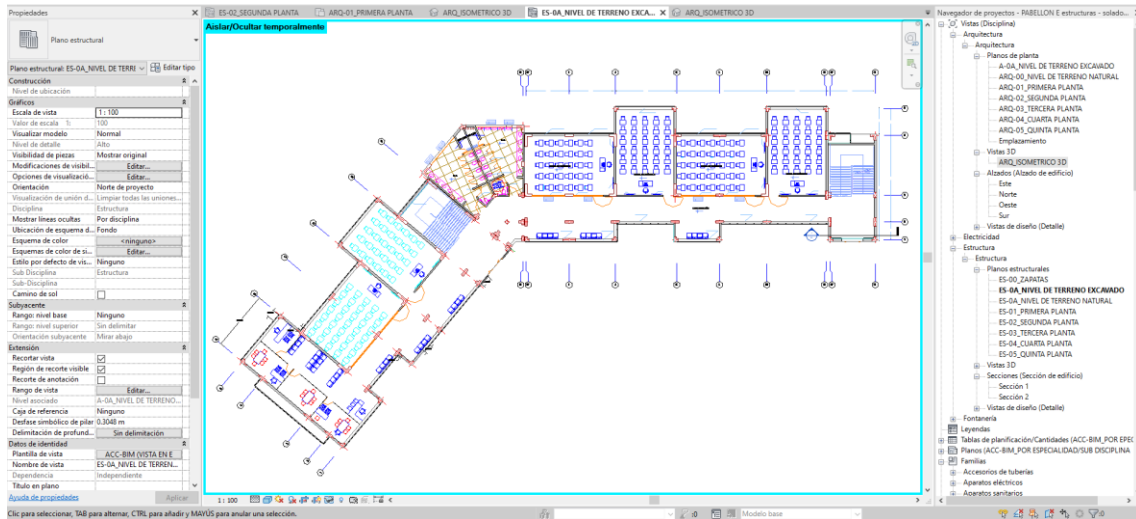


Figura 67. CAD Importado del primer nivel

3.5.3.4. Realizar el modelamiento

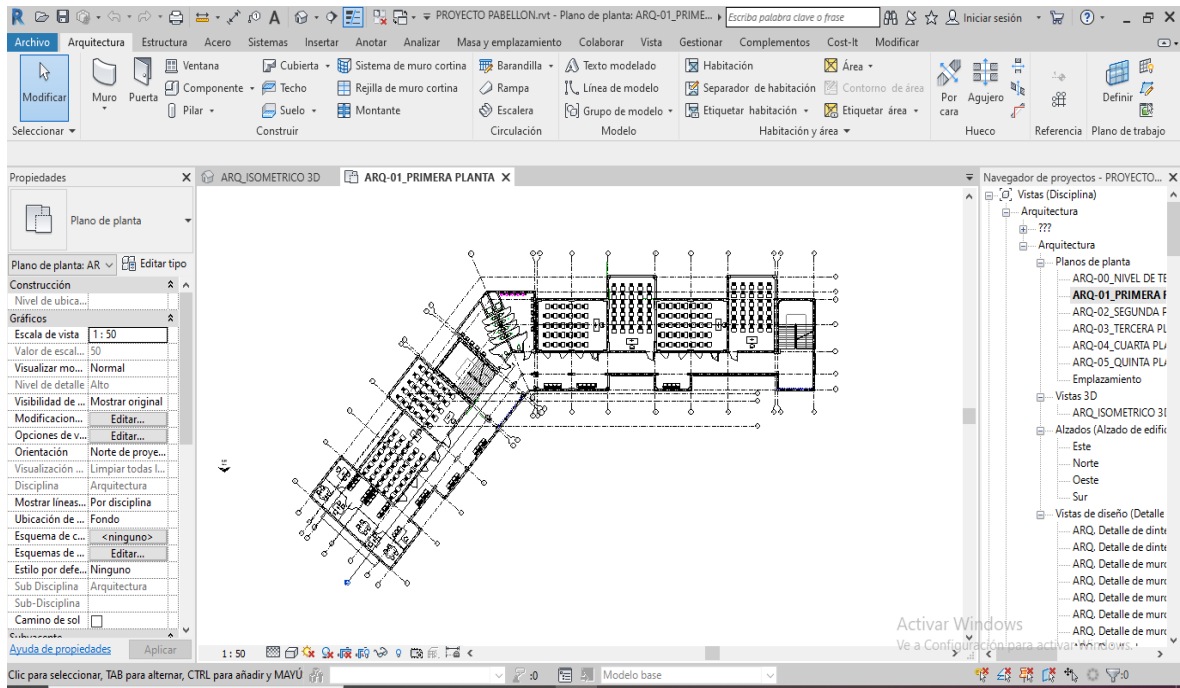


Figura 68. Realizar el modelamiento

3.5.4. Aplicar Revit Structure en el Pabellón E

3.5.4.1. Elementos externos

En base a un CAD, habiéndose realizado un modelo de arquitectura, se trabajará en base al modelo, para así generar los elementos estructurales

3.5.4.2. Columnas

Se colocan las columnas según el requerimiento arquitectónico, en caso de que fuesen típicas, se tienen cargadas en Estructuras -> Pilar.

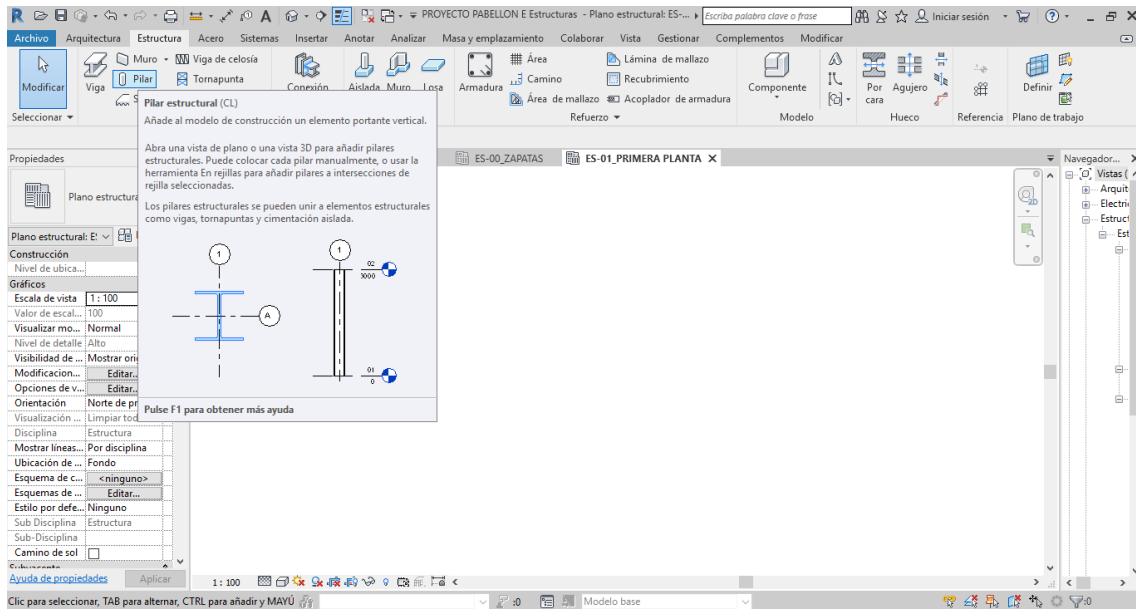


Figura 69 Diseño de columnas

Se crearon las columnas según el plano arquitectónico.

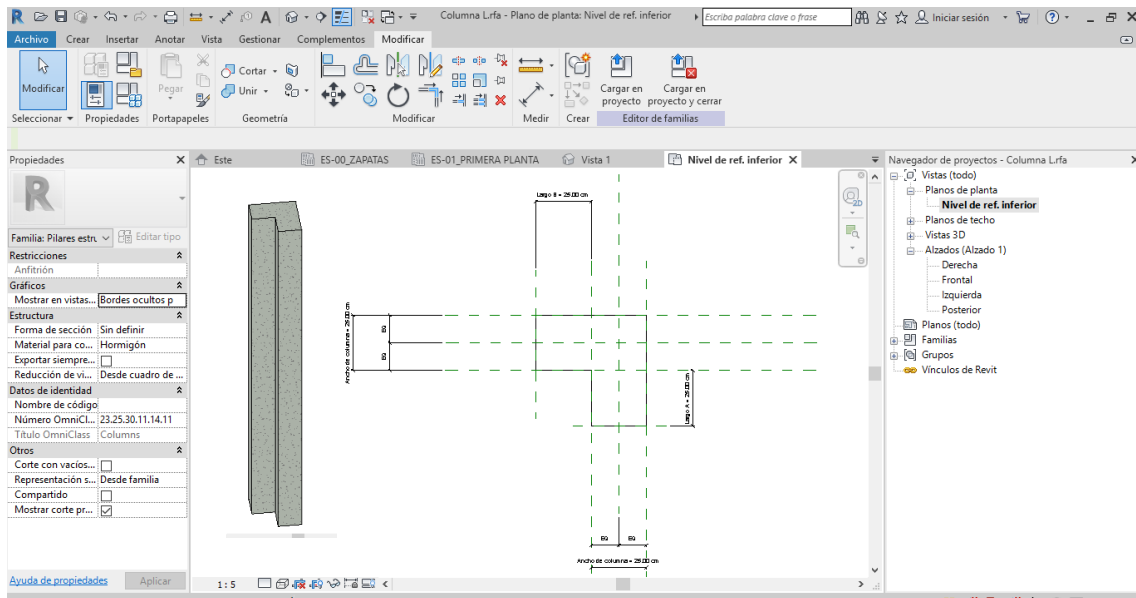


Figura 70. Creación de columnas en plano arquitectónico

- Teniéndose finalmente:

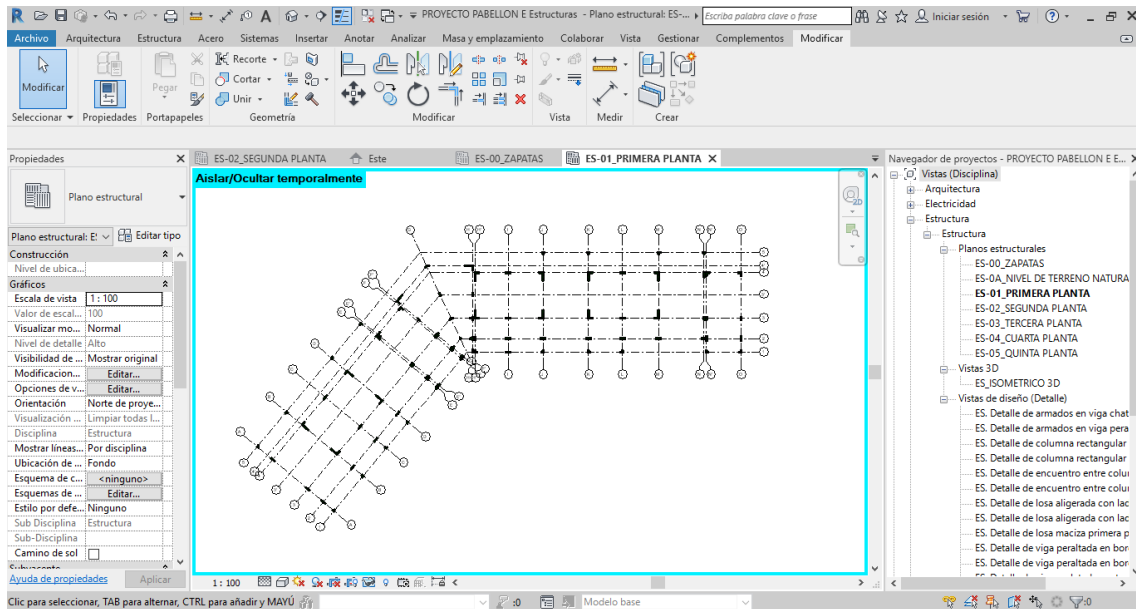


Figura 71. Plano estructural - columnas

- El recubrimiento que reciben es de 4 mm según el RNE.

