



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS BIM EN LA FASE DE  
DISEÑO EN UN PROYECTO DE VIVIENDA  
MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN LA  
CIUDAD DE CHICLAYO- PROVINCIA DE CHICLAYO-  
DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**

**PRESENTADA POR  
YAIR ALEXANDER OLORENTE AITKEN  
ALMENDRA VISAG VALENCIA**

**ASESOR  
ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO**

**TESIS  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**LIMA – PERÚ  
2021**



**CC BY-NC-ND**

**Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS BIM EN LA FASE DE  
DISEÑO EN UN PROYECTO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR  
DE CINCO NIVELES UBICADO EN LA CIUDAD DE  
CHICLAYO- PROVINCIA DE CHICLAYO-DEPARTAMENTO  
DE LAMBAYEQUE**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**YAIR ALEXANDER OORTE AITKEN  
ALMENDRA VISAG VALENCIA**

**ASESOR  
MG. ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO**

**LIMA-PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Primero, a Dios y a la Virgen que me han guiado durante todo este arduo camino de sacrificio y superación, que me ha traído hasta este momento.

Segundo con cariño, eterna gratitud y un beso al cielo dedico este trabajo a mi abuela, Hilda, por su esfuerzo diario, dedicación constante y apoyo incondicional en cada una de las etapas más importantes de mi vida, todo el dinero del mundo no me habría alcanzado para pagarle, mi cariño bonito.

Tercero, a mis amados padres Jeniffer y Luis que me acompañaron en este proceso lleno de retos, y confiaron en mí durante todo este tiempo, siendo mi mayor ejemplo a seguir.

Cuarto, a mi querido tío Sergio cuya pasión por la investigación, carácter alegre y paciencia infinita me motivó siempre a dar lo mejor de mí.

A mis hermanos Lhourdes, Danfert y Favio , mis eternos acompañantes en las alegrías de la vida.

A Toby, Negra, Yahaira, Guapo y Nana, Linda y Pirata inigualables amigos perrunos.

A mi amada Almendra, compañera constante desde hace 12 años con quien establecimos que el fracasar no es una opción cuando el éxito solo es cuestión de más esfuerzo

**Yair Alexander  
Olorte Aitken**

## **DEDICATORIA**

Se la dedico a Dios por darme la vida y la oportunidad de convertirme en una profesional, a mis hijos perrunos que amo con toda mi alma Negra y Toby; por estar en mi vida y hacerme feliz. Así como también a Yahaira, Linda, Guapo, Pirata y Nana.

A mi amado Yair, mi compañero de vida que me apoya en cada paso que doy, por su amor incondicional y por el futuro que se nos viene juntos.

A mi madre Julia, hermanos y sobrinos por acompañarme en esta etapa de mi vida de inicio a fin, por sus consejos y su amor.

**Almendra  
Visag Valencia**

## ÍNDICE

	Pág.
<b>CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>18</b>
1.1. Situación Problemática	18
1.2. Definición del Problema	20
1.3. Formulación del Problema	20
1.3.1. Problema general	20
1.3.2. Problemas específicos	20
1.4. Objetivos	21
1.4.1. Objetivo general	21
1.4.2. Objetivos Específicos	21
1.5. Justificación de la Investigación	21
1.5.1. Impacto teórico	22
1.5.2. Impacto práctico	22
1.6. Alcances o delimitación de la investigación	22
1.7. Viabilidad de la investigación	23
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO</b>	<b>25</b>
2.1. Antecedentes de la Investigación	25
2.1.1. A nivel Internacional	25
2.1.2. A nivel Nacional	27
2.2. Bases Teóricas	28
2.2.1. Surgimiento del concepto BIM	28
2.2.2. Definición de BIM	31
2.2.3. Software para BIM	43
Ventajas de la tecnología BIM	45
2.2.4. Limitaciones en la implementación de la tecnología BIM	48
2.2.5. Etapas de la aplicación de BIM	51
2.2.6. Dimensiones de un Proyecto BIM:	52
2.2.7. LOD	53
2.2.8. Fase de diseño	55
2.3. Definición de términos básicos	61
2.3.1. BIM	61
2.3.2. Incompatibilidades	61
2.3.3. Interferencias	62
2.3.4. Metrado	62
2.3.5. Optimización	62
2.3.6. Presupuesto	62
2.3.7. Tecnología Building Information Modeling (BIM)	62
2.3.8. Vivienda Multifamiliar	63

2.4. Hipótesis	63
2.4.1. Hipótesis General	63
2.4.2. Hipótesis Específicas	63
<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA</b>	<b>64</b>
3.1. Tipo de Investigación	64
3.2. Nivel de investigación	64
3.3. Diseño de Investigación	64
3.4. Operacionalización de Variables	64
3.4.1. Variable Independiente: Tecnología BIM	64
3.4.2. Variable Dependiente: Fase de diseño de una vivienda multifamiliar de cinco niveles	64
3.5. Diseño Muestral	65
3.5.1. Población	65
3.5.2. Muestra	65
3.6. Técnicas e instrumentos e Recolección de Datos	73
3.6.1. Técnicas de recolección de datos	73
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos	74
<b>CAPÍTULO IV DESARROLLO</b>	<b>76</b>
4.1. Datos del proyecto	76
4.2. Recepción de Planos y obtención de datos del proyecto.	76
4.2.1. Características generales de las especialidades del proyecto	76
4.2.2. Planos del proyecto	77
4.2.3. Especificaciones técnicas	93
4.3. Modelado del proyecto Virtual	95
4.3.1. Modelado de Estructuras	97
4.3.2. Modelado de instalaciones Sanitarias	102
4.3.3. Modelado de instalaciones eléctricas	103
4.3.4. Modelado de Arquitectura	104
4.4. Detección de incompatibilidades	105
4.5. Detección de interferencias	105
4.6. Estimación de metrados	108
4.7. Análisis de datos	115
4.7.1. Ficha de Observación de Tiempo de elaboración de entregables	115
4.7.2. Ficha de Observación de cuantificación	115
4.7.1. Ficha de Observación de Detección de Conflictos	116
<b>CAPÍTULO V. RESULTADOS</b>	<b>117</b>
5.1. Determinar el tiempo de elaboración de entregables de cada especialidad	117

5.2. Realizar el metrado del proyecto aplicando tecnologías BIM	127
5.3. Realizar la coordinación de todas las especialidades aplicando la tecnología BIM	128
<b>CAPÍTULO VI DISCUSIÓN</b>	<b>129</b>
6.1. Contratación de Hipótesis.	129
6.2. Contratación de Antecedentes	134
6.2.1. Contratación de Antecedentes Nacionales	134
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>135</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>136</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	<b>137</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	pág.
Tabla 1- Historia del BIM .....	30
Tabla 2-Clasificación de Software BIM por Área para una empresa pequeña ....	45
Tabla 3 - Operacionalización de variables. ....	65
Tabla 4- Datos del Proyecto.....	76
Tabla 5 - Código de colores para la especialidad Estructuras.....	96
Tabla 6-Código de colores para la especialidad Instalaciones Sanitarias .....	96
Tabla 7-Código de colores para la especialidad Instalaciones Eléctricas. ....	96
Tabla 8- Tabla de Planificación de Concreto en Cimiento Corrido .....	108
Tabla 9- Tabla de Planificación de Solado en Cimiento.....	108
Tabla 10- Tabla de Planificación de Solado en Vigas de Cimentación .....	108
Tabla 11- Tabla de Planificación de Solado en Zapatas .....	108
Tabla 12- Tabla de Planificación de Concreto en Sobrecimientos .....	109
Tabla 13- Tabla de Planificación de Concreto en Grada.....	109
Tabla 14- Tabla de Planificación de Concreto en Zapata.....	109
Tabla 15- Tabla de Planificación de Acero de Refuerzo en Zapatas .....	109
Tabla 16- Tabla de Planificación de Concreto en Vigas de Cimentación .....	110
Tabla 17- Tabla de Planificación de Acero de Refuerzo en Vigas de Cimentación .....	111
Tabla 18- Tabla de Planificación de Concreto en Sobrecimientos Armados.....	111
Tabla 19- Tabla de Planificación de Acero en Sobrecimiento Armado .....	111
Tabla 20- Tabla de Planificación de Concreto en Columnas.....	112
Tabla 21- Tabla de Planificación de Acero de Refuerzo en Columnas .....	112
Tabla 22- Tabla de Planificación de Concreto en Vigas.....	112
Tabla 23- Tabla de Planificación de Concreto en Losas Aligeradas.....	114
Tabla 24- Tabla de Planificación de Encofrado y Desencofrado en Losas Aligeradas.....	115
Tabla 25- Ficha de Observación N° 01 de Tiempo de elaboración de entregables correspondiente a la especialidad de arquitectura. ....	118
Tabla 26- Ficha de Observación N° 01 de Tiempo de elaboración de entregables correspondiente a la especialidad de estructuras. ....	120
Tabla 27- Ficha de Observación N° 01 de Tiempo de elaboración de entregables correspondiente a la especialidad de Instalaciones Sanitarias.....	122
Tabla 28- Ficha de Observación N° 01 de Tiempo de elaboración de entregables correspondiente a la especialidad de Instalaciones Eléctricas. ....	124

## ÍNDICE DE FIGURAS

	pág.
Figura 1- Ciclo de Vida de la Edificación .....	32
Figura 2- BIM en Norte América.....	33
Figura 3- BIM en Europa.....	33
Figura 4-BIM en Asia .....	34
Figura 5- Bim en Sudamérica.....	35
Figura 6- Estudio demográfico de encuestados y proyectos. ....	36
Figura 7- Nivel de adopción BIM por tipo de proyecto. ....	37
Figura 8- Uso de BIM por altura de edificación .....	37
Figura 9- Uso de BIM por tamaño de empresa constructora.....	38
Figura 10- Especialidades modeladas en los proyectos .....	38
Figura 11- Etapa en la que inician la compatibilización con BIM en los proyectos .....	39
Figura 12- Demografía de los encuestados.....	40
Figura 13- Nivel de adopción BIM por tipo de proyectos. ....	41
Figura 14- Nivel de adopción BIM por tamaño de proyectos. ....	41
Figura 15- Nivel de adopción BIM de acuerdo con el tamaño de la empresa. ....	41
Figura 16- Especialidades modeladas en los proyectos. ....	42
Figura 17- Concepto sobre BIM .....	42
Figura 18-Ventajas de la Aplicación de BIM en obras.....	46
Figura 19 - Curva MacLeamy.....	47
Figura 20- Estandarización en la adopción BIM.....	49
Figura 21- Educación BIM en el mercado.....	50
Figura 22-Etapas de la aplicación de BIM Fuente: Implementation of an interoperable process to optimise design and construction phases of a residential building: A BIM Pilot Project. ....	51
Figura 23-Etapas de la aplicación de BIM Fuente: Siete dimensiones de un proyecto de construcción con la metodología Building Information Modeling .....	52
Figura 24- Definición de LODET, LODEV Y LOI.....	53
Figura 25- Niveles de desarrollo LOD de Viga de Cimentación Invertida de Concreto Post Tensado .....	54
Figura 26-Miembros de un equipo de diseño típico y sus interrelaciones entre sí y el propietario en una configuración contractual tradicional. ....	55
Figura 27-Miembros de un equipo de diseño típico y sus interrelaciones entre sí y el propietario en un proyecto donde algunos consultores son contratados directamente por el propietario. ....	56
Figura 28-Etapas secuenciales de la fase de diseño y tareas relevantes de cada etapa. ....	57
Figura 29-Características de la etapa de diseño esquemático.....	58

Figura 30- Características de la etapa de desarrollo de diseño.....	59
Figura 31- Características de la etapa de documentos de construcción.....	59
Figura 32- Mapa de desarrollo arquitectónico de la vivienda. ....	66
Figura 33- Imagen satelital del terreno donde se desarrollará el proyecto .....	66
Figura 34- Planos de Distribución arquitectónica de los tres primeros niveles del proyecto.....	67
Figura 35- Planos de Distribución de cuarto y quinto nivel del proyecto .....	68
Figura 36- Planos de Cortes Arquitectónicos del proyecto.....	69
Figura 37- Planos de Corte Arquitectónico del proyecto .....	70
Figura 38- Render de la fachada del proyecto .....	71
Figura 39- Render de lavandería del proyecto.....	71
Figura 40- Render de baño de visita del primer nivel.....	72
Figura 41- Render de sala comedor en primer nivel .....	72
Figura 42- Lista de Planos del proyecto: Vivienda Diaz Medina.....	78
Figura 43- Planos de Distribución arquitectónica de los tres primeros niveles del proyecto.....	79
Figura 44- Planos de Distribución de cuarto y quinto nivel del proyecto .....	80
Figura 45- Planos de Cortes Arquitectónicos del proyecto.....	82
Figura 46- Planos de Corte Arquitectónico del proyecto .....	82
Figura 47- Planos de Cimentaciones del proyecto.....	83
Figura 48- Plano de Detalles de Escaleras, Cisterna y Columnas .....	84
Figura 49- Plano de Aligerados.....	85
Figura 50- Plano de Aligerado Azotea y detalles de Vigas.....	86
Figura 51- Plano de Instalaciones Sanitarias Agua Fría y Agua Caliente .....	87
Figura 52- Plano de Instalaciones Sanitarias Desagüe.....	88
Figura 53- Plano de Instalaciones Sanitarias Detalles .....	89
Figura 54- Plano de Instalaciones Sanitarias Detalles .....	90
Figura 55- Plano de Instalaciones Sanitarias Detalles .....	91
Figura 56- Plano de Instalaciones Sanitarias Detalles .....	92
Figura 57- Especificaciones Técnicas de la especialidad Estructuras .....	93
Figura 58- Especificaciones Técnicas de la especialidad Instalaciones Sanitarias Agua.....	94
Figura 59- Especificaciones Técnicas de la especialidad Instalaciones Sanitarias Desagüe.....	94
Figura 60- Especificaciones Técnicas de la especialidad instalaciones Eléctricas.....	95
Figura 61- Estructura de carpetas para el modelado. ....	95
Figura 62- Modelo virtual de los elementos de Cimentación.....	97
Figura 63 - Modelo Virtual del Primer Nivel de la especialidad Estructuras. ....	98
Figura 64- Modelo Virtual de Acero de Refuerzo de los elementos Cimentación.....	98