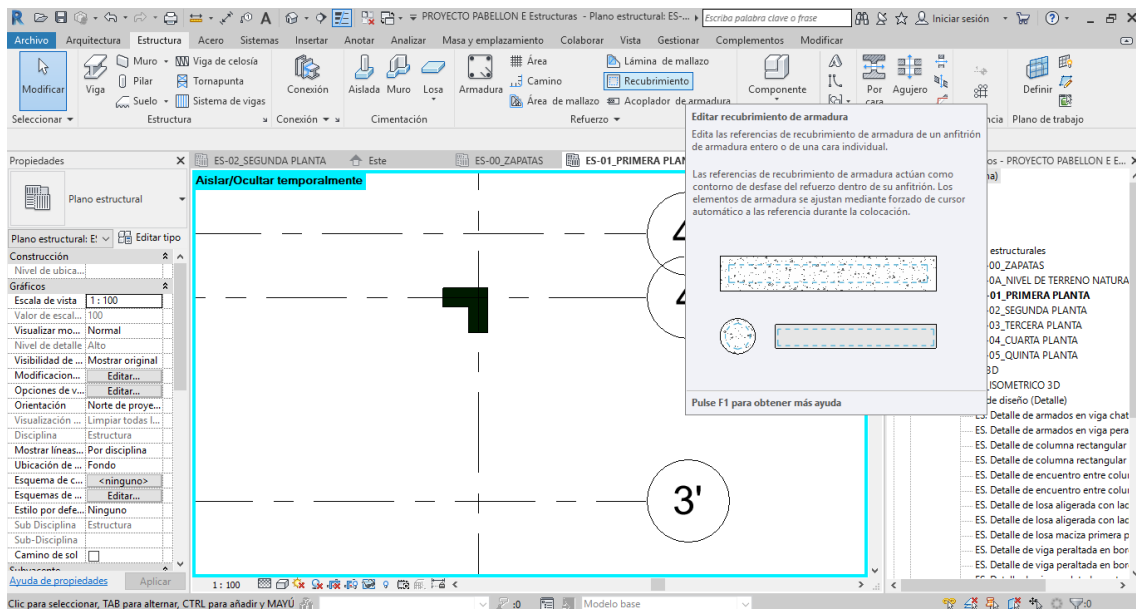


Figura 72 Recubrimiento de vigas y columnas

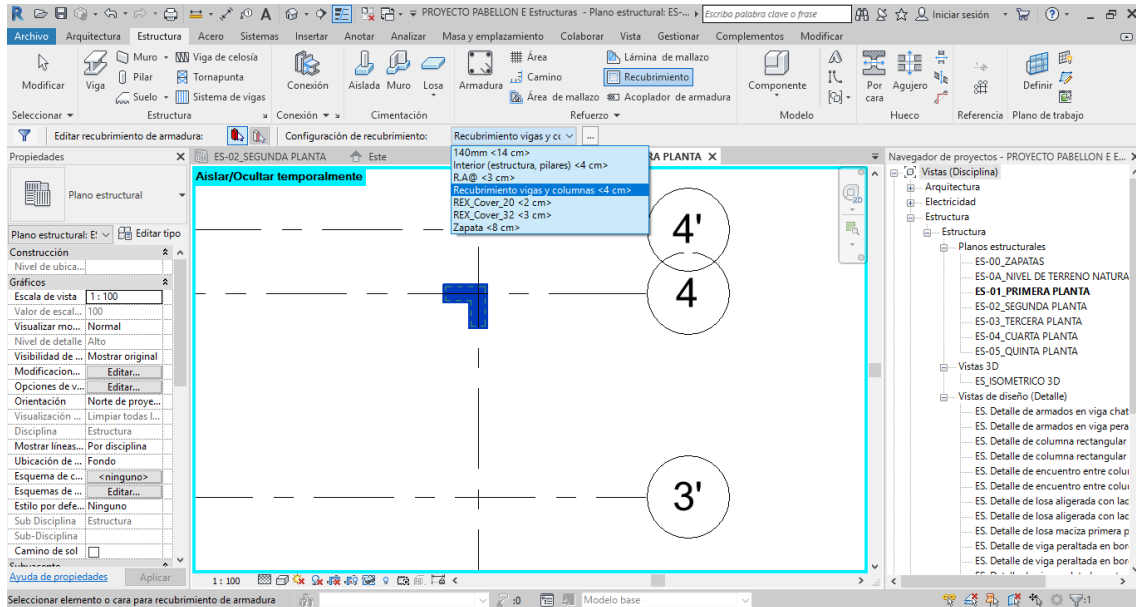


Figura 73. Recubrimiento de vigas y columnas

- Se configuró a su vez el material de la columna, en la barra de propiedades

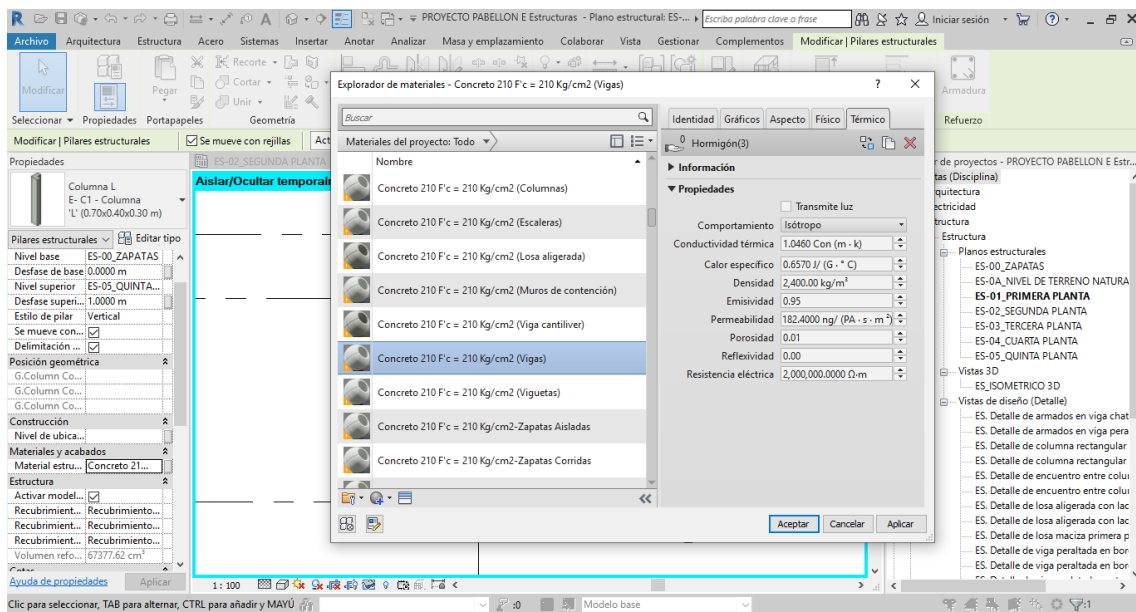


Figura 74. Configuración de materiales

- Con la herramienta armadura, se realizará el armazón estructural de la columna

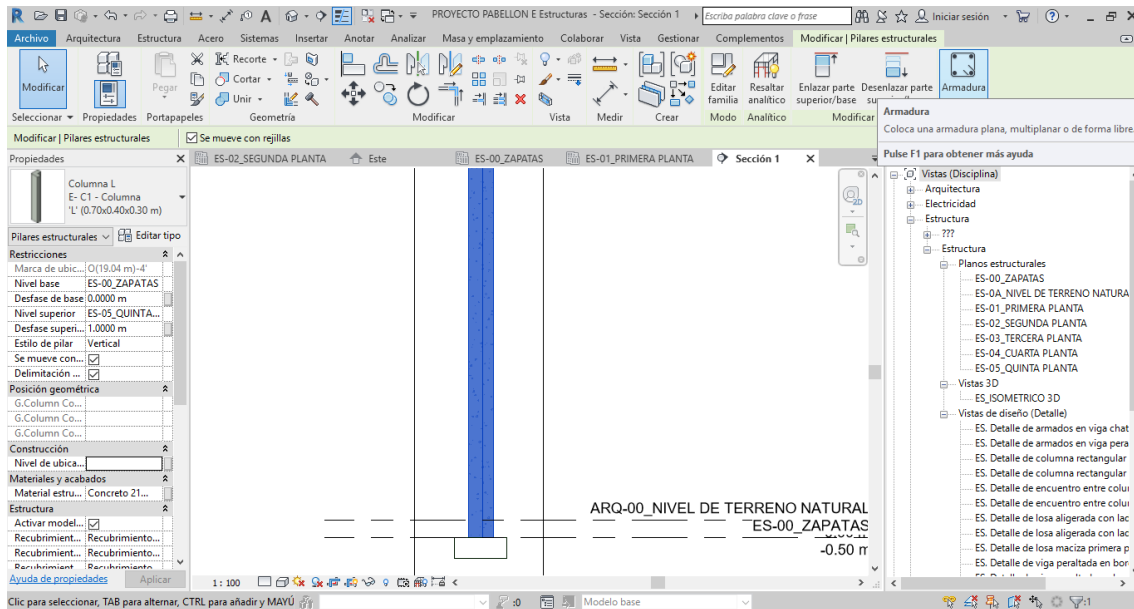


Figura 75. Realización de armazón estructural

Al seleccionarla, se abrirá una barra de diferentes tipos de aceros, y en la ventana de propiedades podemos configurar el diámetro de varilla. Así también tenemos la opción de orientación, que nos será de ayuda para los estribos y varillas longitudinales.

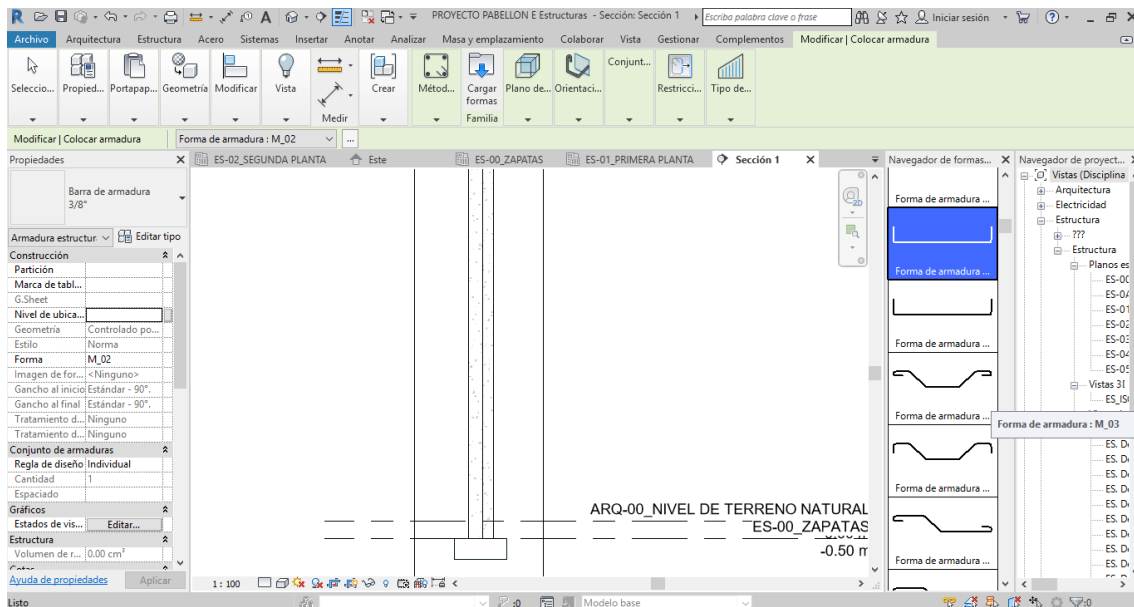


Figura 76 configuración del diámetro de varilla

3.5.4.3. Vigas

Se crearon las vigas de acuerdo al plano arquitectónico y realizando el

predimensionamiento requerido.

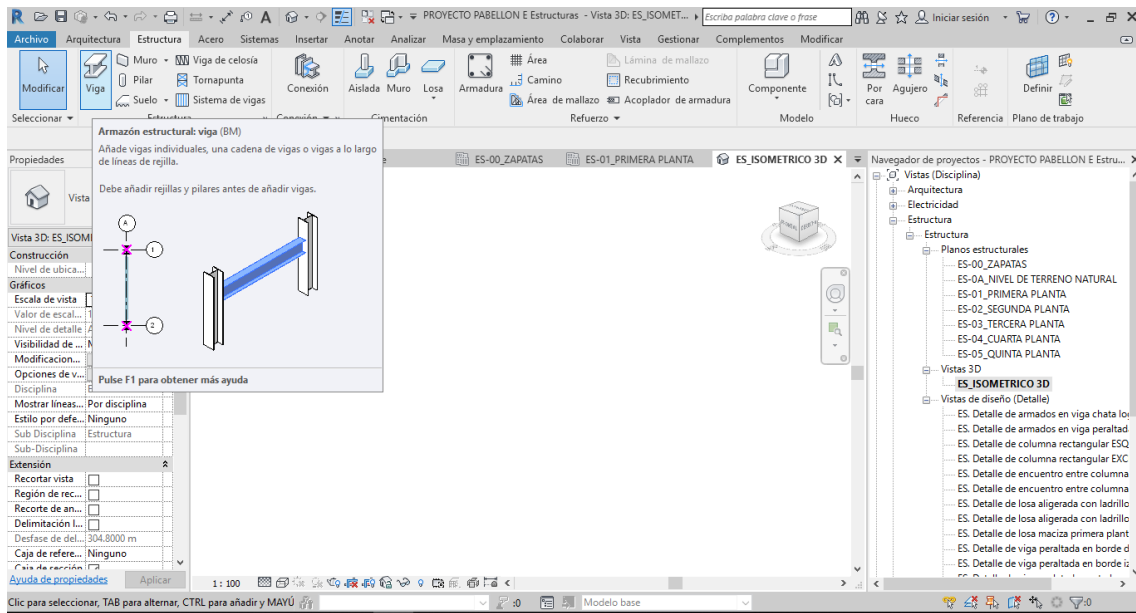


Figura 77 Creación de vigas

Las vigas deben ser colocadas de eje a eje, dando una vista del segundo nivel de la siguiente manera.

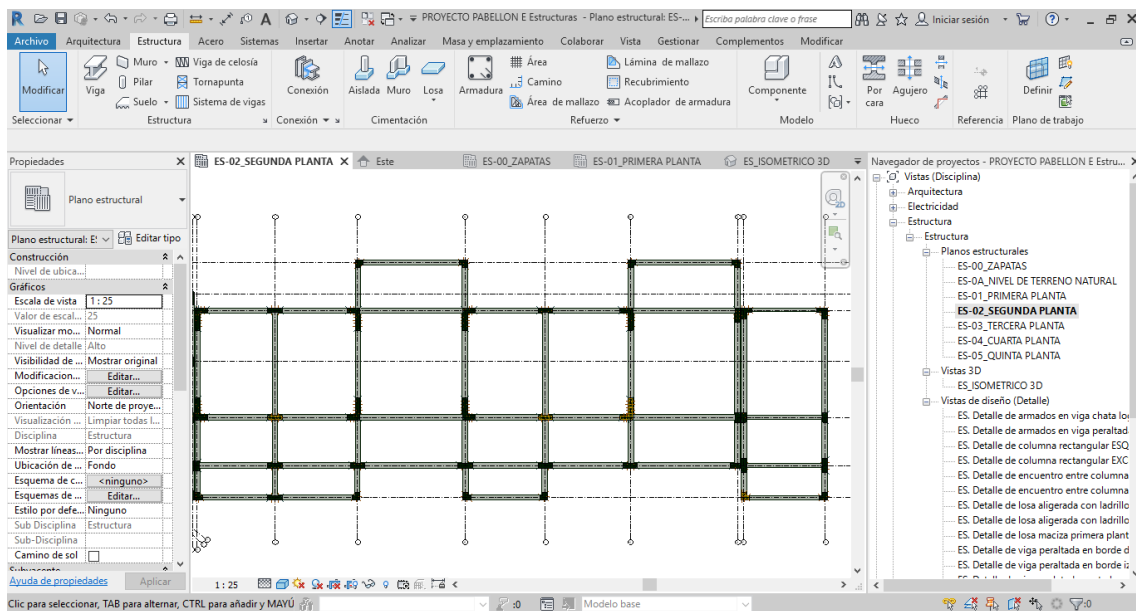


Figura 78 Colocación de vigas en ejes

3.5.4.4. Cimentaciones

Se tienen zapatas aisladas creadas desde Estructuras → Aislada

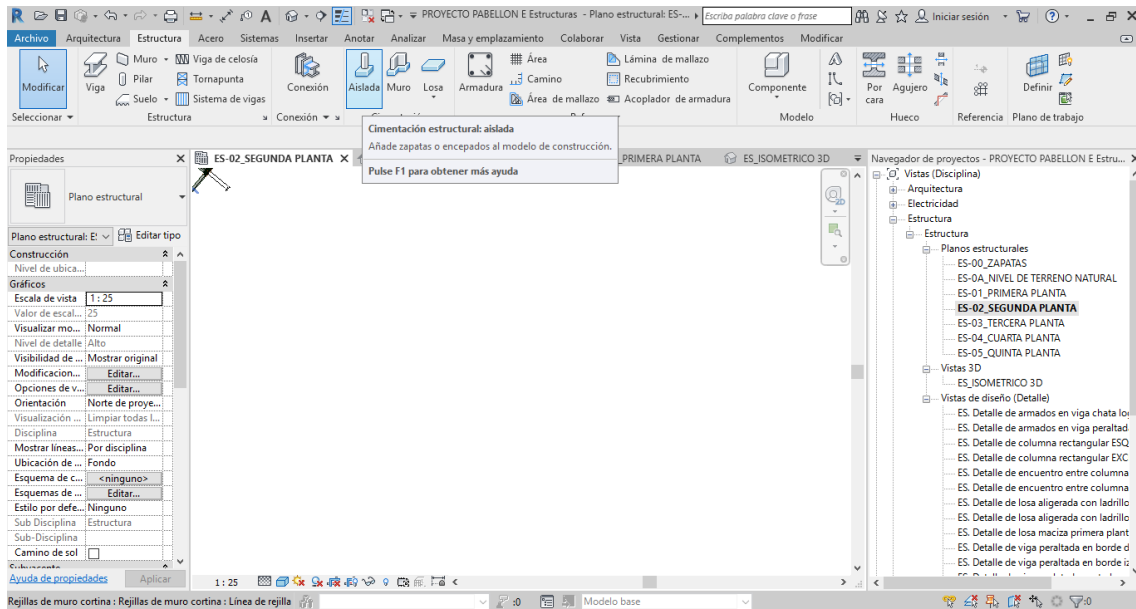


Figura 79 Creación de zapatas.

Teniéndose así las zapatas de la siguiente manera

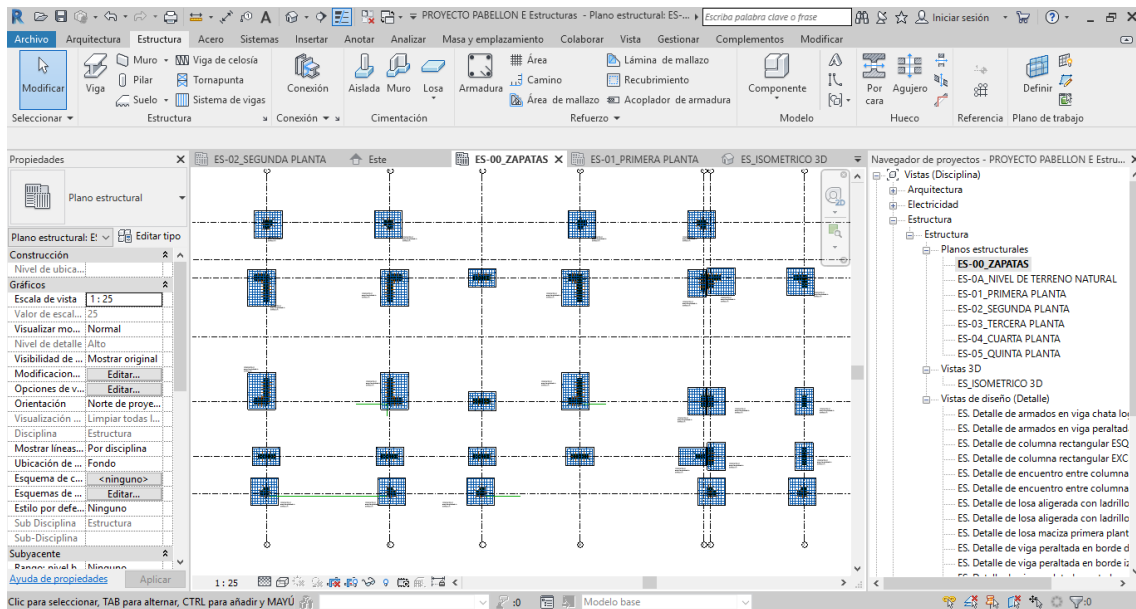


Figura 80 Plano en planta de la creación de zapatas

Finalmente se tiene el modelo con los aceros debidamente colocados.

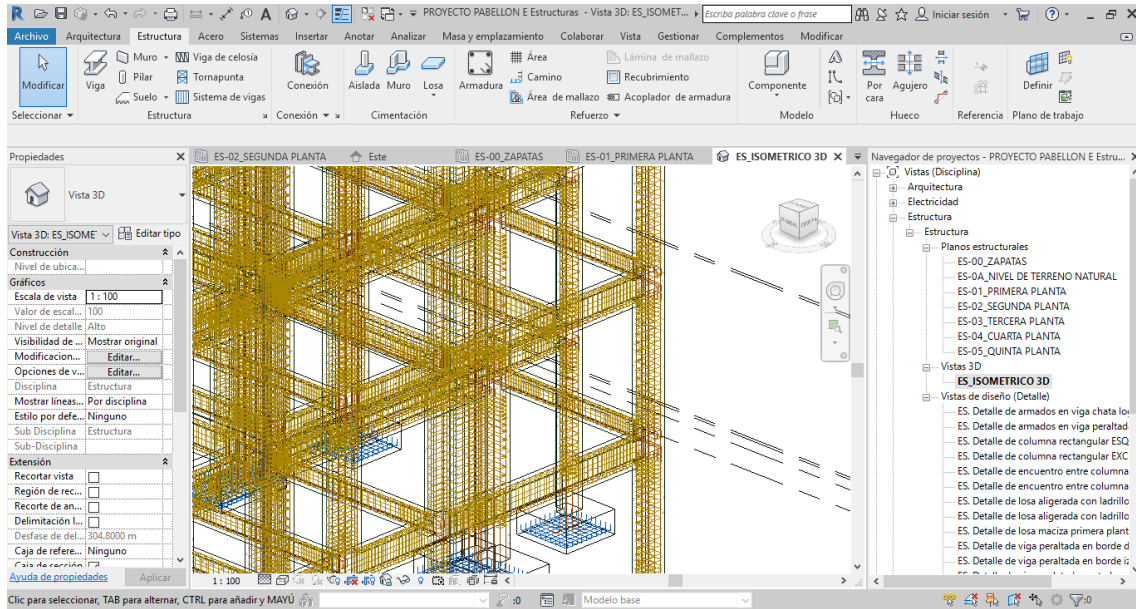


Figura 81 Modelamiento de aceros en 3D

3.5.5. Revit MEP

3.5.5.1. Vinculación de Revit Architecture con Revit MEP

Se gestionó el vínculo de plano del programa REVIT Architecture, para que este pueda servir de modelo en la elaboración de las instalaciones sanitarias y eléctricas.

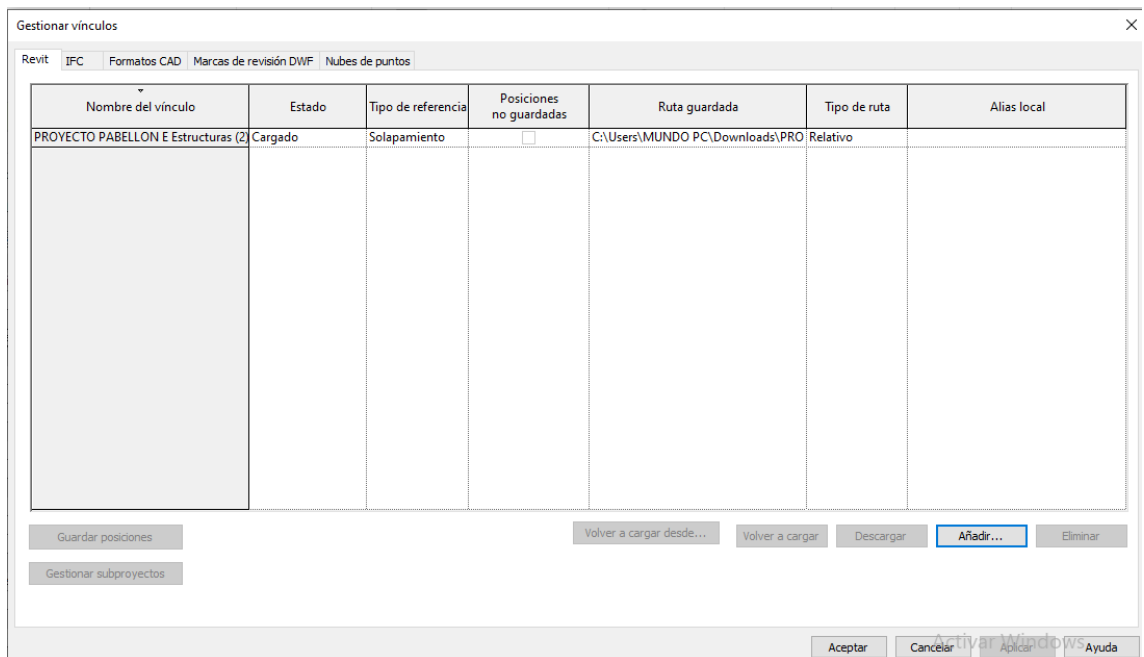


Figura 82. Gestión de vínculos. Revit MEP

3.5.5.2. Configuración de unidades

Antes de realizar el modelamiento se procedió a configurar las unidades de medida de pulg. a m.