Figura 65-Modelo Virtual de Sobrecimientos.....	99
Figura 66-Modelo Virtual de Columnas .....	99
Figura 67- Modelo Virtual de los Elementos de Aligerado.....	100
Figura 68- Modelo Virtual de Muros de albañilería .....	100
Figura 69- Modelo Virtual de Encofrado de Vigas de Cimentación.....	101
Figura 70- Modelo Virtual de Encofrado de Sobrecimientos .....	101
Figura 71- Modelo Virtual de Encofrado de Sobrecimientos .....	102
Figura 72- Modelo Virtual de Instalaciones de Agua.....	103
Figura 73 -Modelo Virtual de Instalaciones de Desagüe.....	103
Figura 74- Modelo Virtual de la especialidad de Instalaciones Eléctricas – Tablero y Tomacorrientes .....	104
Figura 75 - Modelo Virtual Isométrico de Instalaciones Eléctricas.....	104
Figura 76- Modelo Virtual de la especialidad de Instalaciones Eléctricas – Tablero y Tomacorrientes .....	105
Figura 77- Modelo Virtual de la especialidad de Instalaciones Eléctricas – Tablero y Tomacorrientes .....	105
Figura 78- Interferencia entre Sobrecimiento Armado y Tubería de desagüe...	105
Figura 79- Modelo Virtual de la especialidad de Instalaciones Eléctricas – Tablero y Tomacorrientes .....	106
Figura 80- Interferencia entre colector de desagüe y viga .....	106
Figura 81- Interferencia entre montante de desagüe y Viga.....	107
Figura 82- Ficha de Observación n° 1 .....	115
Figura 83- Ficha de Observación n° 2.....	115
Figura 84- Ficha de Observación n° 3.....	116
Figura 85 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de diseño esquemático de la especialidad Arquitectura .....	118
Figura 86 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de desarrollo del diseño de la especialidad Arquitectura .....	119
Figura 87 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de documentos construcción: elaboración de planos de la especialidad Arquitectura .....	120
Figura 88 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de diseño esquemático de la especialidad Estructura .....	121
Figura 89 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de desarrollo del diseño de la especialidad Estructura .....	121
Figura 90 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de documentos construcción: elaboración de planos de la especialidad Estructuras .....	122
Figura 91 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de diseño esquemático de la especialidad Instalaciones Sanitarias.....	123
Figura 92 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de desarrollo del diseño de la especialidad de Instalaciones Sanitarias .....	123

Figura 93 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de documentos construcción: elaboración de planos de la especialidad Instalaciones Sanitarias .....	124
Figura 94 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de diseño esquemático construcción: elaboración de planos de la especialidad Instalaciones Eléctricas .....	125
Figura 95 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de desarrollo del diseño de la especialidad de Instalaciones Eléctricas. ....	125
Figura 96 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de documentos construcción: elaboración de planos de la especialidad Instalaciones Eléctricas .....	126
Figura 97 – Ficha de Observación de cuantificación de Partidas de la especialidad estructuras.....	127
Figura 98 – Ficha de Observación de cuantificación de Partidas de la especialidad Instalaciones Sanitarias .....	127
Figura 99 – Ficha de Observación de cuantificación de Partidas de la especialidad Instalaciones eléctricas .....	128
Figura 100 – Ficha de Observación de detección de conflictos.....	128
Figura 101 – Comparación General de las partidas más importantes de la especialidad de estructuras.....	130
Figura 102 – Comparación General de las partidas más importantes de la especialidad de instalaciones sanitarias.....	131
Figura 103 – Comparación General de las partidas más importantes de la especialidad de instalaciones sanitarias.....	131
Figura 104 – Comparación General de las partidas de la especialidad de Arquitectura. ....	131
Figura 105 – Comparación General de Optimización del metrado aplicando tecnologías BIM de todas las especialidades del proyecto.....	132
Figura 106 – Gráfico Comparativo de Optimización de Metrados en las especialidades, .....	132

## RESUMEN

Pese a las dificultades originadas por la pandemia y la crisis política que se vivió en el transcurso del año, la industria de la construcción no se detuvo, pues esta es esencial para el crecimiento del PBI nacional.

En la actualidad, se elaboran proyectos de construcción con una calidad menor a la esperada, y esto se da por diversos factores, pero gran parte tiene su origen en los documentos de construcción inexactos, en la inadecuada cuantificación de materiales y en la deficiente coordinación entre especialidades. Estos problemas nos han empujado a realizar este trabajo de investigación.

La investigación tiene como objetivo determinar la influencia de las tecnologías BIM (Building Information Modeling) en la fase de diseño de un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental descriptivo; y se hizo uso de la técnica de revisión documental con el uso de fichas de observación.

Se recolectaron los datos relevantes del proyecto para la elaboración del modelo de construcción virtual, seguidamente se realizó la coordinación de los modelos para la detección de conflictos, y la obtención de metrados, finalmente se valorizó que tanto aportaba el uso de tecnologías BIM en la fase de diseño.

Los resultados señalan que el tiempo de elaboración de entregables se reduce en un 37 %, así mismo, se optimizó la cuantificación en un 12 % y, al realizarse la coordinación de los modelos, se detectaron anticipadamente 197 interferencias evitando costos adicionales durante la ejecución.

**Palabras clave:** tecnología BIM, fase de diseño, vivienda multifamiliar, metrados, presupuesto, coordinación.

## ABSTRACT

Despite the difficulties caused by the pandemic and the political crisis experienced throughout the year, the construction industry did not stop, as it is essential for the growth of the national GDP. Currently, construction projects are being carried out with a lower quality than expected, and this is due to various factors, but a large part of it originates from inaccurate construction documents, inadequate material quantification, and deficient coordination between specialties. These problems have pushed us to carry out this research work.

The objective of this research is to determine the influence of Building Information Modeling (BIM) technologies in the design phase of a five-story multifamily housing project located in the city of Chiclayo. The research was carried out under a quantitative approach with a non-experimental descriptive design, and the technique of document review with the use of observation sheets was used.

Relevant data from the project were collected for the elaboration of the virtual construction model. Subsequently, model coordination was carried out to detect conflicts and obtain measurements. Finally, the contribution of BIM technologies in the design phase was valued. The results indicate that the time for the elaboration of deliverables was reduced by 37 %. Similarly, quantification was optimized by 12 %, and by coordinating the models, 197 interferences were detected in advance, avoiding additional costs during the execution.

**Keywords** BIM Technology, Design Phase , Multyfamily Buildings, quantificación, budget, coordination.

NOMBRE DEL TRABAJO

**APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS BIM EN LA FASE DE DISEÑO EN UN PROYECTO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE CINCO**

AUTOR

**YAIR ALEXANDER OLORTE AITKEN / AL MENDRA VISAG VALENCIA**

RECuento DE PALABRAS

**23271 Words**

RECuento DE CARACTERES

**128216 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**143 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**19.5MB**

FECHA DE ENTREGA

**May 7, 2024 11:27 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**May 7, 2024 11:29 AM GMT-5**

● **17% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)



## INTRODUCCIÓN

La etapa de diseño en los proyectos de edificación es fundamental, durante el desarrollo de esta fase se determina la función y la ubicación de cada elemento que formará parte del proyecto a construirse y es en esta etapa donde se conforman los equipos de diseño con diversos especialistas de acuerdo con el alcance y el tamaño del proyecto.

En esta fase, ocurren escenarios secuenciales, y aunque depende del contexto y el proyecto a desarrollar, son tres los recurrentes; el diseño esquemático, el desarrollo del diseño, y los documentos de construcción.

Generalmente, en proyectos de vivienda ,participan cuatro profesionales: el arquitecto, el ingeniero civil, el ingeniero sanitario y el ingeniero electricista. Son ellos quienes se encargan de producir los documentos de construcción. Estos documentos sirven de guía durante la fase de ejecución y, en teoría, deben resolver la mayoría de las consultas que pueda tener el ejecutor.

Tradicionalmente, la creación de documentos de construcción se realizaba mediante dibujo a mano. Con el avance de en las herramientas computacionales, como el CAD, se transformó la manera de llevar a cabo la etapa de diseño. Finalmente termino siendo adoptado de manera generalizada en muchas oficinas y facultades universitarias.

Actualmente, el uso de las tecnologías BIM ha cobrado mayor notoriedad. Representa un desafío de adaptación para los expertos, similar al paso del papel al computador. Requiere no solo nuevas herramientas, sino también una transición mental en la forma de desarrollar proyectos.

El uso de tecnologías BIM ayuda a reducir y evitar conflictos, lo que a su vez disminuye las deficiencias y costos adicionales en comparación con el método convencional utilizado durante la etapa de diseño.

Es oportuno mencionar que el objetivo general es determinar la influencia de las tecnologías BIM en la fase de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

Para poder lograr esto, se plantearon tres objetivos específicos

- a. Determinar el tiempo de elaboración de entregables de cada especialidad aplicando tecnologías BIM en la etapa de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.
- b. Realizar el metrado aplicando tecnologías BIM en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.
- c. Realizar la coordinación de todas las especialidades aplicando la tecnología BIM en la fase de diseño de un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

Con respecto a la hipótesis, se plantea que la aplicación de las tecnologías BIM optimizará la fase de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo.

Es importante mencionar que este proyecto tiene una limitación: no todas las partidas pueden ser cuantificadas con el software REVIT. Solo se desarrollarán aquellas especificadas en el presupuesto previo. El alcance abarca la aplicación de tecnologías BIM en la fase de diseño de un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

En resumen, la tesis se compone de seis capítulos que se enumeran a continuación: El primer capítulo aborda la exposición del problema, incluyendo la situación problemática, su importancia y viabilidad. El segundo capítulo se centra en el marco teórico, que comprende los antecedentes nacionales e internacionales de la investigación, así como las bases teóricas relacionadas con la tecnología BIM, la fase de diseño y las definiciones de términos fundamentales. El tercer capítulo explica cómo se enfoca la investigación, el tipo de la misma y la metodología utilizada para su evaluación. El cuarto capítulo explica el desarrollo que se llevó a cabo para la aplicación de las tecnologías BIM en la fase de diseño de un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles. El quinto capítulo detalla los resultados obtenidos mediante la aplicación de las tecnologías BIM en la fase de diseño del proyecto mencionado anteriormente. En el sexto capítulo

se encuentra la discusión, seguida de las conclusiones, recomendaciones, fuentes de información y anexos, sin dejar de lado la aplicación de las tecnologías BIM en la fase de diseño.

## CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Situación Problemática

Es notorio que en la etapa de diseño en los proyectos no se ha actualizado en su totalidad con la aplicación de nuevas tecnologías que ayuden a mejorar todos los procesos involucrados en la fase, siendo algo muy común encontrar errores, incompatibilidades y presupuestos que no coinciden con lo ejecutado, aunque existen varias razones que pueden provocar este problema, una de las más importantes es la falta de comunicación y colaboración entre los diferentes expertos que participan en la elaboración del expediente.

El más grande desafío, en el sector de la construcción, es lograr que; los plazos de ejecución, el presupuesto estimado y los estándares de calidad se logren de acuerdo con lo proyectado, y esto es algo casi imposible de lograr en su totalidad si el proyecto no fue concebido en un entorno colaborativo desde el comienzo.

Tanto en proyectos de infraestructura como de vivienda se observan deficiencias de calidad. Esto se refleja en un mayor costo de construcción, mantenimiento y un menor grado de satisfacción y seguridad para los usuarios. Es así como se hace evidente aplicar controles efectivos en cada etapa del desarrollo del proyecto

Para evitar la existencia de inconsistencias entre lo planificado y lo ejecutado en la obra, es necesario minimizar las incompatibilidades entre ambas fases y, de esta manera, reducir la brecha que las separa. Para alcanzar este objetivo, se requiere una mayor interacción y coordinación entre los equipos encargados de la fase de diseño y los encargados de la ejecución de la obra. La falta de comunicación y coordinación entre ambos grupos es considerada el principal obstáculo en la consecución de este fin. Por lo tanto, se busca mejorar esta interacción y coordinación, para asegurar una ejecución efectiva y eficiente del proyecto.

Siendo que es necesario cumplir plazos establecidos, los ejecutores se ven obligados a iniciar los trabajos de construcción con planos no

compatibles entre sí, presupuestos no acertados, diseños deficientes e interferencias entre las diversas disciplinas presentes en el proyecto.

En la actualidad, las empresas consultoras están experimentando cambios en la manera en que gestionan las distintas etapas de la fase de diseño. Esta situación se debe a la creciente competitividad en el mercado, lo que hace que sea crucial considerar cuidadosamente las diversas variables y fomentar una coordinación adecuada entre todas las disciplinas involucradas. De este modo, se garantiza que el diseño del proyecto sea lo más eficiente y efectivo posible, lo que contribuye a mejorar la calidad de los servicios que se ofrecen.

Alcántara (2013) menciona que la creación de un modelo BIM tridimensional permite visualizar fallas dentro de un entorno virtual, lo cual evita que surjan durante la fase de ejecución, eliminando sobrecostos asociados a procedimientos deficientes. Este modelo no solo facilita la detección de conflictos, sino también la revisión de criterios de diseño. Además, simplifica el proceso de elección de acciones durante la ejecución, lo que facilita la toma de decisiones.

Apaza Vizcarra (2015) refiere que los softwares BIM tienen la capacidad de generar mejores resultados dada la forma en la que representan los distintos elementos constructivos del proyecto en desarrollo. Esto se da por el cambio esencial en la forma de elaborar entregables, siendo que la tradicional se basa en una representación por medio de líneas y la que se logra con tecnologías BIM está basada en objetos con información propia que aunados a otros contribuyen a un modelo virtual.