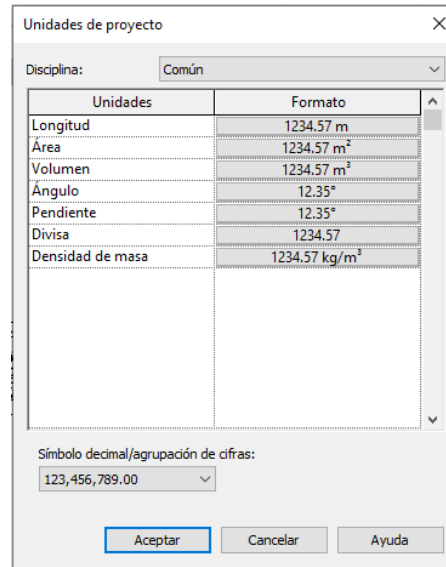


Figura 83. Unidades REVIT

3.5.5.3. Configuración de visualización

Antes de proceder con el modelamiento de las instalaciones sanitarias y eléctricas, se deberá configurar las modificaciones de visibilidad y gráficos, de esta manera poder bloquear elemento que interfieran con el modelado de la especialidad.

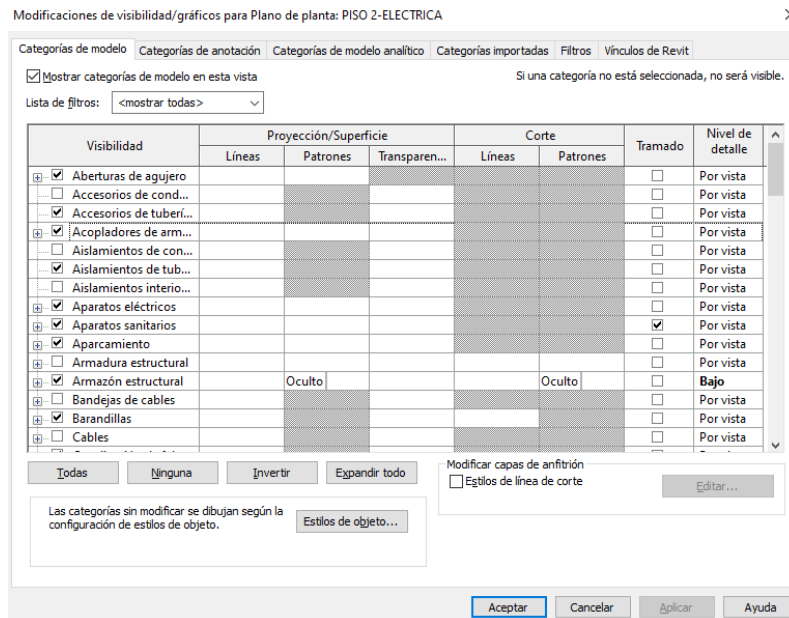


Figura 84. Modificaciones de visibilidad/gráficos.

Fuente: Elaboración propia

REVIT MEP permite introducir filtros que permiten distinguir entre diferentes sistemas ya sea de agua o de electricidad.

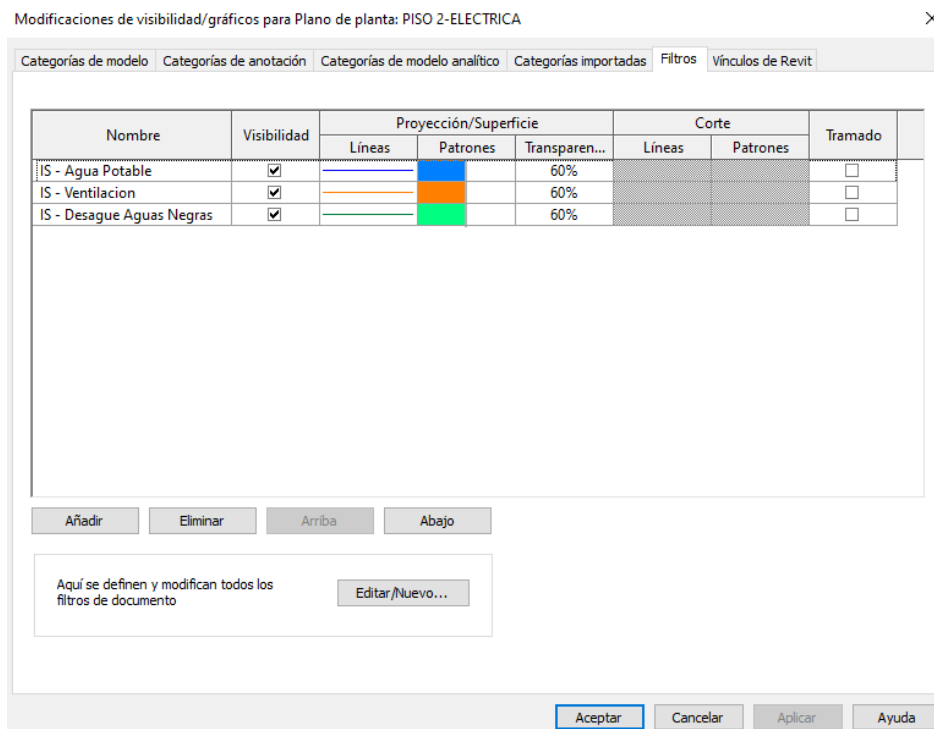


Figura 85 Introducción de filtros para la realización de MEP

3.5.5.4. Instalaciones de agua fría

Luego de realizadas las configuraciones, se procede a realizar el diseño de las instalaciones sanitarias de agua fría.

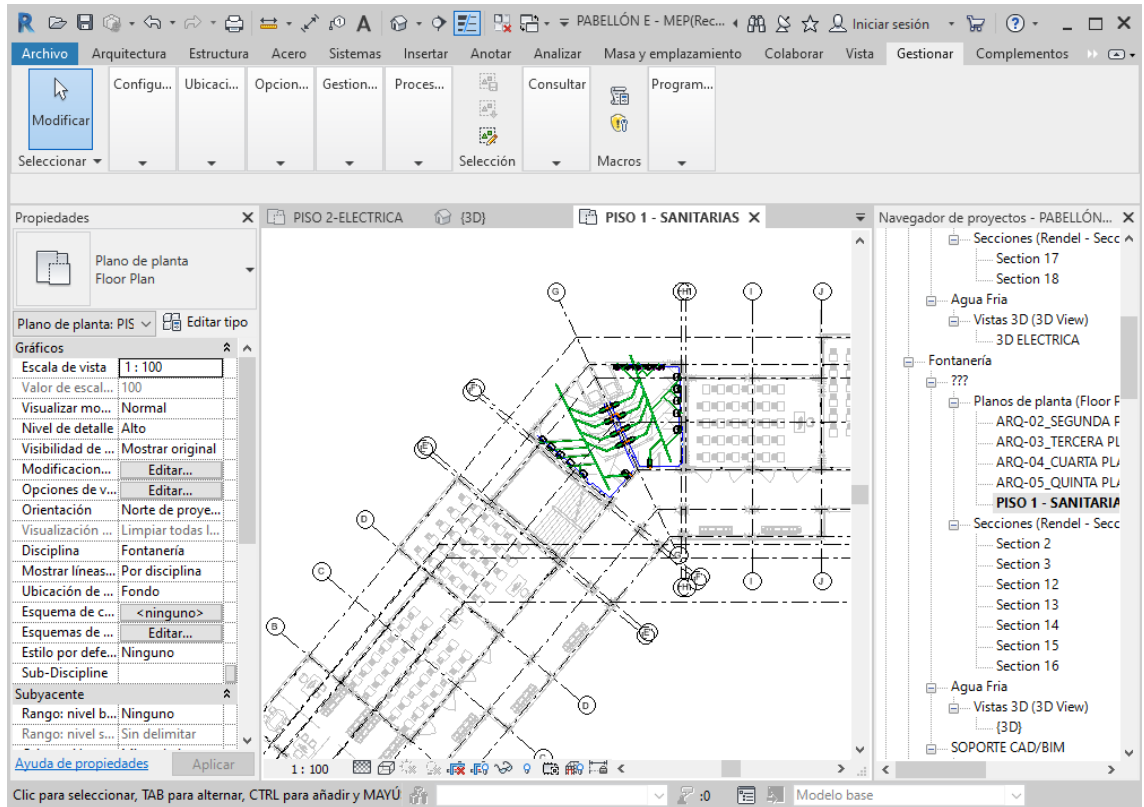


Figura 86 Diseño de Instalaciones Sanitarias – Agua fría

3.5.5.5. Instalaciones de desagüe

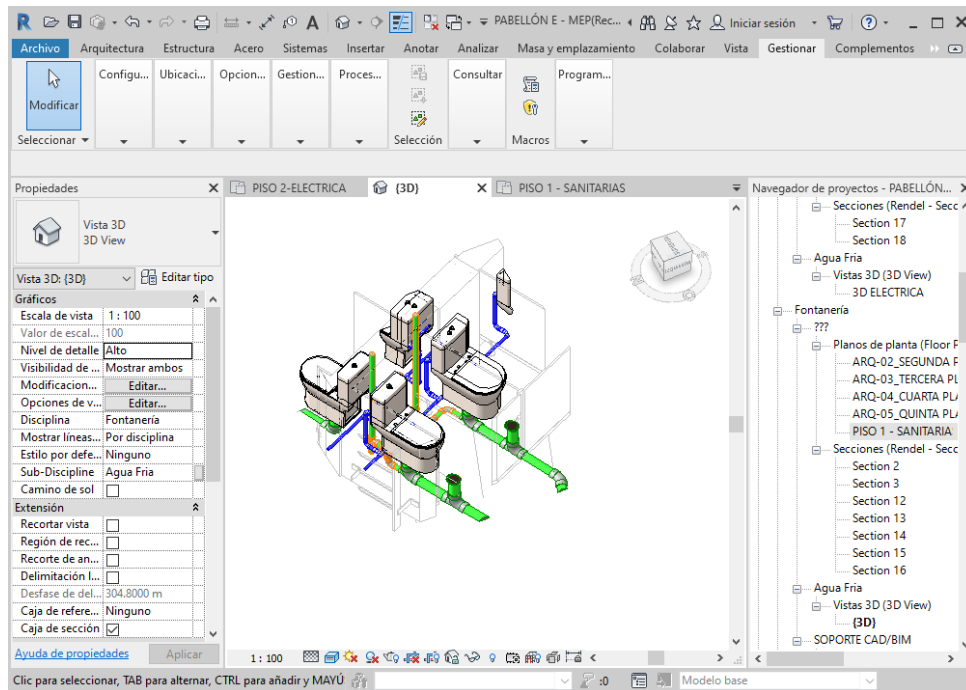


Figura 87. Modelo en 3D de Aparatos sanitarios.

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizado el diseño de instalaciones de agua fría y desagüe, se procedió a realizar el diseño de instalaciones eléctricas.

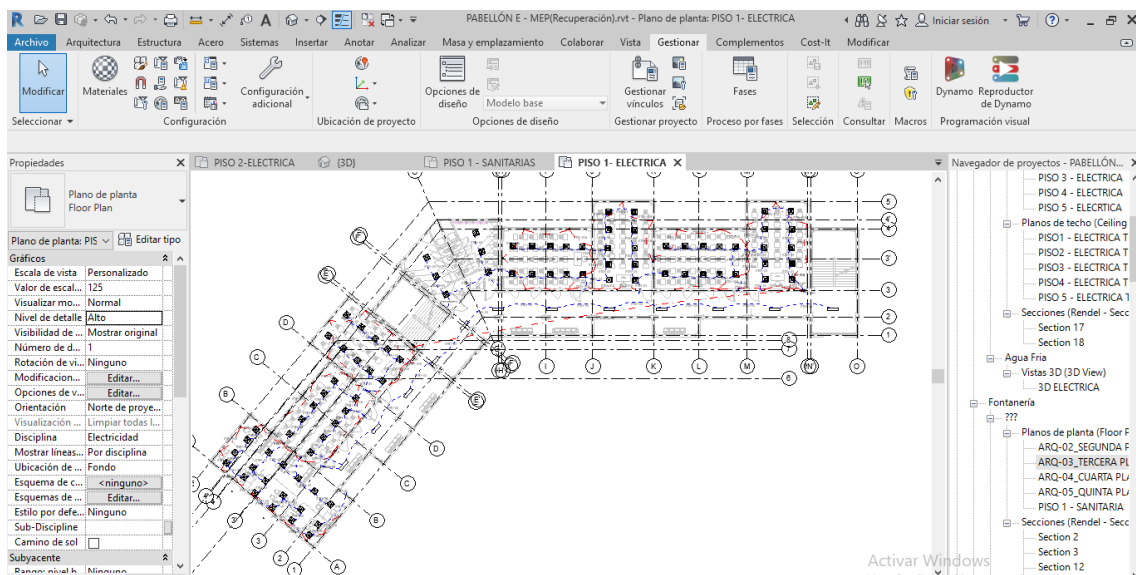


Figura 88 Diseño de Instalaciones Eléctricas

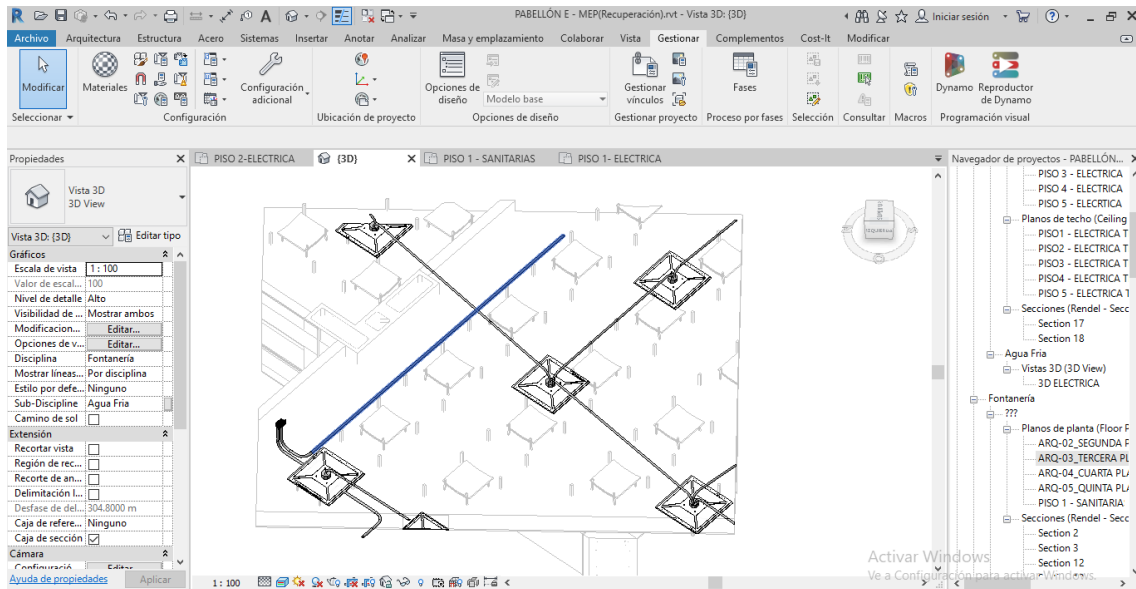


Figura 89 Modelo en 3D de instalaciones eléctricas

3.5.6. Dialux

Con la ayuda de este software se procedió a realizar los cálculos correspondientes acerca de la cantidad de luminarias que requiere cada habitación con la que cuenta la edificación.

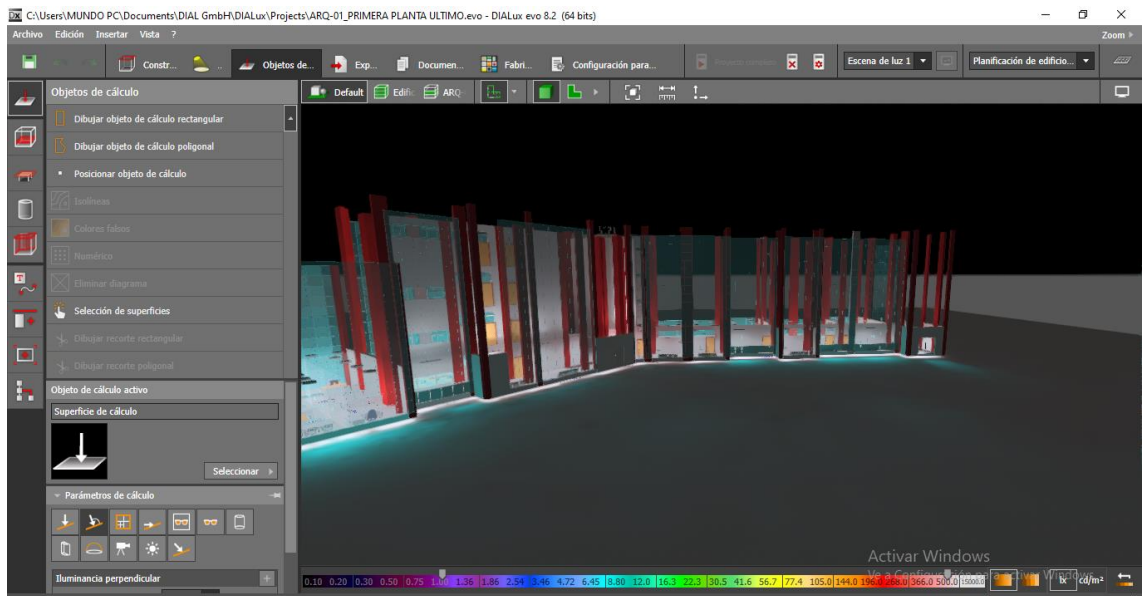


Figura 90 Cálculo de luminarias por nivel - Dialux

Luego de realizar la colocación de luminarias por área se precede a realizar

el calculo correspondiente para determinar si estas son las necesarias para la buena iluminación de cada ambiente.

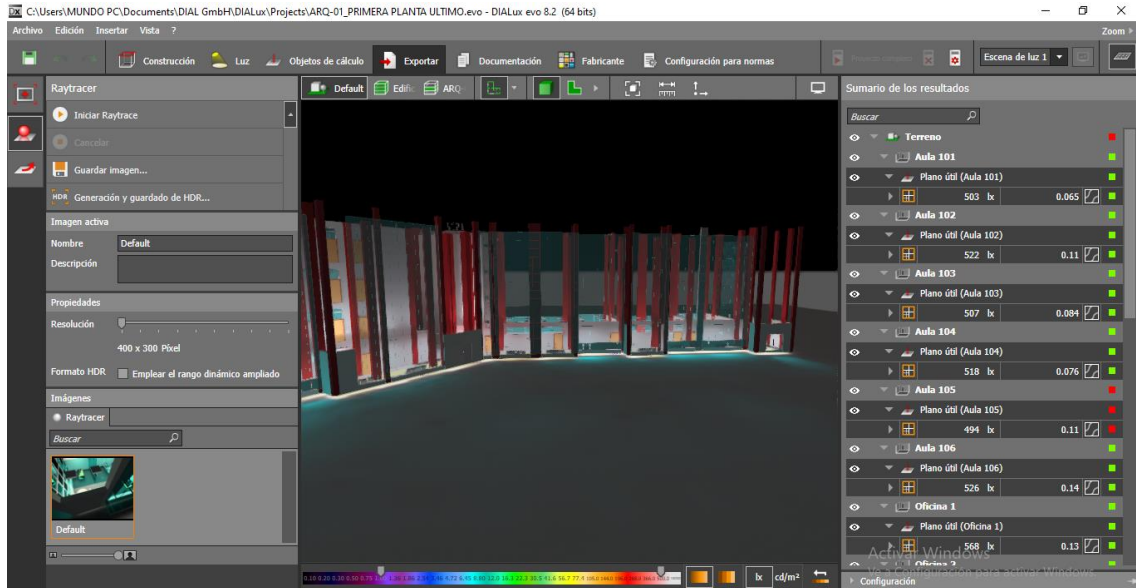


Figura 91 Resultados de número de luminarias

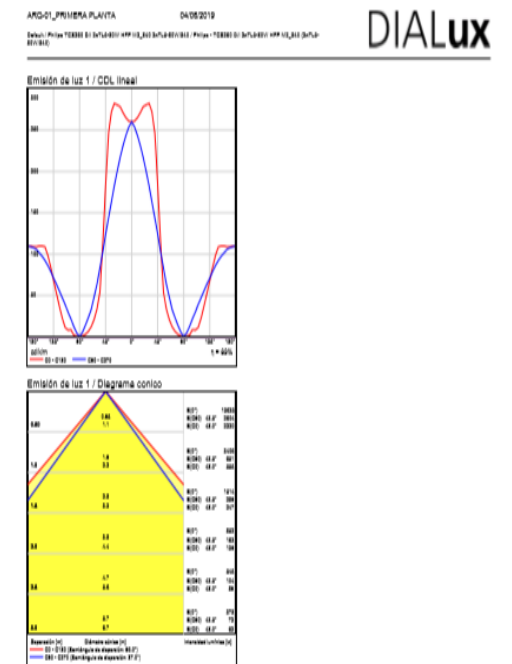
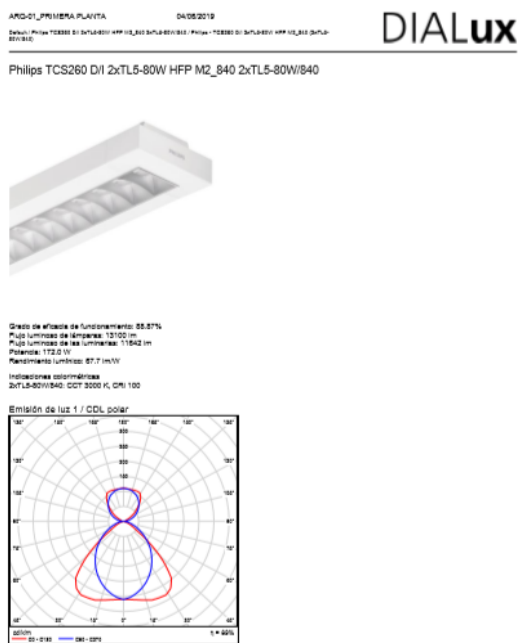


Figura 92 Características de las luminarias

3.5.7. Navisworks

Una vez realizado el modelamiento de las diferentes especialidades, se continua con el diagnóstico de interferencias.

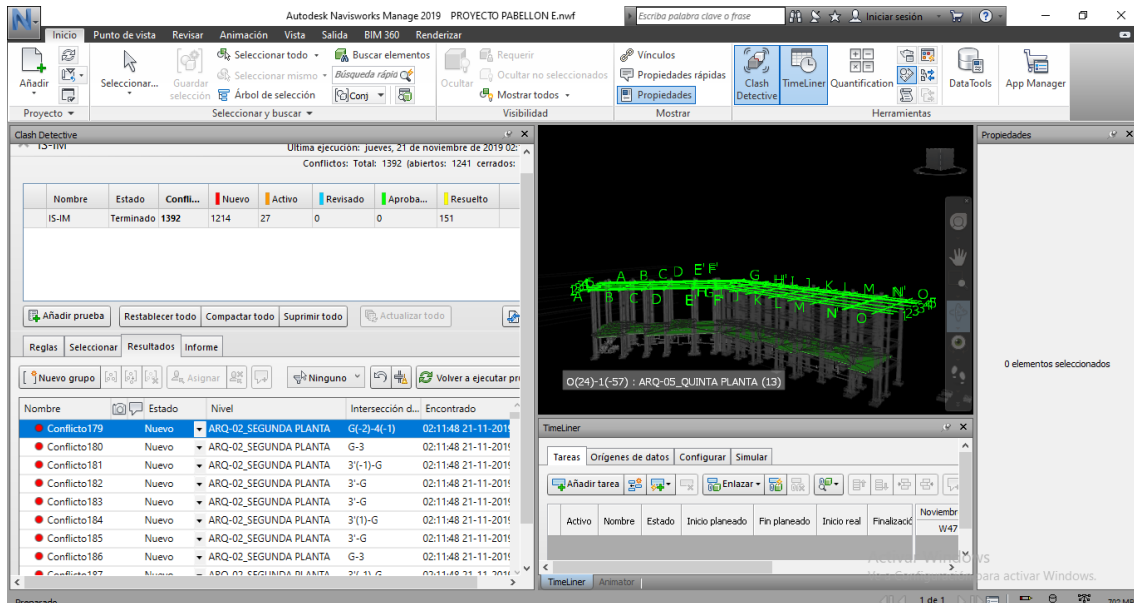


Figura 93 Diagnostico de interferencias

3.5.8. Presto

Una vez obtenido el modelamiento de las especialidades diseñadas en REVIT, con la ayuda de Cos-it se procede a exportar la cuantificación de materiales a PRESTO, software encargado de la elaboración del presupuesto del proyecto de construcción, para esto se debe configurar el programa a los precios y medidas establecidas en este país