Por otro lado López (2019) sustenta que la base del éxito en un proyecto que aplique tecnologías BIM, es el modelado planificado a detalle de acuerdo con las necesidades del proyecto, esto debido a que el modelo de construcción no solo es una representación visual sino una construcción virtual con información de cada elemento que lo conforma.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, se destaca que el empleo de las tecnologías BIM posibilita el intercambio y coordinación simultánea de modelos de información, lo cual conlleva a una comunicación

más efectiva y una mayor coordinación entre los diferentes expertos que intervienen en un proyecto.

Esta investigación pretende determinar la influencia de las tecnologías BIM en la fase de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo

## **1.2. Definición del Problema**

Dado el avance tecnológico, que se da gracias a diversas investigaciones que buscan mejorar la calidad de los proyectos, hoy en día, se cuenta con diversidad de materiales, nuevos sistemas que requieren nueva infraestructura y con nuevas propuestas en el diseño de proyectos.

Un aumento en el nivel de complejidad se produce al incluir una gran cantidad de detalles en todas las especialidades que participan en un proyecto, como arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas. En consecuencia, resulta prudente asumir que, a pesar de la inclusión de estos detalles, se deben tener en cuenta otras variables para asegurar la efectividad del proyecto. Esto da pie a que no sea suficiente representar dichas especialidades en planos 2D no integrados, pudiendo llegar a omitirse información especial y detalles.

El resultado de esta falta de coordinación en la fase de diseño conduce a problemas como incongruencias y conflictos entre las diferentes especialidades, lo que implica que dichos problemas sean detectados y corregidos en la etapa de ejecución del proyecto.

Esto genera como consecuencia que las empresas mejoren sus procesos desde el momento en que conceptualizan el proyecto, es decir, en la fase de diseño.

## **1.3. Formulación del Problema**

### **1.3.1. Problema general**

- a. ¿Cuál es la influencia de las tecnologías BIM en la fase de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- a. ¿Cuál es la influencia de la aplicación de tecnologías BIM en el tiempo de elaboración de entregables de cada especialidad en la

fase de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque?

- b. ¿Cuál es la influencia de la aplicación de tecnologías BIM en el metrado en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, aplicando tecnologías BIM?
- c. ¿Cuál es la influencia de la aplicación de tecnologías BIM en la coordinación de todas las especialidades en la fase de diseño de un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque?

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la influencia de las tecnologías BIM en la fase de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo

##### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- a. Determinar el tiempo de elaboración de entregables de cada especialidad aplicando tecnologías BIM en la fase de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.
- b. Realizar el metrado aplicando tecnologías BIM en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.
- c. Realizar la coordinación de todas las especialidades aplicando la tecnología BIM en la fase de diseño de un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

#### **1.5. Justificación de la Investigación**

La justificación de la presente investigación puede disgregarse en el impacto potencial teórico y práctico.

### **1.5.1. Impacto teórico**

El impacto teórico de la investigación aporta nuevos criterios para el modelado con tecnologías BIM, enfatizando la fase de diseño para garantizar un alto estándar de calidad desde el comienzo.

Esto repercute en la ejecución y en la vida útil del edificio. Además, ofrece un nuevo entendimiento sobre la relación de las tecnologías BIM con niveles de desarrollo, procedimientos optimizados, tiempos de diseño reducidos, costos más bajos y proyectos más viables, todo ello dentro de un flujo de trabajo interdisciplinario.

Esto impacta positivamente en el sector privado de la construcción, que según CAPECO (2021b) en 2021 podría llegar a crecer hasta en un 17.5 %, con un mayor potencial si se estandariza el uso de tecnologías BIM.

Por esta razón, CAPECO, en conjunto con entidades públicas y privadas promueven la iniciativa que han denominado como la “Alianza BIM” teniendo como primer proyecto el “Plan BIM Gobierno en el Perú” definiéndolo como un sistema para la gestión completa de la obra pública y privada a lo largo de su ciclo de vida.

### **1.5.2. Impacto práctico**

La tesis tendrá un impacto práctico al beneficiar a empresas y oficinas consultoras dedicadas al diseño de viviendas. Proporcionará una nueva perspectiva sobre el alcance de las tecnologías BIM en la fase de diseño de viviendas multifamiliares. Podrá utilizarse preventivamente para identificar posibles incompatibilidades entre disciplinas, solucionándolas al instante y optimizando el metrado y presupuesto del proyecto.

Garantizará un alto estándar de calidad en los entregables, en el plazo de tiempo establecido, beneficiando tanto a los clientes como a la empresa. Un buen diseño se traduce en una construcción sin pérdidas aumentando el valor de retorno de la inversión para el cliente y permitiendo a la empresa optimizar el proceso de diseño.

## **1.6. Alcances o delimitación de la investigación**

En la presente investigación, se elaborará un modelo cuantificable de un proyecto de Vivienda Multifamiliar de cinco niveles aplicando tecnologías BIM en la fase de diseño. Existe gran variedad de software BIM en la actualidad, no obstante, se hará uso del software REVIT, puesto que

a opinión de los investigadores es el más completo, para determinar que tanto influye la aplicación de las tecnologías BIM en un entorno colaborativo.

El estudio tendrá lugar en la ciudad de Chiclayo, dentro de la oficina de la empresa VISALORTE SAC, que a su vez es la oficina personal de los tesisistas, donde tienen acceso a equipos informáticos y herramientas que utilizarán para llevarla a cabo. La investigación solo se limita a la elaboración de un modelo cuantificable, en el cual se hará un análisis comparativo con el presupuesto existente del proyecto y las partidas desarrolladas en el mismo. Asimismo, solo se desarrollarán aquellas que puedan elaborarse con el software REVIT. Es necesario mencionar esto, ya que la totalidad de las partidas existentes no pueden ser desarrolladas con el mencionado software.

Dada la escasa información sobre casos del uso práctico de tecnologías BIM para este tipo de proyectos, la presente investigación está orientada a cualquier profesional que se desenvuelva en el diseño de proyectos de edificación, para que pueda involucrarse más con la aplicación de la amplia gama de herramientas tecnológicas existentes en la actualidad.

### **1.7. Viabilidad de la investigación**

- a. Viabilidad Técnica: La implementación de enfoques, regulaciones y directrices para la concepción de proyectos, y la incorporación de herramientas informáticas modernas (tales como Revit, Excel y Word), contribuirán al progreso de la presente investigación.
- b. Viabilidad Económica: La presente investigación no persigue fines lucrativos, por lo que no se obtendrá ningún beneficio económico a partir de la misma. Los autores cuentan con financiamiento propio para llevar a cabo las actividades necesarias para el desarrollo del estudio.
- c. Viabilidad Social: determinar los posibles beneficios de utilizar la tecnología BIM sentaría un precedente para todas las empresas consultoras de la ciudad de Chiclayo y fomentaría una mayor investigación con enfoque de ingeniería por parte de otros

organismos del Estado o privados para estandarizar las buenas prácticas con esta tecnología, garantizando buenos proyectos en el futuro con una mejor calidad. La empresa facilitará la información necesaria del expediente que se utilizará como caso de estudio.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la Investigación

#### 2.1.1. A nivel Internacional

Barison & Santos (2016) llevan a cabo un análisis del rol del arquitecto en proyectos desarrollados con tecnología BIM con el objetivo de identificar las competencias requeridas. Esto permite determinar qué habilidades deben incluirse en la currícula de pregrado de la carrera de Arquitectura, enfocándose en el proceso de diseño. Además, proponen un modelo hipotético para un flujo de trabajo BIM aplicable en Brasil. Sustentan que la introducción de estas tecnologías en los planes de estudio es crucial para formar profesionales capaces de trabajar en entornos colaborativos.

Li, Xu, y Zhang (2017) mencionan que los principales problemas al elaborar y ejecutar el cronograma de obra van desde la falta de preparativos previos hasta la brecha entre duración, costo y calidad. Además, destacan las ventajas del uso de tecnología BIM, como la existencia de un modelo virtual del proyecto, la integración de disciplinas, la posibilidad de simular la construcción y la capacidad de gestión. Sostienen que el uso de BIM contribuye significativamente en la creación y programación de actividades de ejecución de obra, no solo en la etapa de diseño, sino también durante la ejecución y la fase de operación.

Los problemas surgidos al elaborar un cronograma a partir de planos bidimensionales están vinculados con la incapacidad de visualizar en tiempo real el esquema de construcción. El uso de tecnologías BIM potencia la gestión inteligente de los proyectistas y ejecutores, evitando cambios de diseño en obra y reduciendo la brecha entre duración, costo y calidad.

Jobim, Gonzalez Stumpf, Edelweiss y Kern (2017) sostienen que obtener todos los beneficios de las tecnologías BIM requiere una planeación previa y una implantación cuidadosa. Por ello, realizaron una evaluación de cinco empresas que implementaron BIM en alguna

fase, comparando sus necesidades, la implementación y los resultados obtenidos. Destacan la falta de comprensión total del concepto de BIM, el desconocimiento de los procesos constructivos y la escasez de opciones de capacitación efectiva sobre su implementación. Además, resaltan el elevado costo de inversión, proporcional al tamaño de las empresas, y la necesidad de una planificación adecuada según las necesidades de los proyectos. Concluyen que los usos de BIM son diversos, al igual que los beneficios que ofrecen, pero aún existe recelo entre los profesionales debido a las dificultades de integración.

Machado et al. (2018) llevaron a cabo un estudio para determinar si la utilización de tecnologías BIM junto con un enfoque basado en criterios para la toma de decisiones marca una diferencia significativa en la fase de diseño. Realizaron un análisis comparativo de tres métodos constructivos modelados en Revit y extrajeron datos del mismo. Concluyeron que, si bien la elección entre sistemas está influenciada por la opinión del experto consultado, disponer de datos de cada modelo facilita la toma de decisiones.

Gámez, Sánchez y Severino (2018) proponen un enfoque para la gestión de proyectos en España que incluye la formación de equipos durante todo el ciclo de vida del proyecto. Argumentan que la gestión con metodología BIM requiere un equipo con roles definidos, planificados y ejecutados a través de un plan BIM. Los participantes deben ser competentes y tener la autoridad adecuada. Además, sugieren clasificar como equipos a todos los involucrados en el proyecto BIM durante su vida útil, analizando los equipos en cada etapa del desarrollo del proyecto.

Zardo, Ribeiro y Mussi (2019) realizan un estudio analizando la literatura existente sobre las aplicaciones prácticas del BIM y el empleo de técnicas de diseño paramétrico para optimizar el consumo energético de edificios. Concluyen que el modelado, en su mayoría, se realiza con Revit, ya sea en BIM solo o en asociación con el diseño paramétrico. Además, destacan que la herramienta de programación visual predominante es su extensión, Dynamo.

### **2.1.2. A nivel Nacional**

Ichpas Loayza y Mendoza Palomino (2016) llevaron a cabo un estudio donde aplicaron tecnologías BIM en la etapa de diseño de una instalación educativa. Utilizaron el software Revit para el modelado, limitándose a las especialidades de arquitectura e ingeniería estructural. Posteriormente, simularon el proceso constructivo y la obtención de metrados. Esto les proporcionó una visión del alcance de estas tecnologías. Concluyen que la aplicación de BIM puede proporcionar un modelo exacto del diseño para cada especialidad, lo que optimiza la planificación y programación de la obra.

Delgado Espinoza y Rodríguez Gonzales (2018) llevaron a cabo una investigación sobre la aplicación de tecnologías BIM en un proyecto residencial, evaluando su impacto en la reducción de costos operativos. Recopilaron información del proyecto y opiniones de profesionales involucrados. Posteriormente, elaboraron un modelo virtual de la edificación y compatibilizaron las especialidades para identificar interferencias. Finalmente, cuantificaron los datos. Concluyen que los planos de construcción deben provenir de un modelo elaborado en un entorno colaborativo para minimizar modificaciones en obra.

Valenzuela Molina (2018) tuvo como objetivo en su investigación implementar la tecnología BIM en la etapa de licitación para obtener una estimación optimizada de costos en un plan de construcción de un hotel en Lima. Se recopilaron datos preliminares del proyecto y se llevó a cabo la implementación BIM. Como resultado, se identificaron y resolvieron 179 incompatibilidades entre especialidades, lo que previno sobrecostos al anticiparse a la etapa de ejecución.

Millasaky Avilés (2018) realizó un estudio en el cual se implementó BIM en la fase de diseño de proyectos de edificación en Lima. En este trabajo de investigación se llevó a cabo una comparativa económica entre cuatro proyectos residenciales, donde dos fueron realizados de forma tradicional y dos subcontrataron

servicios BIM cuyo fin fue disminuir las incompatibilidades en obra. Todos los proyectos de la muestra tienen condiciones análogas y la comparativa está basada en determinados parámetros. La investigación tenía como finalidad identificar que tan ventajoso supone contratar servicios de proveedores BIM.

Julcamoro Vásquez (2019) realiza una investigación asociada a la aplicación práctica de la tecnología BIM con el software Revit en la etapa de diseño. En esta investigación la finalidad era innovar en la forma de obtención de información, en comparación a la manera tradicional que ya viene siendo pretérita según menciona. Asimismo realizó una simulación del proceso constructivo, y posterior operación del proyecto, con lo cual obtuvo un reporte cuantificable de errores en el presupuesto. Sustenta que el uso de tecnologías BIM permite tomar decisiones acertadas, facilita la colaboración entre profesionales y optimiza la productividad.

## **2.2. Bases Teóricas**

La presente investigación plantea conceptos relacionados con el tema de estudio, el cual se centra en la implementación de la metodología BIM en la etapa de diseño de un proyecto de vivienda multifamiliar. Dichos conceptos se describen detalladamente a continuación.