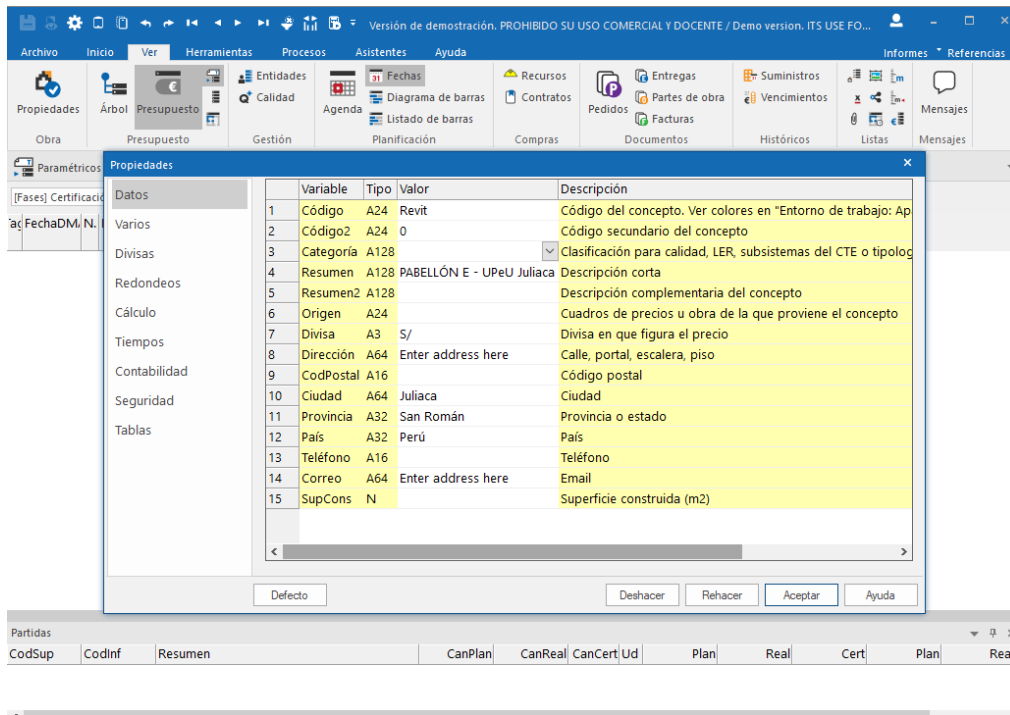


Figura 94 Configuración de propiedades

Una vez configurada las propiedades, se procederá a realizar la exportación de cuantificación de materiales desde REVIT

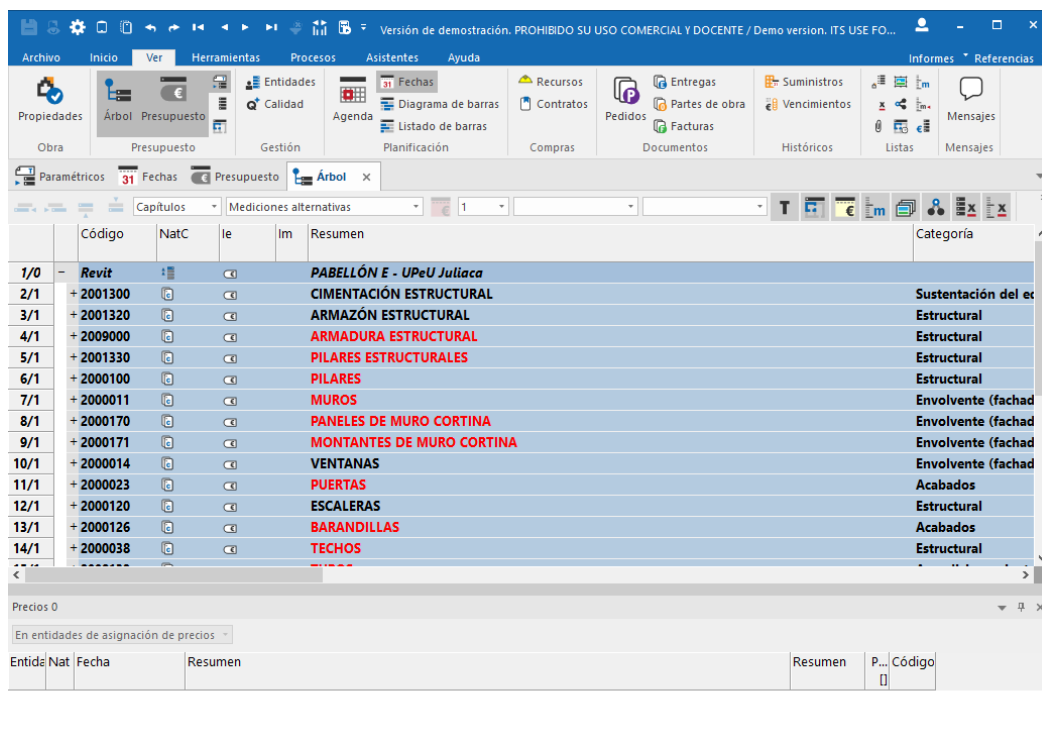


Figura 95 Datos exportados desde el modelamiento en REVIT

3.5.9. Presupuesto obtenido con PRESTO.

Una vez elaborada la exportación de la cuantificación de materiales necesarios para la realización del proyecto, se procede a realizar la elaboración del presupuesto final

[*]	Código Revit	NatC	le eE	Resumen	CanPres	Ud	Pres	ImpPres
				PABELLÓN E - UPeU Juliaca	1		6,170,100.36	6,170,100.36
1	2001300		CE	CIMENTACIÓN ESTRUCTURAL	1		36,773.00	36,773.00
2	2001320		CE	ARMAZÓN ESTRUCTURAL	1		677,347.20	677,347.20
3	2009000		CE	ARMADURA ESTRUCTURAL	1		815,077.05	815,077.05
4	2001330		CE	PILARES ESTRUCTURALES	1		89,475.20	89,475.20
5	2000100		CE	PILARES	1		488,735.43	488,735.43
6	2000011		CG	MUROS	1		1,146,549.42	1,146,549.42
7	2000170		CE	PANELES DE MURO CORTINA	1		547,031.13	547,031.13
8	2000171		CE	MONTANTES DE MURO CORTINA	1		95,747.19	95,747.19
9	2000014		CE	VENTANAS	1		5,520.00	5,520.00
10	2000023		CE	PUERTAS	1		23,700.00	23,700.00
11	2000120		CE	ESCALERAS	1		640.00	640.00

Figura 96 Presupuesto final con PRESTO

[*]	Código Revit	NatC	le eE	Resumen	CanPres	Ud	Pres	ImpPres
				PABELLÓN E - UPeU Juliaca	1		6,170,100.36	6,170,100.36
11	2000120		CE	ESCALERAS	1		640.00	640.00
12	2000126		CE	BARANDILLAS	1		20,608.00	20,608.00
13	2000038		CE	TECHOS	1		1,638,416.83	1,638,416.83
14	2008132		CE	TUBOS	1		11,198.66	11,198.66
15	2008149		CE	TRAMOS DE TUBO	1		12,865.78	12,865.78
16	2001120		CE	LUMINARIAS	1		46,930.00	46,930.00
17	2001060		CE	APARATOS ELÉCTRICOS	1		7,071.55	7,071.55
18	2001160		CE	APARATOS SANITARIOS	1		147,748.80	147,748.80
19	2001350		CE	EQUIPOS ESPECIALIZADOS	1		94,474.50	94,474.50
20	2001100		CE	SISTEMAS DE MOBILIARIO	1		8,970.00	8,970.00
21	2000080		CE	MOBILIARIO	1		229,983.90	229,983.90
22	2000151		CE	MODELOS GENÉRICOS	1		3,781.00	3,781.00
23	2008055		CE	ACCESORIOS DE TUBERÍAS	1		1,024.00	1,024.00
24	2008087		CE	DISPOSITIVOS DE ILUMINACIÓN	1		698.05	698.05
25	2008101		CE	SISTEMA DE INTERRUPTORES	1		240.00	240.00

Figura 97 Presupuesto obtenido PRESTO

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.6. Resultados

3.6.1. Inversión y presupuesto

3.6.1.1. Planificación y diseño del proyecto

Se realizó la comparación del tiempo estimado en realizar el modelamiento en la fase de planificación y diseño de las diferentes especialidades como son: arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas e instalaciones sanitarias con la metodología tradicional y con la metodología BIM para luego proceder a convertirlo en un costo estimado.

A. TIEMPO

Se determinó el tiempo en horas que trabaja una persona para cumplir con la realización del proyecto de manera ininterrumpida, comparando las dos metodologías de planificación y diseño, los cuales después se procederá a convertir en costos, estos serán mostrados en las siguientes tablas:

Tabla 1 Tiempo de elaboración de planos de diferentes especialidades.

N°	ESPECIALIDADES	TIEMPO (DÍAS)		% VARIACIÓN	
		METODOLOGÍA TRADICIONAL	METODOLOGÍA BIM	METODOLOGÍA TRADICIONAL	METODOLOGÍA BIM
1	DISEÑO ARQUITECTONICO	14	10	-29	40
2	DISEÑO ESTRUCTURAL	18	15	-17	20
3	DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS	7	5	-29	40
4	DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS	8	4	-50	100
	TOTAL	47	34	-28	38



Figura 98. Tiempo de elaboración del proyecto

Fuente: Propia

Tabla 2 Tiempo de elaboración de cuantificación de materiales.

N°	ESPECIALIDADES	TIEMPO (HORAS)		% VARIACIÓN	
		METODOLOGÍA TRADICIONAL	METODOLOGÍA BIM	METODOLOGÍA TRADICIONAL	METODOLOGÍA BIM
1	MODELO ARQUITECTONICO	160	20	-88	700
2	MODELO ESTRUCTURAL	180	22	-88	718
3	MODELO DE INSTALACIONES ELECTRICAS	100	14	-86	614
4	MODELO DE INSTALACIONES SANITARIA	100	15	-85	567
	TOTAL	540	71	-87	-87



Figura 99. Tiempo de elaboración de cuantificación de Materiales.

Fuente: Propia

Tabla 3. Tiempo de elaboración del cronograma de ejecución

N°	ESPECIALIDADES	TIEMPO (HORAS)		% VARIACIÓN	
		METODOLOGÍA TRADICIONAL	METODOLOGÍA BIM	METODOLOGÍA TRADICIONAL	METODOLOGÍA BIM
1	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	40	160	300	-75
	TOTAL	40	160	300	-75

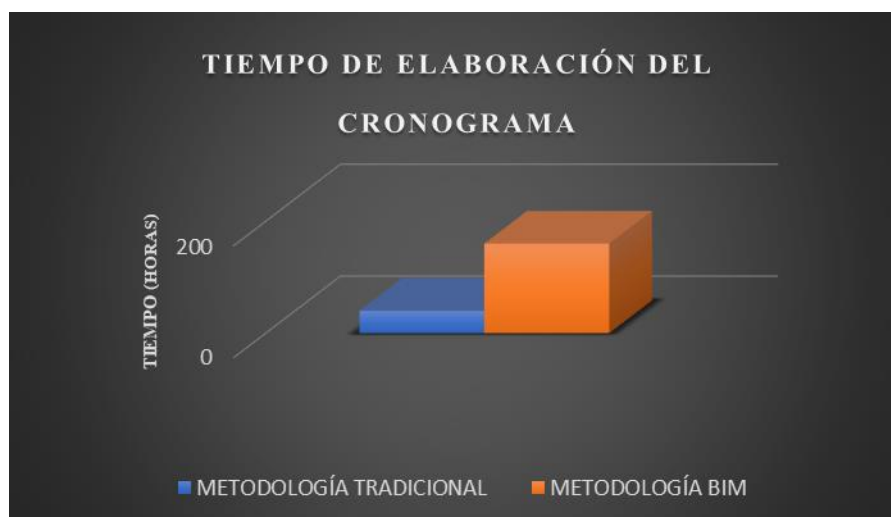


Figura 100. Tiempo de elaboración del cronograma

Fuente: Propia

Tabla 4. Tiempo de elaboración del presupuesto

N°	ESPECIALIDADES	TIEMPO (HORAS)		% VARIACIÓN	
		METODOLOGÍA TRADICIONAL	METODOLOGÍA BIM	METODOLOGÍA TRADICIONAL	METODOLOGÍA BIM
1	PRESUPUESTO TOTAL	80	45	-44	78
	TOTAL	80	45	-44	78



Figura 101. Tiempo de elaboración del presupuesto

Fuente: Propia

Tabla 5. Tiempo de corrección de interferencias

N°	ESPECIALIDADES	TIEMPO (HORAS)		% VARIACIÓN	
		METODOLOGÍA TRADICIONAL	METODOLOGÍA BIM	METODOLOGÍA TRADICIONAL	METODOLOGÍA BIM
1	DISEÑO ARQUITECTONICO	72	27	-63	167
2	DISEÑO ESTRUCTURAL	96	48	-50	100
3	DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS	26	15	-42	73
4	DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS	25	16	-36	56
	TOTAL	219	106	-52	107

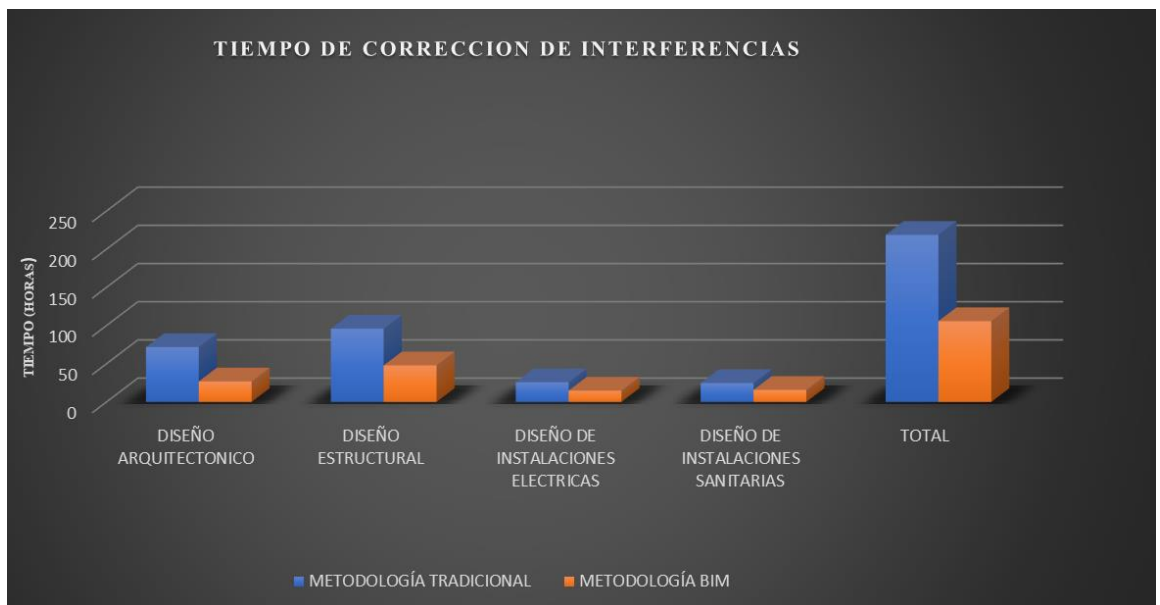


Figura 102. Tiempo de corrección de interferencias.

Fuente: Propia

Tabla 6. Tiempo final de elaboración del proyecto.

N°	ESPECIALIDADES	TIEMPO (DIAS)		% VARIACIÓN	
		METODOLOGÍA TRADICIONAL	METODOLOGÍA BIM	METODOLOGÍA TRADICIONAL	METODOLOGÍA BIM
1	TIEMPO FINAL DE ELABORACIÓN DEL PRO	90	70	-22	29
	TOTAL	90	70	-22	29

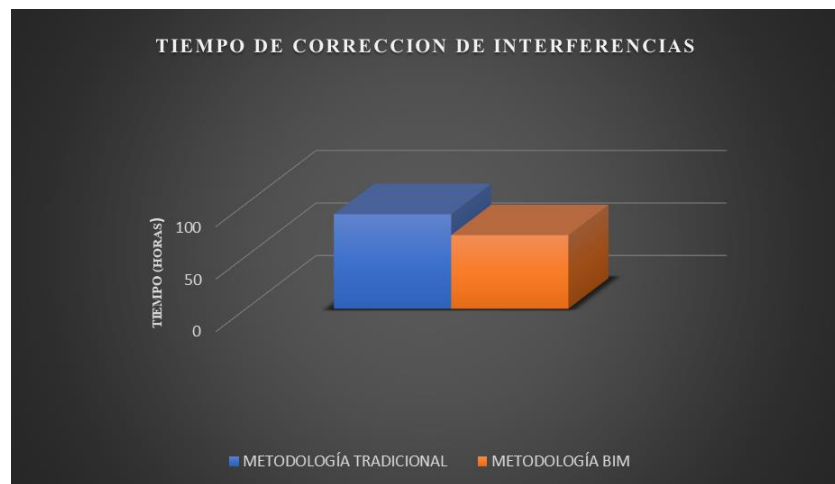


Figura 103. Tiempo final de elaboración del proyecto

Fuente: Propia

B. COSTO DE ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Se realizó el costo de forma técnica necesaria para la elaboración del proyecto de construcción, considerando el costo por tiempo de elaboración, mostradas en las siguientes tablas y gráficos:

Tabla de remuneración por hora de cada especialista

Tabla 7. Tabla de remuneración por especialidad

ESPECIALIDAD	COSTO	
	MES	DÍA
Arquitectura	S/. 4,000.00	S/. 129.03
Estructuras	S/. 4,000.00	S/. 129.03
Instalaciones Sanitarias	S/. 4,000.00	S/. 129.03
Instalaciones Eléctricas	S/. 4,000.00	S/. 129.03
Esp. En presupuesto	S/. 3,200.00	S/. 103.23
Esp. Programación	S/. 3,200.00	S/. 103.23

Tabla 8. Tabla de costo de elaboración del proyecto de construcción

ACTIVIDAD	COSTO (S/)		% VARIACIÓN	
	METODOLOGÍA TRADICIONAL	METODOLOGÍA BIM	METODOLOGÍA TRADICIONAL	METODOLOGÍA BIM
DISEÑO ARQUITECTONICO	S/. 11,612.90	S/. 9,032.26	-22	29
DISEÑO ESTRUCTURAL	S/. 11,612.90	S/. 9,032.26	-22	29
DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS	S/. 11,612.90	S/. 9,032.26	-22	29
DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS	S/. 11,612.90	S/. 9,032.26	-22	29
PROGRAMACIÓN	S/. 9,290.32	S/. 7,225.81	-22	29
PRESUPUESTO	S/. 9,290.32	S/. 7,225.81	-22	29
TOTAL	S/. 65,032.26	S/. 50,580.65	-22	29

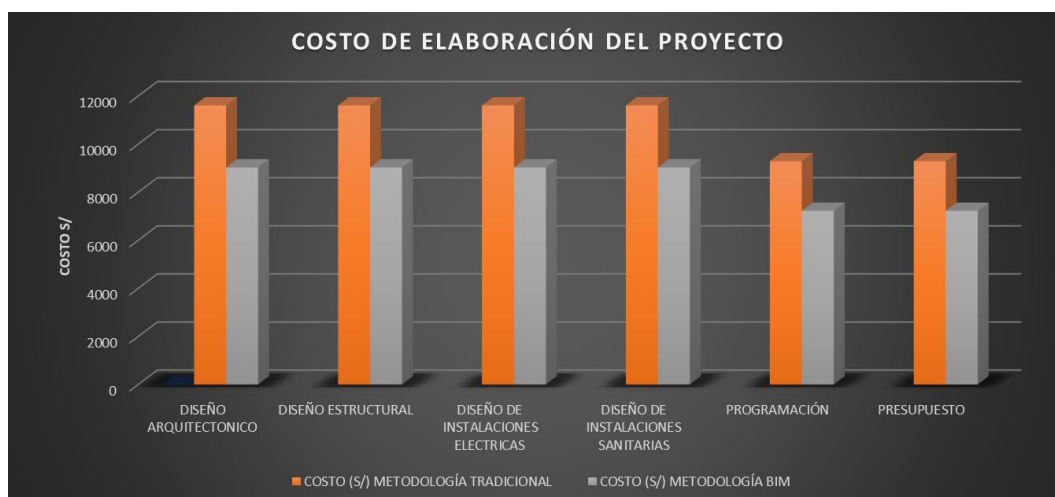


Figura 104. Costo de elaboración del proyecto

Fuente: Propia

3.7. Discusión:

Se realizó la elaboración de un proyecto de construcción con la metodología tradicional en comparación con la metodología BIM, en el proceso de planificación y diseño, tomando en cuenta las diferentes especialidades como son: arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, ambas en el inicio con similar diseño, pero conforme se procedió a desarrollar el proyecto se vieron diferencias

Como se muestra en las tablas que rigen la elaboración del proyecto de construcción existe una notable variación entre ambas metodologías acerca del tiempo requerido para la elaboración de planos de las distintas especialidades, debido a que la metodología BIM utiliza un sistema de trabajo colaborativo, que permite realizar cambios en tiempo real

Para la elaboración de las planillas de metrados obtenidas, se evidencio que también existe una variación notable en cuanto al tiempo de obtención de cantidades de las mismas, puesto que la metodología tradicional realiza un trabajo manual, sin embargo, la metodología BIM, utiliza un software en este caso REVIT, el cual realiza un cálculo de cantidad de materiales a utilizar una vez terminado el modelo, generando resultados en un mínimo tiempo

Para la elaboración del cronograma de ejecución en la metodología tradicional; el software MS PROJECT, permite realizar la programación del tiempo estimado para la ejecución de las partidas, esto en coordinación con el programa de S10 de costos y presupuesto el cual permite generar un determinado tiempo para la ejecución de cada partida, basándose en el rendimiento estimado del personal obrero.

Para la elaboración del cronograma de ejecución de con la metodología BIM, el software NAVISWORK permite desarrollar una programación de manera más realista, determinando así las partidas que se ejecutarán por jornada laboral, basándose en el rendimiento del personal en un determinado frente de trabajo, además de que este software está vinculado con REVIT, el cual permite realizar ajustes en tiempo real si hubiera variaciones con el diseño inicial del proyecto

Como se muestra en la tabla N° 3 la metodología tradicional permite elaborar un cronograma de ejecución de obra en menor tiempo posible

La comparación que existe acerca de la elaboración del presupuesto de obra en cuanto a tiempo es parecido, sin embargo en la metodología tradicional el software de S10 no permite realizar ajustes que permitan retroceder en una acción tomada, por ende se vuelve a realizar el presupuesto hasta lograr uno óptimo, con el software de PRESTO el cual es utilizado por la metodología BIM, pasa exactamente lo contrario, sin bien es cierto que ambos son elaborados en tiempos casi similares, este software permite la corrección y ajuste del presupuesto de manera extensa, ya que se encuentra vinculado en el software de REVIT de modelamiento, el cual permite que si hay cambios en el modelo, se hace una actualización con el PRESTO y se tiene un presupuesto definido

En la tabla N° 5 se muestra una amplia variación en cuanto al tiempo para la elaboración de correcciones del modelo, esto debido a que la metodología tradicional utiliza softwares que no cuentan con un sistema de trabajo colaborativo, caso opuesto a lo que ocurre con la metodología BIM, dado que se puede realizar un cambio en alguna de las especialidades y ese cambio se visualiza en tiempo real en otras especialidades evitando así el volver a realizar

el diseño, generando menor tiempo en cuanto a elaboración del proyecto que luego se transforma en costo.

El costo obtenido en ambos está relacionado con el tiempo de elaboración del proyecto, como se muestra en la tabla N° 6 que demuestra el tiempo de ejecución y la tabla N°8 donde se aprecia el costo total del proyecto, la metodología BIM optimiza la elaboración de proyectos de construcción

,

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

A continuación, se mostrará las conclusiones obtenidas luego de desarrollar la elaboración del proyecto de construcción realizando una comparación entre la metodología tradicional y la metodología BIM en el proceso de planificación y diseño de la edificación del Pabellón E- de la Universidad Peruana Unión- Filial Juliaca

- El modelamiento del proyecto de edificación de 4 niveles, con la metodología tradicional y la metodología BIM, tiene un proceso similar y diferente a la vez. Ambos inician con un estudio de suelos, reconocimiento de terreno, estudios topográficos para luego dar inicio con el proceso de diseño del proyecto.

Es en la etapa de planificación y diseño en el que se ve claramente la diferencia, dado que en esta etapa se refleja el trabajo colaborativo con el que cuenta la metodología BIM, dando uso a diferentes softwares,

- Se pudo evidenciar que REVIT, es un programa eficaz en cuanto a trabajo colaborativo se refiere puesto que permite el cambio del diseño del proyecto sin afectar un mayor tiempo de elaboración del mismo, además de que por ser un programa en 3D los resultados para determinar las cuantificaciones de materiales son casi precisos debido a lo real de la modelación.
 - El software de Revit te ayuda a integrarte en obra, ya que te presenta modelos reales, permitiendo tener mayor conocimiento en el proceso de ejecución
 - En cuanto al software NAVISWORK, es muy beneficioso para el trabajo colaborativo que se requiere, este se vincula directamente con el programa REVIT, permitiendo realizar cambios en el diseño original, sin afectar la programación de la ejecución de obra; otro de los beneficios de este software

que se apreció en el desarrollo del proyecto, fue la identificación de interferencias de diferentes especialidades al realizar el análisis correspondiente, permitiendo así realizar cambios en el modelo original antes de que este sea ejecutado.