### **2.2.1. Surgimiento del concepto BIM**

La noción de BIM se originó en los comienzos de la era digital, en 1962, Douglas C. Engelbart, publica un artículo en el que da una opinión sobre cómo será el diseño de edificaciones en el futuro, en él, establece que el diseño en el futuro obedecería a un modelo basado en elementos paramétricos relacionados entre sí.

Bergin (2012) menciona que el trabajo del arquitecto Christopher Alexander influye en una generación de programadores informáticos, que empezaron a desarrollar interfaces gráficas basados en objetos.

Se puede establecer que el surgimiento y crecimiento del BIM está ligado directamente con la evolución de las herramientas computacionales no obstante el pensamiento que influyó en su creación fue anterior al desarrollo de estas.

Transcurría 1974, cuando surgieron las primeras definiciones del BIM, el arquitecto Charles Eastman, considerado por muchos como el patriarca del BIM, presenta BDS ( Building Description System) un sistema informático que utilizaba una biblioteca de elementos arquitectónicos interconectables para visualizar un diseño de arquitectura integral. Es así como se van definiendo las generalidades sobre el BIM.

La primera versión de AutoCAD surge en noviembre de 1982 de la mano Autodesk surge en 1982, por iniciativa de John Walker y 12 socios más, el software estuvo orientado a funcionar en computadoras de 8 bits y 16 bits. En el mismo contexto histórico, la competitividad de las empresas hace que el empresario Gabor Bojar funde Graphisoft, con lo cual presenta la primera aplicación BIM llamada CH RADAR, el antecesor de lo que años más tarde se conocería mundialmente como ArchiCAD.

Pasaron dos años, hasta que el ingeniero civil George Nemetschek, funda Nemetschek AG y presenta Allplan, considerando el segundo software BIM en la historia.

En 1994 Graphisoft lanza ArchiCAD para Windows, primer software que mezclaba CAD y BIM, posicionándolo como uno de los primeros en el mercado en lo que a BIM se trataba.

Revit nace bajo la firma Charles River Software, en el año 2000, siendo comprado por Autodesk dos años más tarde, lanzándolo al mercado internacional.

En la actualidad, siguen apareciendo nuevos softwares enfocados al BIM, y se dan multitudinarios congresos cuya finalidad es la capacitación sobre estas herramientas, lo cuales no solamente están enfocados al uso del software, sino a la manera de trabajar actual, fundamentada en la cooperación y la estructuración cuya meta es la optimización que busca lograrse con el BIM.

La historia del surgimiento del BIM es largay muchos de los acontecimientos importantes se reúnen a continuación en el siguiente gráfico

**Tabla 1- Historia del BIM**

<b>1962</b>	El artículo Augmenting Human Intellect de Douglas C. Englebart brinda una visión sobre el futuro del diseño de edificaciones
<b>1963</b>	Ivan Sutherland desarrolla Sketchpad, lo cual establece las bases para representación de sólidos por medios computacionales.
<b>1974</b>	Charles Eastman presenta el Software Building Description System, presenta todas las características actuales en las que se sustenta el BIM
<b>1977</b>	Charles Eastman presenta el Software Building Description System, presenta todas las características actuales en las que se sustenta el BIM
<b>1982</b>	El software GLIDE, presentado por Charles Eastman exhibe la mayor parte de las características de un software BIM.
<b>1984</b>	Surge AllPlan gracias a George Nemetschek
	Surge en Hungría la empresa Graphisoft, implementa el concepto BIM, definiendo al modelo creado como Virtual Building (Edificio Virtual).
<b>1985</b>	Surge el tercer software BIM para computadoras personales, VectorWorks.
<b>1988</b>	Se funda Parametric Technology Corporation (PTC) y lanza el software Pro/ENGINEER en .
<b>2000</b>	Leonid Raiz e Irwin Jungreis deciden separarse de PTC y crean la compañía Charles River Software. Crean el software REVIT, nombre que surge del concepto de revisión veloz, este software está basado en la programación basada en objetos.
<b>2002</b>	Autodesk compra el software REVIT y empieza a promocionarlo fuertemente en el mercado.
	Se desarrollan en Finlandia el primer proyecto integrado utilizando BIM.
<b>2004</b>	Surge el trabajo coordinado entre varios usuarios con el software Revit 6, el cual permite que varios profesionales puedan trabajar en un modelo integrado.
<b>2007</b>	

	Estados Unidos y Finlandia establecen las primeras guías para poder desarrollar un proyecto BIM.
<b>2012</b>	Autodesk presenta Form It, una aplicación que brinda la posibilidad de crear masas conceptuales en dispositivos móviles.
<b>2016</b>	El Reino Unido implementan BIM obligatoriamente en proyectos públicos.
<b>2018</b>	España establece uso obligatorio de BIM en proyectos públicos de edificación.
<b>2019</b>	ISO anuncia el desarrollo de estándares para usar BIM conformando un equipo de trabajo, la norma ISO 19650.
	El gobierno del Perú aprueba el DS 289-2019 para incorporar BIM progresivamente.

Fuente: Los Autores.

### 2.2.2. Definición de BIM

Traducido al español el acrónimo BIM hace referencia al Modelado de Información de la Edificación y tiene diversas acepciones:

El National BIM Standard-United States (2014) define al BIM como una planificación optimizada durante todo el ciclo de vida de la edificación, haciendo uso de un modelo que sigue pautas establecidas para la representación de información virtual para toda instalación que existe o vaya a existir en el proyecto. Asimismo este modelo incluye cualquier dato elaborado o reunido sobre la misma a lo largo de su vida útil.

Eastman, Eastman, Teicholz, Sacks, y Liston (2011) en el libro BIM HANDBOOK, definen BIM como la tecnología para el modelado coordinado de procesos constructivos, que permite realizar el estudio coordinado de la edificación, se hace especial énfasis en que el término designa al proceso de Modelado, no al modelo en sí.

Autodesk (2019) establece al BIM como un procedimiento ordenado fundamentado en un modelo tridimensional que brinda a los profesionales

de la construcción, un mejor panorama y recursos para gestionar de manera eficiente toda etapa de la vida útil de una edificación.

Por lo que BIM, se puede precisar como una herramienta invaluable en la etapa de diseño de cualquier edificación, que se logra gracias a un modelo virtual de construcción, coordinado entre todos los involucrados y que pueda ser utilizado a lo largo de toda la vida útil de la misma.

### 2.2.2.1. BIM en el mundo

Debido a las múltiples ventajas que ofrece la aplicación de la tecnología BIM, se lanzaron diversas páginas web que se especializaron en el tema como Bimcommunity.com, estas dan fe de que las implementaciones BIM, han dado un salto exponencial, y en el presente no solo la lideran las naciones más modernas.

No obstante, debe resaltarse que países de Norte América y Europa ya han realizado la implementación de BIM en proyectos públicos, con la finalidad de disminuir el uso de recursos y buscando una mejor gestión de los proyectos y su información, empleándola en todas las áreas de la industria de la construcción, desde la fase inicial ciclo de vida de la edificación.



Figura 1- Ciclo de Vida de la Edificación

Fuente: Revista Digital El Constructor

IBC, BIM PRACTICE  
MANUAL  
No hay norma oficial

BIM Forum,  
USACE, entidades  
públicas,  
Guía Nacional BIM  
para propietarios



Figura 2- BIM en Norte América

Fuente: Los Autores basándose en el artículo de Bimcommunity.

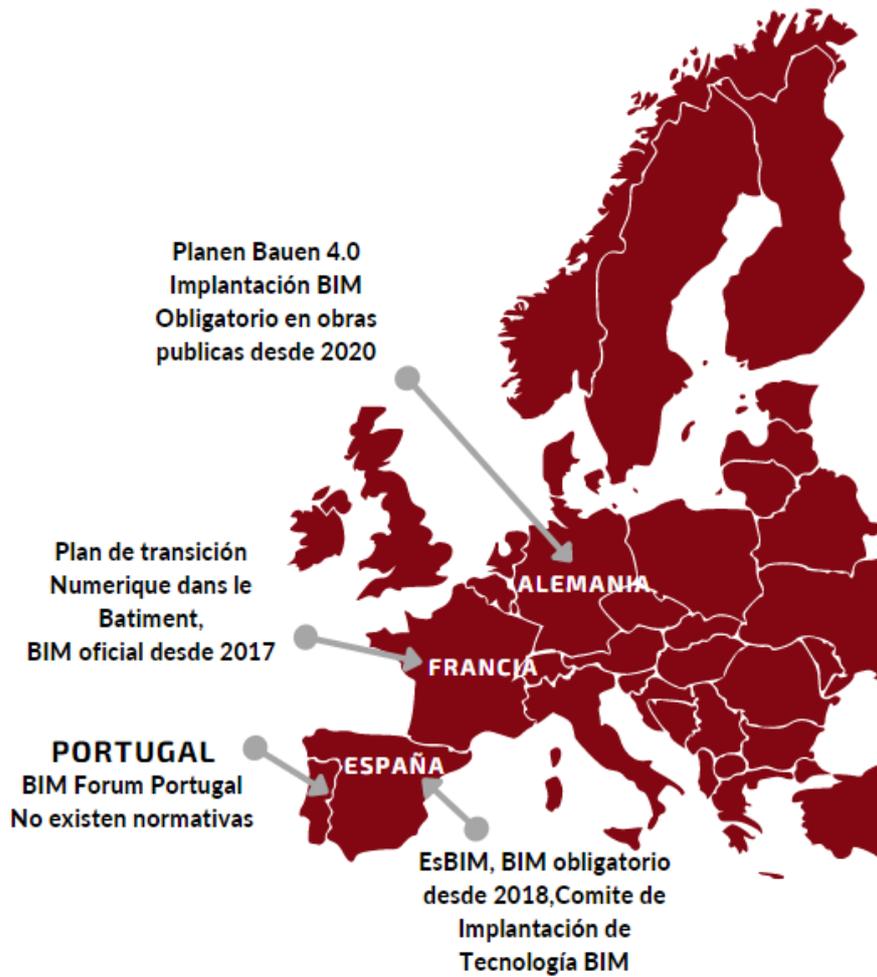
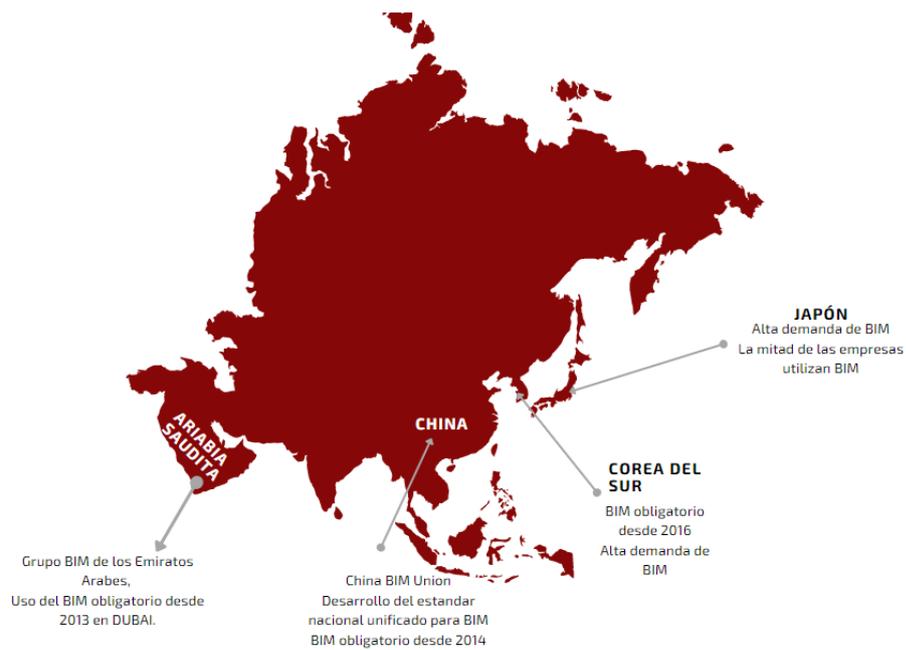


Figura 3- BIM en Europa

Fuente: Los Autores basándose en el artículo de Bimcommunity.



**Figura 4-BIM en Asia**

**Fuente: Los Autores basándose en el artículo de Bimcommunity.**

En América latina, el gobierno chileno elaboró un plan de 10 años en el cual se aplicará BIM en los proyectos públicos como requisito fundamental, a su vez se estima que para el 2025 las empresas privadas también lo tengan como condición. Cabe destacar que en el país vecino se formó un organismo denominado BIM Forum Chile, que ofrece contenido técnico a la vez que supone un punto de reunión para exponer casos de implementación BIM que ya han sido ejecutadas en el país.



Figura 5- Bim en Sudamérica.

Fuente: Los Autores en base a artículo de Bimcommunity.

#### 2.2.2.2. BIM en Perú

Murguía, Tapia, y Collantes (2017) realizaron el primer análisis de incorporación BIM en Perú, en él, mencionan que BIM se viene utilizando en Perú desde el año 2010. Asimismo y de acuerdo con la teoría de difusión de innovaciones, el estudio indica que la innovación BIM se encontraba en la etapa de “Adoptadores tempranos” enrumbando hacia “Mayoría temprana”.

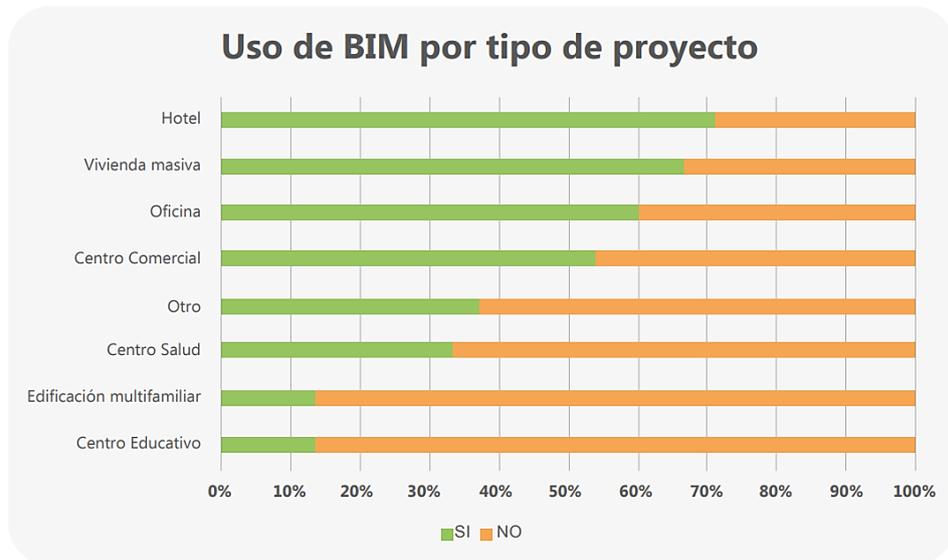
Los investigadores dividieron sus variables demográficas entre variables de los encuestados y de los proyectos, y concluyen que alrededor del 94 % de los encuestados conocía BIM, no obstante, un 72 % no había tenido experiencia con la utilización BIM, otro dato a resaltar es que el 80 % de los proyectos que habían desarrollado eran viviendas.

Variable	Categoría	N	%	
<b>Encuestado</b>				
Profesión	Arquitecto(a)	43	13%	
	Ingeniero(a) Civil	280	87%	
Cargo	Gerente Proyecto	24	7%	
	Jefe de Campo	111	34%	
	Jefe de Oficina Técnica	50	15%	
	Residente de Obra	138	43%	
Experiencia Laboral	1 a 5 años	107	33%	
	6 a 10 años	112	35%	
	11 a 15 años	56	17%	
	Más de 15 años	48	15%	
¿Conoce de BIM?	No	20	6%	
	Sí	303	94%	
Experiencia usando BIM	Ninguna	231	72%	
	1 a 2 años	70	22%	
	3 a 4 años	19	6%	
	5 a más años	3	1%	
<b>Proyecto</b>				
Tipo de Proyecto	Centro Comercial	13	4%	
	Centro Educativo	15	5%	
	Centro Salud	3	1%	
	Edificación multifamiliar	244	76%	
	Hotel	7	2%	
	Oficina	10	3%	
	Otro	16	5%	
	Vivienda masiva	15	5%	
Area construída	< 5,000 m2	186	58%	
	5,000 a 10,000 m2	62	19%	
	10,001 a 20,000 m2	41	13%	
	> 20,000 m2	34	11%	
Ubicación	Lima Top	130	40%	
	Lima Moderna	84	26%	
	Lima Sur	34	11%	
	Lima Norte	25	8%	
	Lima Centro	23	7%	
	Callao	14	4%	
	Lima Este	13	4%	
	Altura	Hasta 4 pisos	89	28%
5 a 7 pisos		100	31%	
8 a 11 pisos		56	17%	
12 a 20 pisos		73	23%	
Más de 20 pisos		5	2%	

Figura 6- Estudio demográfico de encuestados y proyectos.

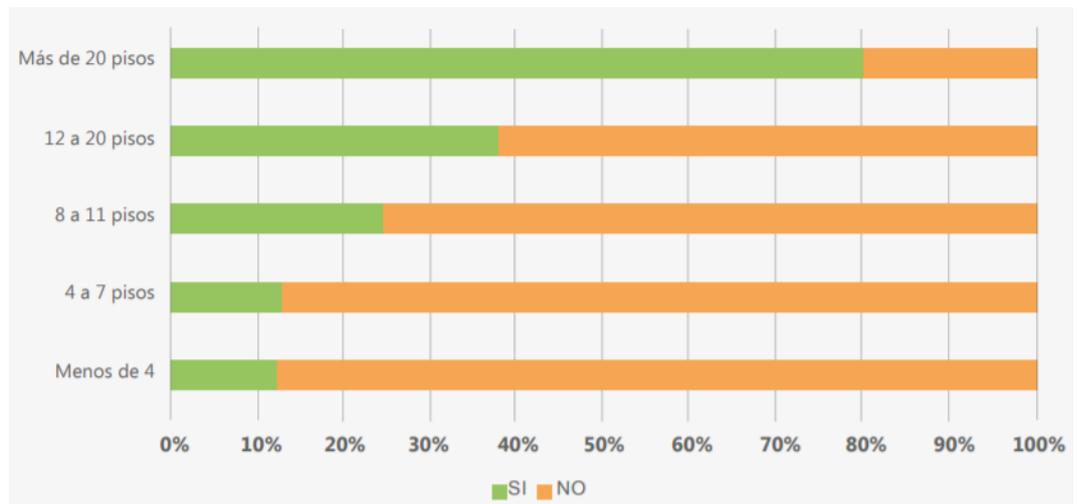
Fuente: Primer estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en lima y callao 2017

Esa investigación revela que el nivel de incorporación BIM es mínimo en las edificaciones multifamiliares, llegando a suponer que esto se da por la baja altura que alcanzan las edificaciones.



**Figura 7- Nivel de adopción BIM por tipo de proyecto.**

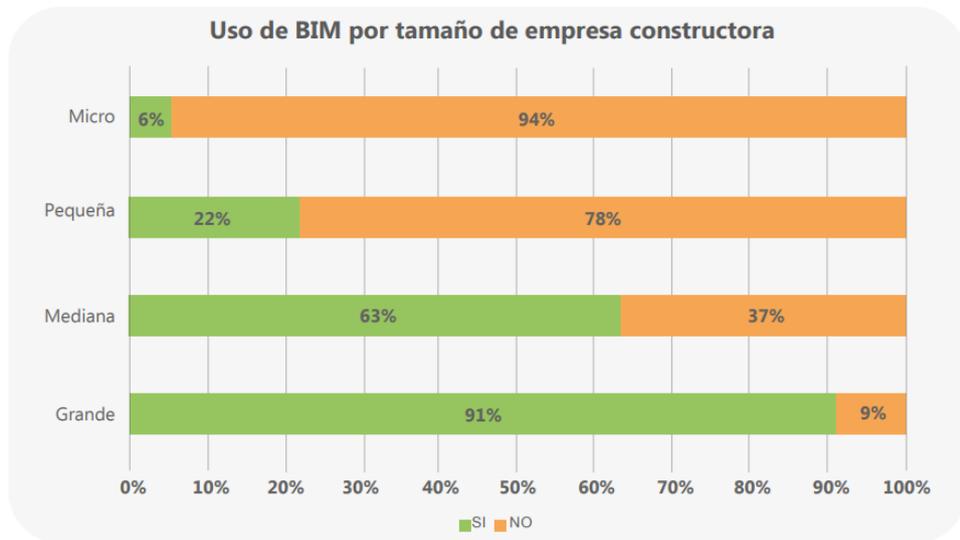
**Fuente: Primer estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en lima y callao 2017.**



**Figura 8- Uso de BIM por altura de edificación**

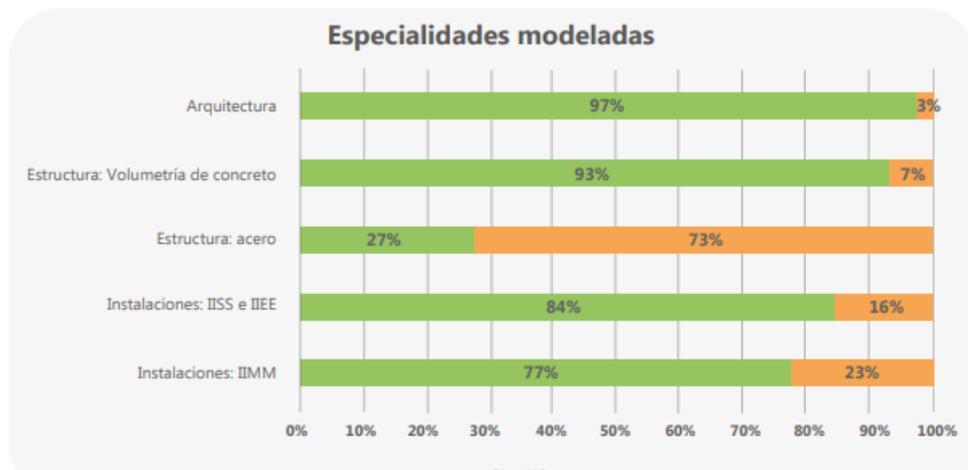
**Fuente: Primer estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en lima y callao 2017.**

Asimismo, clasificaron el grado de implementación basándose en la dimensión de la organización y las disciplinas modeladas.



**Figura 9- Uso de BIM por tamaño de empresa constructora**

**Fuente: Primer estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en lima y callao 2017.**

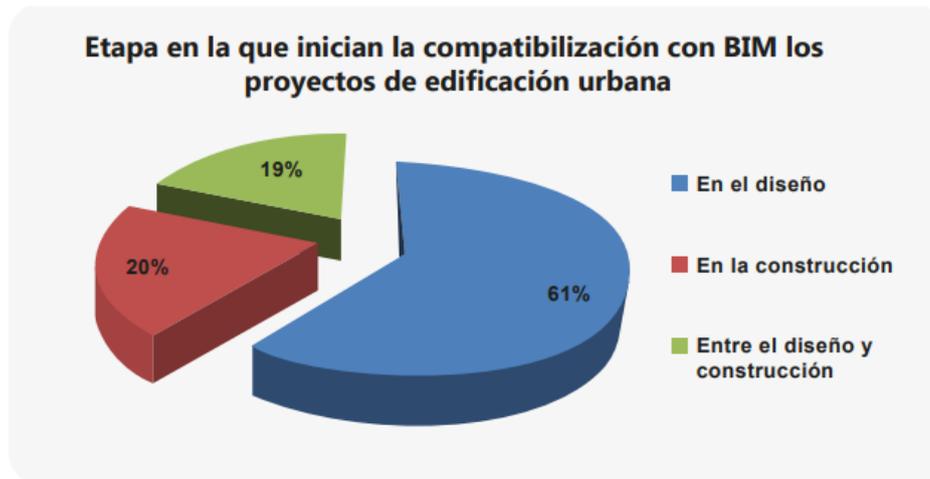


**Figura 10- Especialidades modeladas en los proyectos**

**Fuente: Primer estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en lima y callao 2017.**

Por último, es importante destacar de esta investigación que aproximadamente el 61 % de los proyectos empleó BIM durante la etapa

de diseño, tal como se evidencia en la siguiente representación gráfica:



**Figura 11- Etapa en la que inician la compatibilización con BIM en los proyectos**  
**Fuente: Primer estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en lima y callao 2017.**

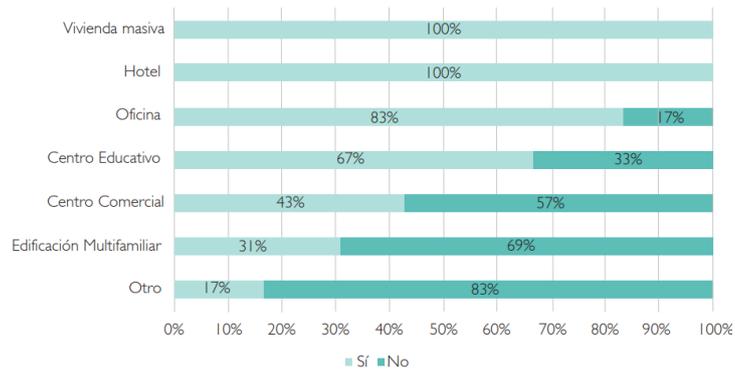
Teniendo este estudio como antecedente, Murguía, Vásquez, Balboa, & Lara (2021) realizaron un segundo estudio en donde los investigadores nuevamente dividieron sus variables demográficas entre variables de los encuestados y de los proyectos, y concluyen que alrededor del 40 % no tiene ninguna experiencia con BIM, que representa una reducción de 32 % con respecto al primer estudio.

Variable	Categoría	N	%
<b>Encuestado</b>			
Profesión	Arquitecto(a)	10	5%
	Ingeniero(a) Civil	211	95%
Cargo	Residente de Obra	114	56%
	Jefe de Producción	53	27%
	Coordinador BIM	8	4%
	Jefe de Oficina Técnica	7	3%
	Supervisor de Obra	7	3%
	Otro	14	7%
	Experiencia Laboral	1 a 5 años	66
	6 a 10 años	85	42%
	11 a 15 años	28	14%
	Más de 15 años	24	11%
Experiencia usando BIM	Ninguna	81	40%
	1 a 2 años	84	41%
	3 a 4 años	23	11%
	5 a más años	15	8%
<b>Proyecto</b>			
Tipo de Proyecto	Centro Comercial	7	3%
	Centro Educativo	3	1%
	Edificación multifamiliar	195	88%
	Hotel	3	1%
	Oficina	6	3%
	Otro	6	3%
	Vivienda masiva	2	1%
<b>Ubicación</b>			
Ubicación	Lima Top	102	46%
	Lima Moderna	91	41%
	Lima Sur	3	1%
	Lima Norte	4	2%
	Lima Centro	14	6%
	Callao	4	2%
	Lima Este	4	2%
Altura	Hasta 4 pisos	30	14%
	5 a 7 pisos	79	36%
	8 a 11 pisos	46	21%
	12 a 20 pisos	58	25%
	Más de 20 pisos	9	4%

**Figura 12- Demografía de los encuestados**

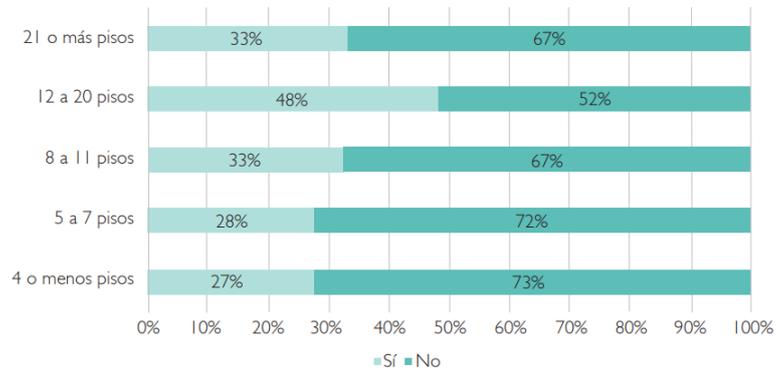
**Fuente: Segundo estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en lima y callao 2020.**

La investigación muestra que el modelado de información de la construcción (BIM) se ha adoptado en mayor medida en proyectos de viviendas masivas, hoteles y oficinas, seguidos por centros educativos y centros comerciales, con lo cual hay que resaltar la tendencia de menor adopción en edificaciones multifamiliares, independientemente de la altura del proyecto.