- PRESTO, software utilizado en la elaboración del proyecto esta directamente vinculado con el programa REVIT el cual permitió realizar el presupuesto de manera más sencilla y eficaz
- Se determinó que la implementación de la metodología BIM antes del proceso de ejecución de obra, reduce el tiempo y costo, debido a su pronta identificación de interferencias en el momento de construcción.
- Existe una variedad de softwares afines con esta metodología, su implementación se deberá al factor de disponibilidad y habilidad en el proceso de desarrollo de cada especialidad
- Tras su implementación tanto el contratista como el proyectista pueden llevar a cabo el proceso de supervisión.
- Si bien es cierto se llega a la conclusión de que la metodología BIM es beneficiosa por la reducción de tiempo y costo al momento de la elaboración del proyecto y ejecución del mismo, la implementación de este resulta económicamente alto, esto debido al acceso restringido de cada software sin un previo gasto financiero.

4.2. Recomendaciones

- Carlos Monsiváis, en su definición de instantaneidad dice: “Cuando tenía la respuesta me cambiaron la pregunta”, existe un momento en el cual se tiene el proyecto terminado, y el cliente desea cambiar algo, nuestras labores son instantáneas pero nuestro proyecto siempre es dinámico, por lo cual es necesario siempre estar al tanto de generar proyectos que puedan ser modificados si así fuesen requeridos.
- Si se desea implementar la metodología BIM en el proceso de ejecución de proyectos en el sector público, se debería implementar también un proceso adecuado para la realización de trámites en cuanto a requerimientos de bienes y servicios necesarios para la adecuada ejecución de obra, debido a que se evidencia a lo largo de los años un retraso en la tramitación de estos, los cuales genera ampliaciones de plazo y mayor presupuesto del establecido inicialmente.
- Si se requiere implementar la metodología BIM, se deberá tomar cursos especializados que permitan realizar el modelamiento de manera precisa, minimizando los errores y optimizando el avance.
- Si bien es cierto el uso de programas facilitan la elaboración de los proyectos de construcción produciendo proyectos eficientes, estos no podrán reemplazar las habilidades y experiencia que un ingeniero especialista en su área podría tener.
- El especialista a cargo de cada área deberá estar informado y actualizado acerca de las leyes y nuevas referencias que se tengan frente a esta nueva metodología, para optimizar su trabajo.
- Como ingenieros debemos estar actualizados con los nuevos avances tecnológicos para que podamos desarrollar trabajos eficientes en beneficio de la población.

BIBLIOGRAFÍA

- Altez Villanueva, L. (2009). *Asegurando el Valor en Proyectos de Construcción: Un estudio de Técnicas y Herramientas de Gestión de Riesgos en la Etapa de Construcción*. Lima.
- Barrantes Bassett, M. (2011). *Estudio de Caso: Administración del Riesgo Aplicada a un Proyecto Carretero*.
- Castillo Paredes, J. (2015). *Planificación 4D en la obra de edificación Villa Municipal Bolivariana Torre C-D, aplicando Softwares especializados Bim y parte de la herramienta Last Planner*.
- Días Montecino, D. (2007). *Aplicación del Sistema e Planificación Last Planner a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura*. Santiago de Chile.
- Guzmán Tejada, A. (2014). *Aplicación de la Filosofía Lean Construction en la Planificación, Programación, Ejecución y Control de Proyectos*. Lima.
- Horiuela, P., & Hulloa, K. (Julio de 2011). *La Planificación de las Obras y el Sistema Last Planner*.
- Ocampo Quirola, D. E. (2011). *Lecciones sobre la implementación de Last Planner*. Loja, Ecuador.
- Palza Chávez, Z. (2013). *Desarrollo de una Herramienta de Soporte a la Gestión de Proyectos Ágiles para equipos Distribuidos*. Lima Perú.
- Ramos Torres, M., Rios Velasquez, D., & Rodriguez Perez, H. (2014). *Mejoramiento de la Planificación utilizando Lean Construction en el Proyecto de Remodelación Clínica del Parque*.
- Ruiz Guadalupe, C., & Telaya Escobedo, L. (2014). *Implementación de una Red Social usando Metodologías Ágiles para mejorar el Proceso de Participación Estudiantil*

en la Universidad Autónoma del Perú. Lima - Perú.

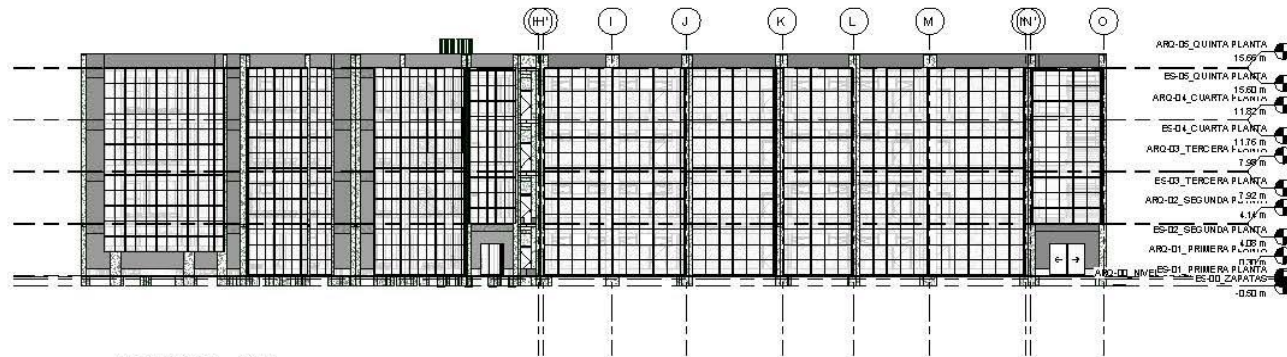
Sanchis Mestre, I. (2013). *Last Planner Sistem, un Caso de Estudio.*

Toapanta Chancusi, K. (2012). *Método Ágil Scrum, Aplicado a la Implantación de un Sistema Informático para el Proceso de Recolección masiva de Información con Tecnología Móvil.* Sangolquí.

Toapanta Chancusi, K., Vergara Ordoñez, M., & Campaña Ortega, M. (2012). *Método Ágil Scrum, aplicado a la implantación de un sistema informático para el proceso de recolección masiva de información con Tecnología móvil.*

Vilcapoma Romero, J. (2016). *Aplicación del sistema de planificación Last Planner y su influencia en la gestión operativa del proyecto "Mejoramiento y modificación de la línea de carga de concentrado en el patio ferroviario de la Sociedad Minera de Brocal".*

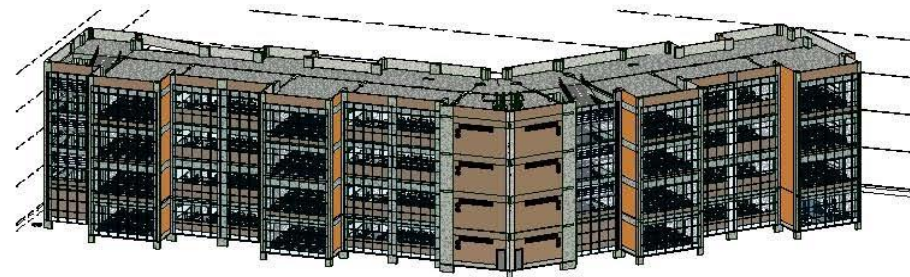
ANEXOS. PLANOS



1 ELEVACION - SUR
1 : 100

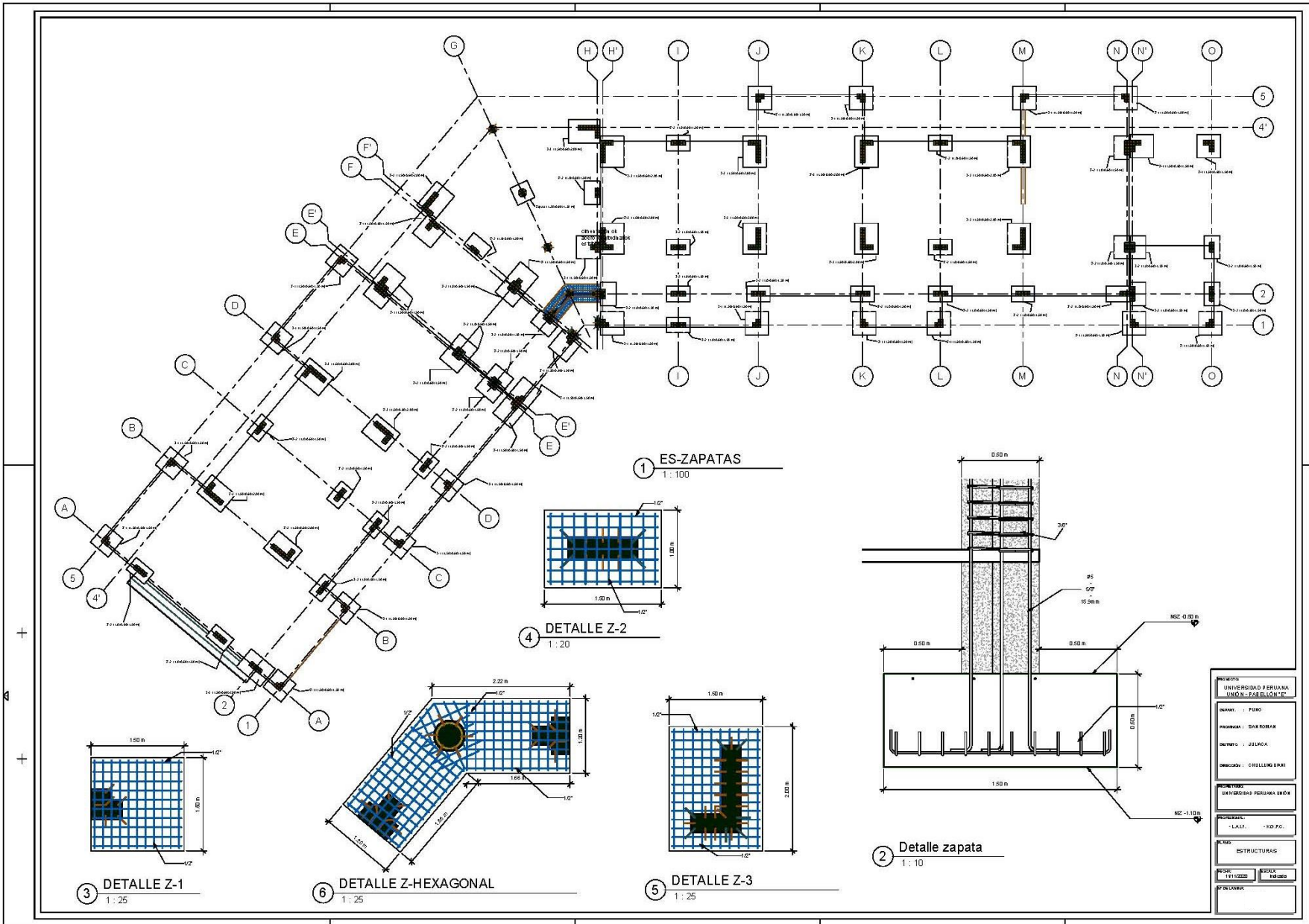


2 ELEVACION - ESTE
1 : 100



3 ARQUITECTURA - 3D

UNIVERSIDAD PERUANA UNION - PASELÓN S.C.	
EMPRESA :	UNION
PROYECTO :	SAN ROSE
UBICACION :	ALICO
PROYECTADO POR :	UNIVERSIDAD PERUANA UNION - PASELÓN S.C.
PROYECTADO POR :	-L.A.F. - S.A.P.C.
PROYECTO :	ARQUITECTURA
FECHA :	11/11/2025
PROYECTADO POR :	ING. BILGOS
PROYECTADO POR :	ING. BILGOS



1 ES-ZAPATAS
1:100

4 DETALLE Z-2
1:20

3 DETALLE Z-1
1:25

6 DETALLE Z-HEXAGONAL
1:25

5 DETALLE Z-3
1:25

2 Detalle zapata
1:10

UNIVERSIDAD PERUANA UNION-FABELLON 'E'	
SECTOR :	PURO
PROYECTO :	SAR KOKAK
OBJETO :	ZURUPA
DESCRIPCION :	CHILLON UNKI
PROYECTADO :	UNIVERSIDAD PERUANA UNION
ELABORADO :	-LAJF.- -KOP.FO.-
ESTADO :	ESTRUCTURAS
FECHA :	11/11/2020
PROYECTADO :	PROYECTADO
ESTADO :	ESTRUCTURAS