**Figura 13- Nivel de adopción BIM por tipo de proyectos.**

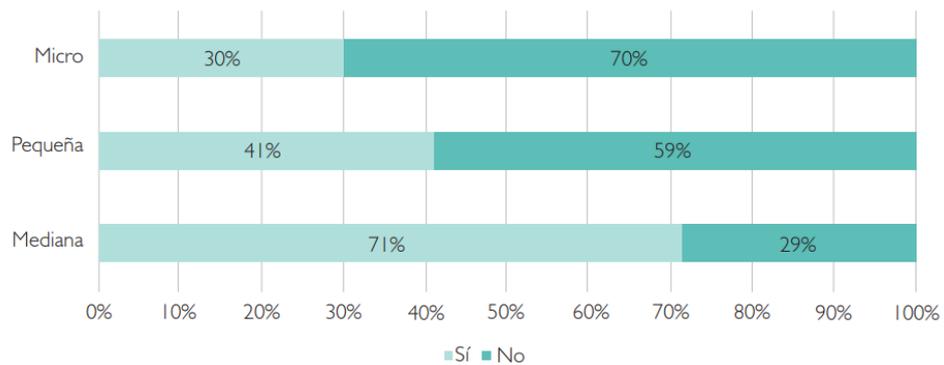
**Fuente: Segundo estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en lima y callao 2020.**



**Figura 14- Nivel de adopción BIM por tamaño de proyectos.**

**Fuente: Segundo estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en lima y callao 2020.**

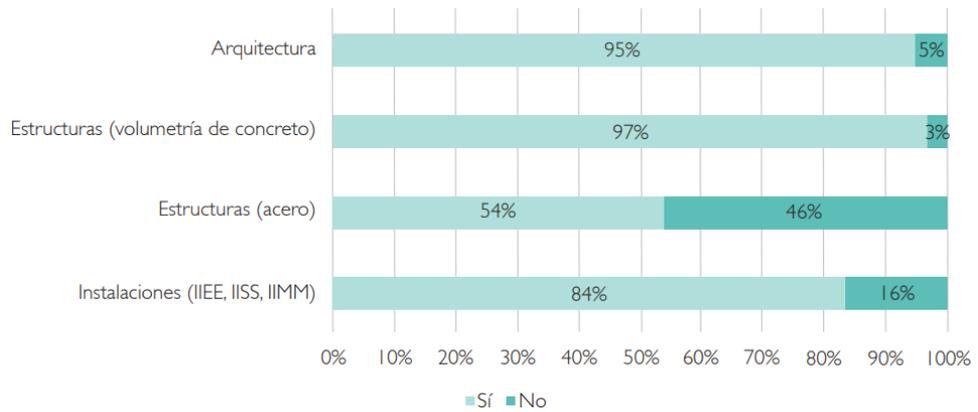
Nuevamente clasificaron el nivel de adopción de acuerdo con la dimensión de la organización y las especialidades modeladas



**Figura 15- Nivel de adopción BIM de acuerdo con el tamaño de la empresa.**

**Fuente: Segundo estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en lima y callao 2020.**

Al analizar los gráficos, se puede observar que las microempresas y las medianas aumentaron el nivel de implementación de BIM tomando como referencia al estudio anterior.

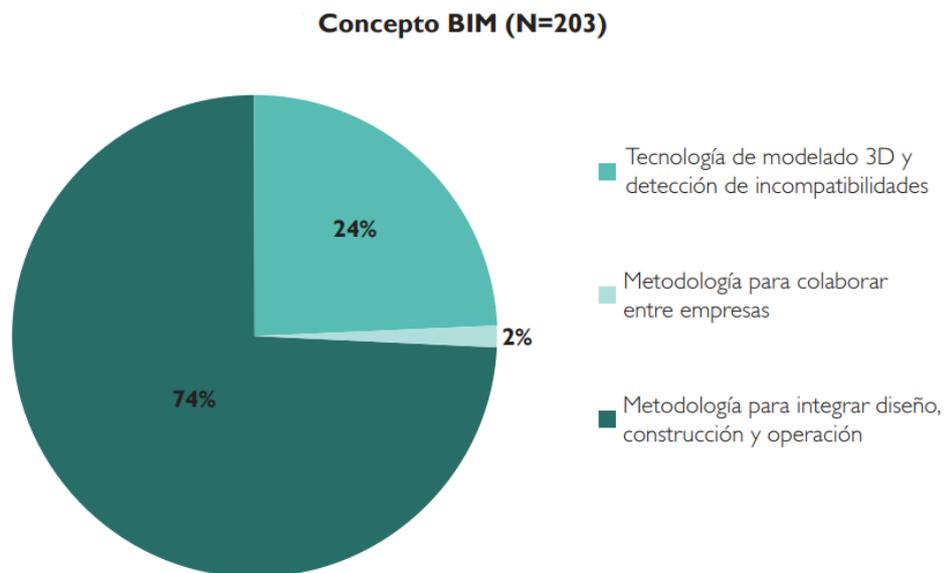


**Figura 16- Especialidades modeladas en los proyectos.**

**Fuente: Segundo estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en lima y callao 2020.**

Al analizar los gráficos, se ve un aumento del 100 % en los proyectos que modelan el acero de refuerzo, sin observarse una diferencia significativa en las demás especialidades.

En este estudio, también se analizó la percepción que tienen los encuestados sobre el BIM, en donde el 74 % de los participantes definen BIM como un sistema que integra diseño, construcción y operación, un 24 % lo define como un software de modelos tridimensionales y detección de interferencias, en ambos casos existe una tendencia a concebir BIM como software o como sistema.



**Figura 17- Concepto sobre BIM**

**Fuente: Segundo estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en lima y callao 2020.**

El estudio concluye que se ha aumentado entre 25 % a 29 % en el transcurso de 3 años, en donde el sistema modelado que ha representado un incremento notable es el de acero de refuerzo.

Con base en estos estudios sobre el nivel de incorporación de BIM en Perú, se establece que existe una escasa implementación en proyectos de vivienda multifamiliar, siendo aún menor cuando los proyectos son de una altura menor a 7 niveles, esta tendencia se mantiene desde el 2017 año en el cual se realizó el estudio anterior.

A pesar de todo, es evidente que el uso de BIM en Perú está experimentando un crecimiento acelerado. Este aumento no solo se traduce en un incremento de la productividad, sino que también se aprecia que el empleo de BIM es calificado como una experiencia positiva en la mayoría de los casos.

Con lo cual concluimos que son escasas las empresas consultoras que utilizan la tecnología BIM para coordinación de proyectos, si bien es cierto algunas realizan modelos 3D, pero no van más allá de una presentación preliminar del modelo para el cliente. Además, es relevante destacar que los clientes no demandan este cambio, y que los constructores no se sienten motivados a implementar esta metodología innovadora. Desde otro punto de vista, son contadas las universidades en el país que han introducido en su plan de estudios herramientas especializadas, con tecnología BIM.

Aun con todo esto, esta metodología va siendo adoptada en diversos proyectos, uno de los más importantes, y principal representante de la aplicación de estas tecnologías es el plan de la remodelación de “La Villa Deportiva Nacional”, para los Juegos Deportivos Panamericanos.

### **2.2.3. Software para BIM**

En el mercado actual, es posible encontrar una amplia gama de herramientas disponibles para su uso en proyectos de construcción, se podría elaborar una investigación solamente de este apartado, ya que cada etapa del ciclo de vida de un proyecto es única, también lo son las herramientas que se utilizan para cada una de ellas, y la información que cada una de estas herramientas genera.

(Moreno, 2018) lo clasifica de la siguiente manera:

1. Modelado
2. Simulación Energética
3. Programación Visual
4. Gestión de Modelos
5. Revisión
6. Coordinación
7. Planificación 4D
8. Costes 5D
9. Operación y mantenimiento 7D
10. Foto realismo/Video
11. Gestión
12. Diseño Generativo

Al respecto, se ha elaborado una tabla que reúne los softwares que se adaptan mejor a una empresa pequeña o a un profesional independiente basado en las categorías mencionadas anteriormente y a aquellos que se podrían utilizar en la fase de diseño.

**Tabla 2-Clasificación de Software BIM por Área para una empresa pequeña**

<b>AREA FUNCIONAL</b>	<b>DESARROLLADOR</b>	<b>NOMBRE</b>
<b>MODELADO ARQUITECTURA</b>	Autodesk	Revit
	Autodesk	Robot / Revit
<b>MODELADO Y CALCULO DE ESTRUCTURAS</b>	Autodesk	Advance Steel
	Autodesk	Advance Concrete
	Cype	CypeCAD
	CSI	ETABS
<b>MODELADO Y CALCULO DE INSTALACIONES MEP</b>	Autodesk	Revit
	Cype	CypeMEP
	Dial	DIALux
<b>GESTION MODELOS LOCALIZACIÓN DE INTERFERENCIAS</b>	Autodesk	Revit
	Autodesk	Naviswork
<b>PLANIFICACION Y SIMULACIÓN 4D</b>	Trimble	Trimble Connect
	Autodesk	Naviswork Manage
	Trimble	VICO Office
	RIB Spain	Presto Plan-it

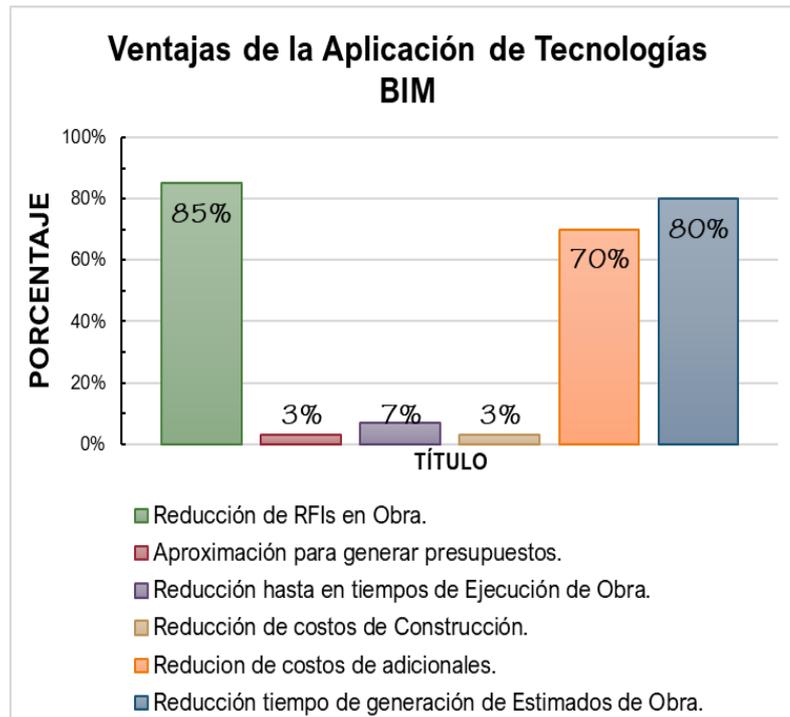
Fuente: Los Autores.

### **Ventajas de la tecnología BIM**

Más allá de su capacidad tridimensional y representación gráfica, la principal ventaja de las tecnologías BIM radica en la información detallada que contienen sobre los elementos del proyecto. Esto facilita la integración y el trabajo en equipo, así como la detección anticipada de interferencias, lo que aumenta la productividad y mejora la calidad de los entregables, reduciendo el tiempo de ejecución.

Ramos (2020) sostiene que la optimización de la constructibilidad en la etapa inicial de un proyecto se logra gracias a la colaboración entre los diversos involucrados. Esto permite resolver errores durante esta fase, aumentando la calidad del proyecto y evitando retrabajos o soluciones inadecuadas que podrían provocar incumplimientos en el cronograma o sobrecostos finales.

Las principales ventajas del uso del BIM según un artículo de CAPECO(2021a) fueron recogidas en el siguiente gráfico:



**Figura 18-Ventajas de la Aplicación de BIM en obras.**

**Fuente: Los Autores. basado en publicación de CAPECO**

GONZÁLEZ PÉREZ (2015) sustenta que las ventajas que se obtienen al utilizar BIM se pueden clasificar en dos grupos, uno relacionado a la utilización de un modelo centralizado para el diseño de la edificación, y el otro concerniente a la enorme cantidad de información que puede albergar el mismo.

Dentro del primer grupo enumera las siguientes:

1. Disminución de la cantidad de entregables que se genera.
2. Reducción de incongruencias con respecto a las variaciones de alguna parte del proyecto.

Por otro lado, con relación a los datos que el modelo alberga menciona:

1. Simplicidad para la obtención de información de cualquier elemento que forme parte del modelo.
2. Facilidad de cubicación.
3. Lo sencillo de obtener un presupuesto

Básicamente, se puede resumir estas ventajas en la reducción de dos aspectos tiempo y coste.

Patrick MacLeamy presidente de BuildingSMART, la asociación mundial no comercial, cuyo fin primordial es difundir la eficacia lograda por

el uso de estándares sobre BIM para lograr resultados innovadores en la disminución de costos, plazos de ejecución y acrecentamiento en la calidad, presentó en la convención nacional del Instituto americano de arquitectos (AIA), en 2005, el gráfico que se conoce como “curva MacLeamy”, donde retrata que las elecciones hechas al inicio del ciclo de vida de la edificación, es decir en la etapa esquemática, tienen un menor costo en relación a los beneficios obtenidos en futuras etapas.

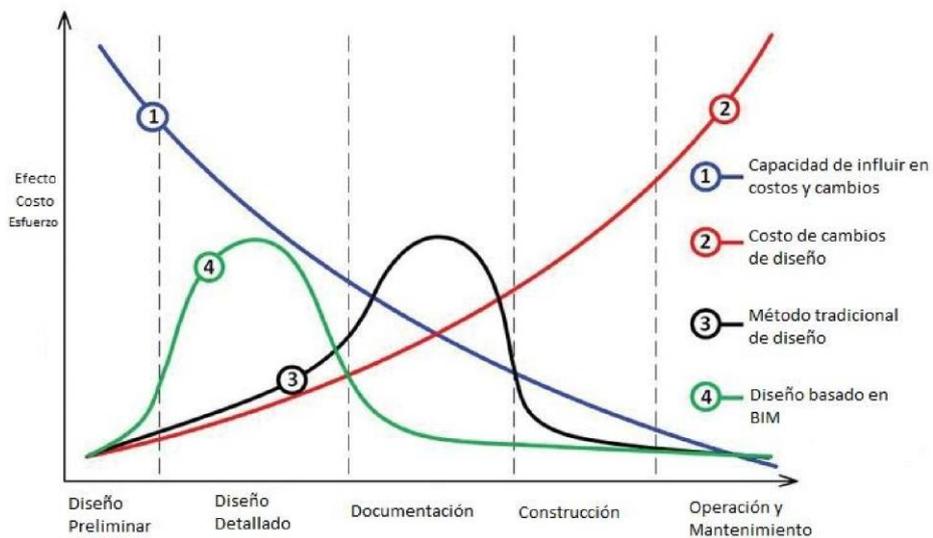


Figura 19 - Curva MacLeamy

Fuente: Instituto Americano Estadounidense de Arquitectos

Es así como formamos un criterio acerca de lo que este gráfico representa:

- La **línea 1** denota que el impacto de las decisiones en la etapa inicial, es decir la fase de diseño es mucho mayor que en etapas posteriores, no obstante, se hace énfasis en que el esfuerzo también es mayor.
- La **línea 2 retrata** el costo de solucionar algún problema o cambio durante el avance del proyecto, siendo cada vez mayor a medida que este avanza, en otras palabras, un error detectado al inicio requiere menos recursos que uno detectado al final.
- La **línea 3** representa la manera tradicional en la que se desarrolla el proyecto con las herramientas clásicas, denotando un menor esfuerzo en el diseño detallado, un

mayor esfuerzo en la documentación, y un menor esfuerzo en la ejecución.

- La **línea 4** denota lo que se busca lograr al aplicar tecnología BIM, es decir obtener un modelo donde se pueda simular fases de un proyecto desde el diseño, con lo cual se pueda tomar decisiones acertadas que generen soluciones que tengan un menor impacto en el costo del proyecto.

En la curva MacLeamy, se observa que el enfoque tradicional del desarrollo de proyectos requiere un esfuerzo mayor en la etapa final de documentación, a diferencia de la aplicación de tecnologías BIM, donde el énfasis está en el diseño detallado. Esto representa un contraste significativo, ya que, al ser una etapa de planeamiento, todos los especialistas involucrados pueden tomar decisiones basadas en un trabajo colaborativo.

Por otro lado Guerra y Mariños (2016) resumen los beneficios del Modelado de la Información de la Construcción (BIM) en un proyecto de edificación de la siguiente manera:

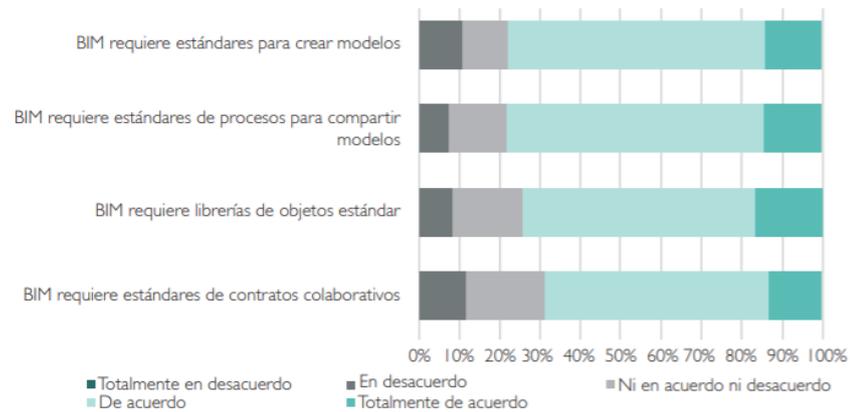
- Integración y elaboración de documentación
- Cooperación entre miembros del equipo
- Toma anticipada de decisiones
- Calidad

En general, se puede concluir que las ventajas del BIM son numerosas, y todas derivan de la forma en la que se trabaja con BIM, dado que dicha metodología de trabajo es necesaria para optimizar resultados, y que todas estas ventajas puedan darse en el proyecto en el cual se esté aplicando BIM.

#### **2.2.4. Limitaciones en la implementación de la tecnología BIM**

Aun cuando los beneficios de la tecnología BIM son cuantiosos, existen una serie de restricciones que no permiten que se adopte BIM en su totalidad, dichas limitaciones varían con relación al tamaño de la empresa que quiere implementar BIM, y también a los objetivos de la misma, no obstante, de acuerdo con Murguía et al. (2021) , se pueden recoger las siguientes:

- **Cambio en los métodos de trabajo**



**Figura 20- Estandarización en la adopción BIM**

**Fuente: Segundo estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en lima y callao 2020.**

Según la investigación, casi el 80 % de los encuestados solicita la creación de estándares en la elaboración de modelos, y un 70 % necesita librerías de objetos bien definidas. Estos datos son destacables, ya que, para una implementación exitosa, las empresas deben invertir recursos en la creación de estándares utilizados por todos los empleados. Sin embargo, en la práctica, especialmente en empresas consultoras pequeñas, esto puede resultar difícil debido a la preparación necesaria para lograr una estandarización efectiva.

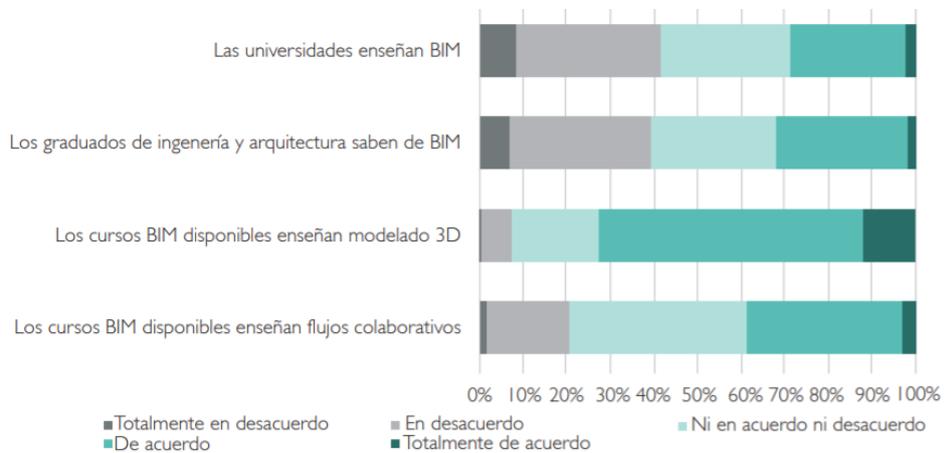
- **Nivel de complejidad del BIM**

Implementar un cambio siempre es difícil. Según Coloma Picó (2008) en muchas oficinas que han adoptado CAD, este se utiliza principalmente para tareas de dibujo con procedimientos similares a los de la época del dibujo manual. Esto implica representar modelos con varias vistas bidimensionales que no siempre están relacionadas entre sí. Por otro lado, la implementación de BIM requiere un modelado preciso que implica colaboración entre todas las partes, cambio de software y resolución de errores antes de obtener documentos de construcción. Estos requisitos a menudo son difíciles de adaptar.

- **Falta de profesionales con conocimiento de BIM**

Según (Murguía et al. (2021) el 30 % de los participantes afirma que las instituciones de educación superior imparten BIM, el 70 % sostiene que

los cursos BIM enseñan sobre el modelado 3D y el 40 % afirman que se enseñan sobre el trabajo colaborativo, como se observa en la siguiente gráfica.



**Figura 21- Educación BIM en el mercado**

**Fuente: Segundo estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en lima y callao 2020.**

De acuerdo con la investigación, e independientemente de la cantidad de universidades que utilizan tecnología BIM en la enseñanza de sus cursos, la enseñanza BIM está orientada al modelado 3D mas no al trabajo colaborativo, esto supone una limitación con respecto a la adopción BIM, dado que la finalidad más allá de obtener un modelo 3D es lograr un flujo colaborativo.

### 2.2.5. Etapas de la aplicación de BIM

Ciribini, Ventura, y Paneroni (2016) establecen que las etapas de BIM son las siguientes:

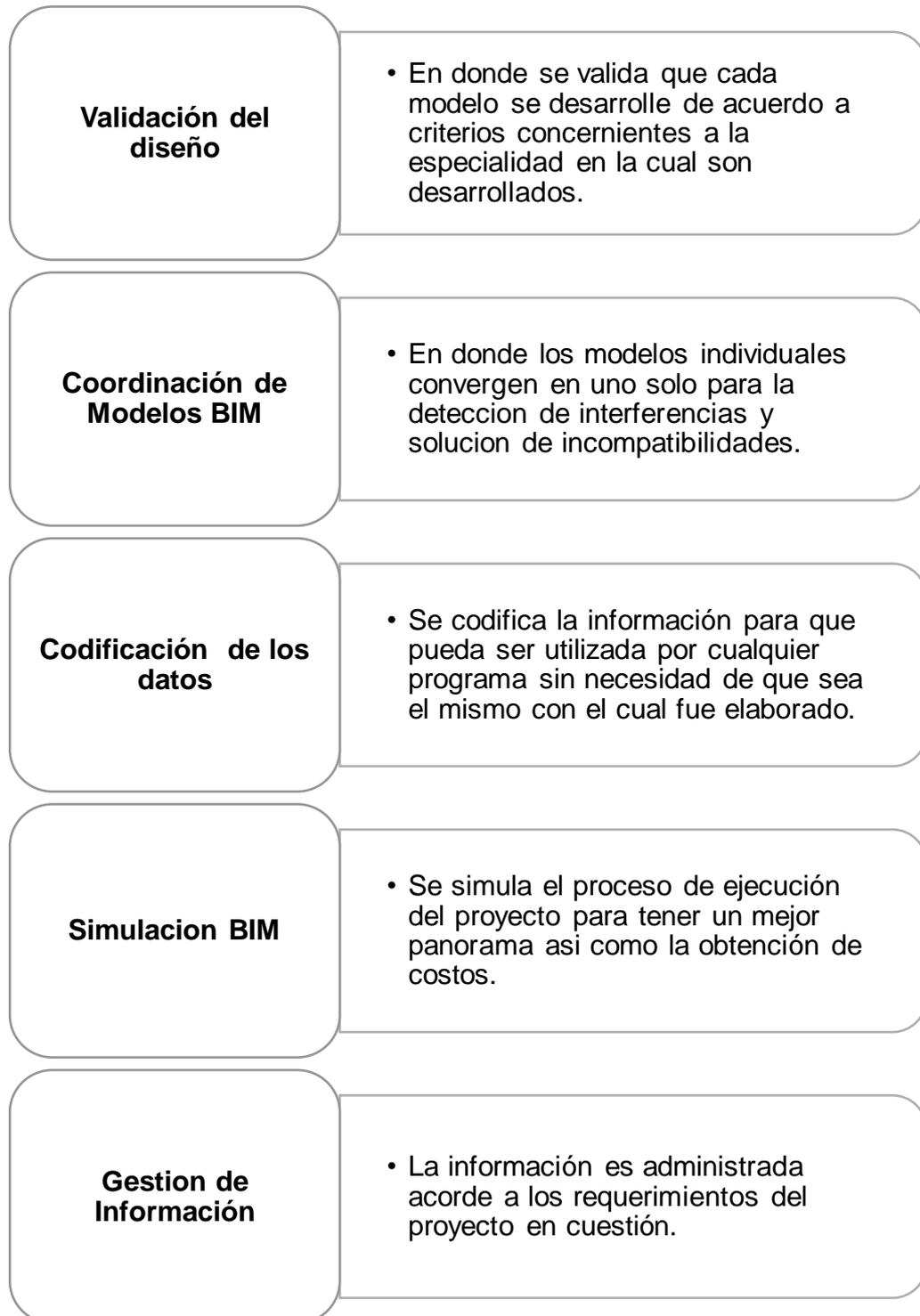


Figura 22-Etapas de la aplicación de BIM

Fuente: Implementation of an interoperable process to optimise design and construction phases of a residential building: A BIM Pilot Project.

## 2.2.6. Dimensiones de un Proyecto BIM:

Villamil y Fabian (2017) establecen las siguientes:

<b>Primera Dimensión (1D) La Idea</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dimensión más básica , se realizan estudios de viabilidad, croquis preliminares.</li></ul>
<b>Segunda Dimensión (2D) El Boceto</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se establecen estimaciones de costes, pre-dimensionamientos estructurales ,etc.</li></ul>
<b>Tercera Dimensión (3D) Visualización del Modelo de Información del Edificio</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Representación geométrica elaborada por los profesionales de acuerdo con sus necesidades.</li></ul>
<b>Cuarta Dimensión (4D) Programación de Tiempos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se simula el proceso constructivo,util para programación de obra.</li></ul>
<b>Quinta Dimensión (5D) Costo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Puede brindar estimaciones detalladas de costos.</li></ul>
<b>Sexta Dimensión (6D) Simulación Del Comportamiento Energético y Sustentabilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comportamiento energético, permite optimizar el consumo de energía.</li></ul>
<b>Septima Dimensión (7D) Operaciones Gestión de Ciclo de Vida</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Control Logístico y operacional para el mantenimiento de edificio, depende de las dimensiones anteriores.</li></ul>

Figura 23-Etapas de la aplicación de BIM

Fuente: Siete dimensiones de un proyecto de construcción con la metodología Building Information Modeling

### 2.2.7. LOD

Como se mencionó anteriormente, la evolución del BIM ha estado ligada al avance tecnológico, es así como el concepto de LOD ha sido modificado con respecto a su significado inicial. Esto es resultado de la gran cantidad de información que puede almacenar un modelo BIM y los objetos que lo conforman; siendo que un único objeto puede agrupar información a nivel de características, a nivel gráfico, a nivel de precisión, a nivel de modelo 3d, etc. De esta manera, los investigadores han llevado elaborado un gráfico en base a la clasificación de Moreno (2018)

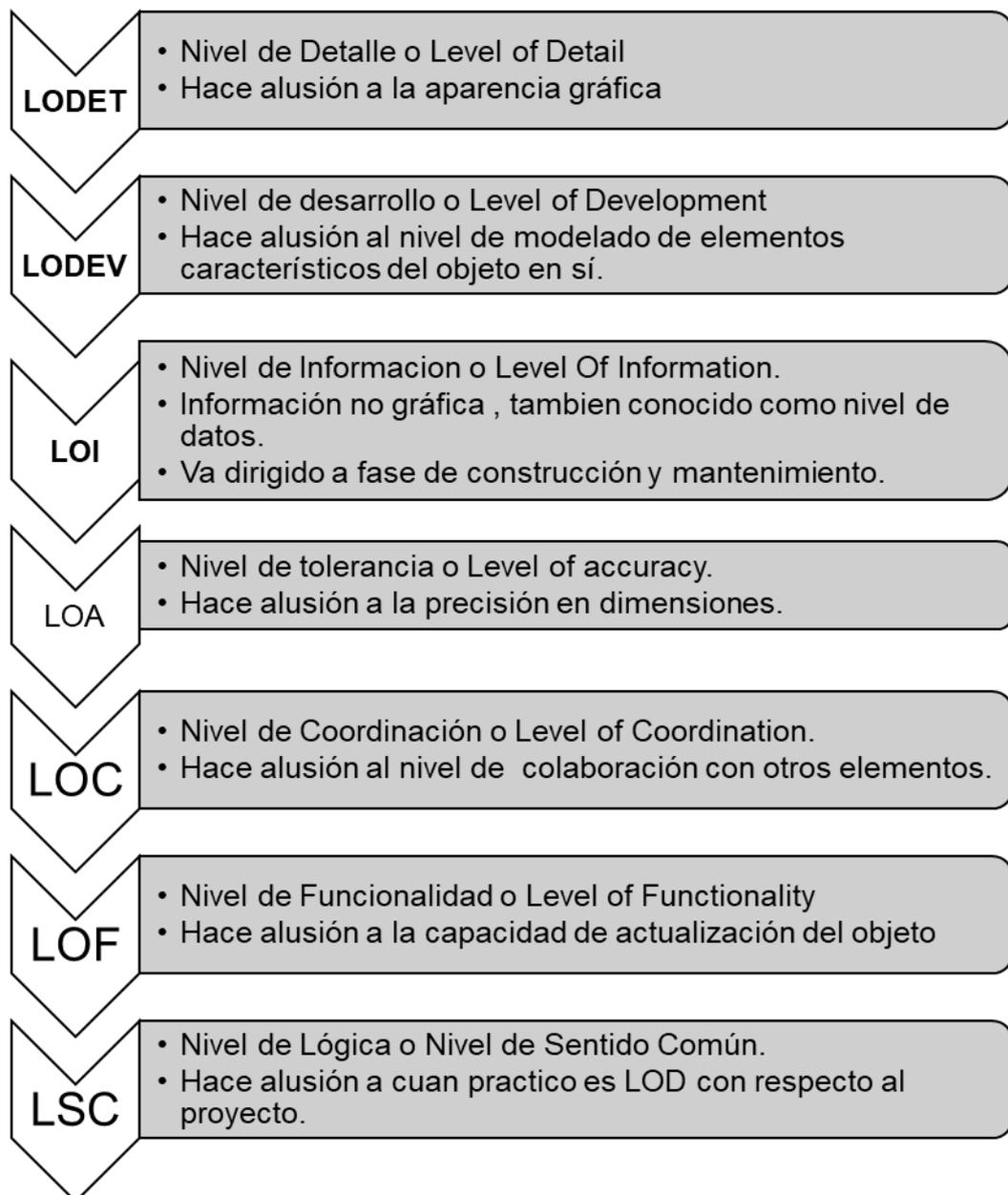
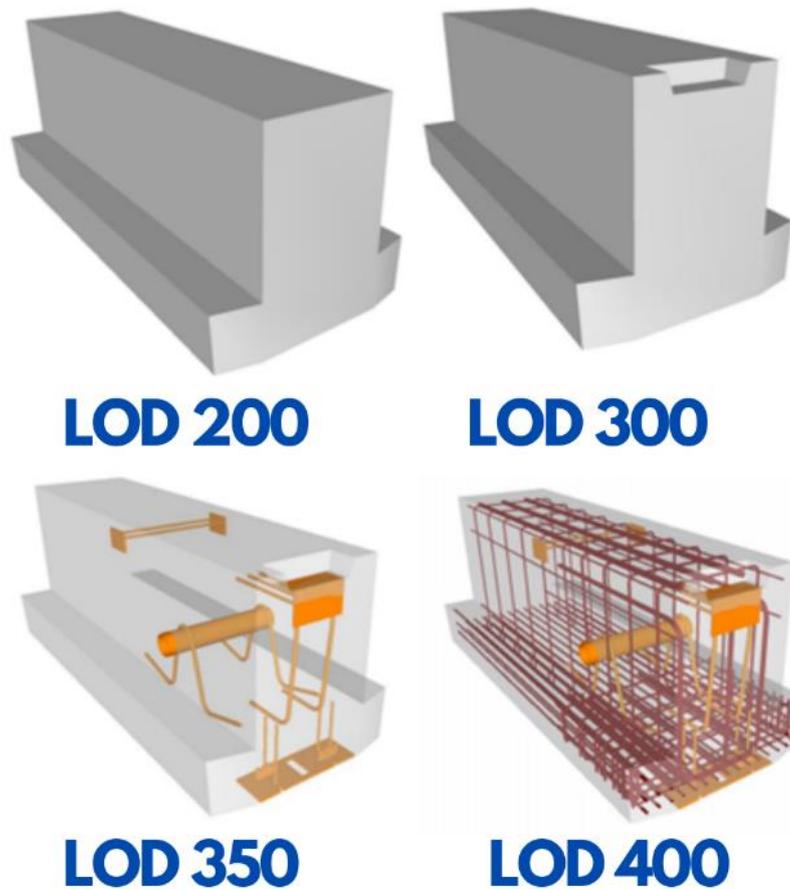


Figura 24- Definición de LODET, LODEV Y LOI.

Fuente: Elaborado por los autores en base a clasificación de Moreno.



**Figura 25- Niveles de desarrollo LOD de Viga de Cimentación Invertida de Concreto Post Tensado**

Fuente: BIM Forum Specs- Recuperado de:  
[https://bimforum.org/resources/Documents/BIMForum\\_LOD\\_2019\\_reprint.pdf](https://bimforum.org/resources/Documents/BIMForum_LOD_2019_reprint.pdf)

Por otro lado, (Alonso, 2015) define LOD de la siguiente manera:

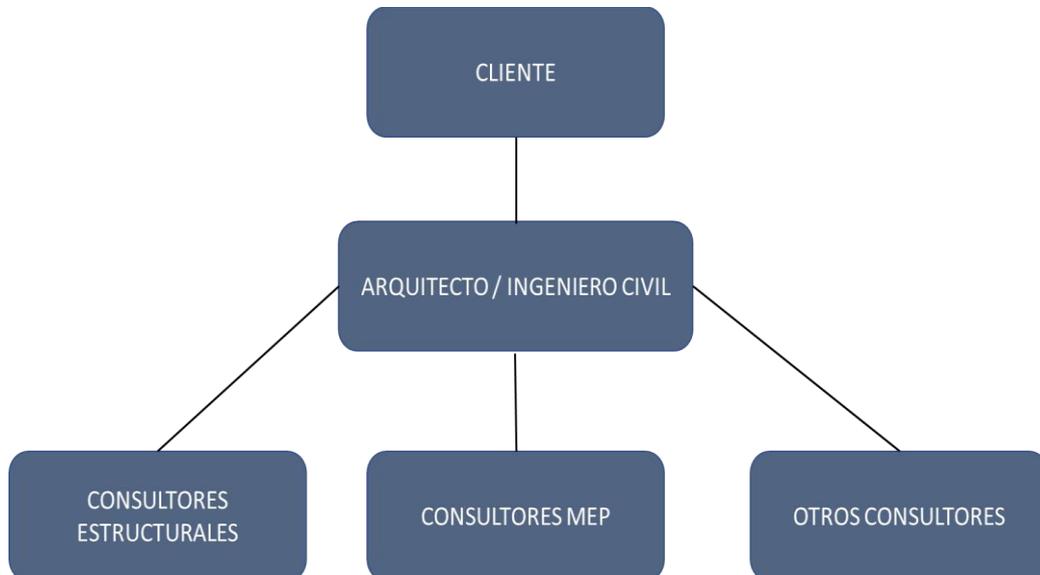
- LOD 100: nivel elemental, puede ser representado por símbolos o de manera genérica, no requiere definición geométrica.
- LOD 200: existe una definición gráfica del elemento, se puede cuantificar, dimensionar, configurar su aspecto y ubicación con respecto al modelo en su totalidad.
- LOD 300: se define al elemento de manera gráfica, ubicación y forma, también puede involucrar datos no visuales.
- LOD 350: tiene como base el LOD 300, pero incluye la detección de colisiones.

- LOD 400: existe una definición gráfica del elemento, se puede cuantificar, dimensionar, configurar su aspecto y ubicación con respecto al modelo en su totalidad, con un detalle completo sobre su fabricación específica en el proyecto.

### 2.2.8. Fase de diseño

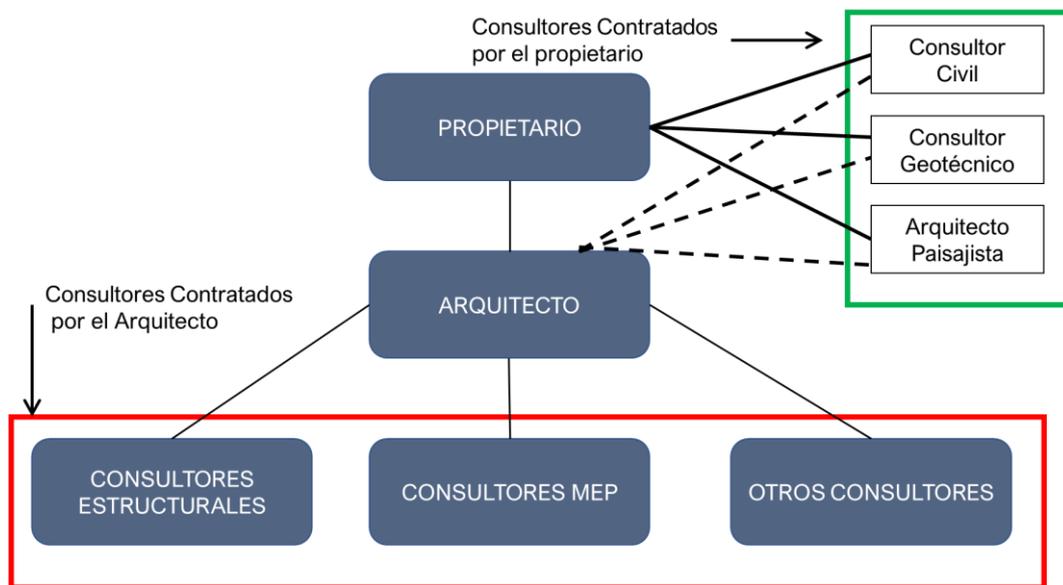
Según Mehta, Scarborough, y Armpriest (2008) la fase de diseño comienza con la elección del profesional o la empresa consultora, que tiene las capacidades para manejar las actividades de diseño de edificaciones, generalmente se necesitan diversos especialistas, dependiendo del tamaño y la extensión del proyecto.

Tradicionalmente el equipo está conformado por el arquitecto, el ingeniero estructuralista, ingeniero electricista y los consultores de instalaciones sanitarias. En proyectos más complejos también se cuenta con el equipo de consultor de normas técnicas, consultor de techos e impermeabilización, consultor de costos, diseñador de interiores, entre otros.



**Figura 26-Miembros de un equipo de diseño típico y sus interrelaciones entre sí y el propietario en una configuración contractual tradicional.**

**Fuente: Building construction: principles, materials, and systems.**



**Figura 27-Miembros de un equipo de diseño típico y sus interrelaciones entre sí y el propietario en un proyecto donde algunos consultores son contratados directamente por el propietario.**

**Fuente:** Building construction: principles, materials, and systems.

Incluso cuando el propietario contrata directamente a un consultor, el arquitecto conserva algunas responsabilidades por el trabajo que realiza el consultor. Debido a que el arquitecto suele ser el principal profesional de diseño coordina todo el esfuerzo de diseño y el trabajo de los consultores está influenciado mayormente debido a las decisiones arquitectónicas. Por lo tanto, la relación de trabajo entre el arquitecto y un consultor contratado por el propietario siguen siendo esencialmente los mismos que si el consultor hubiera sido elegido por el arquitecto.

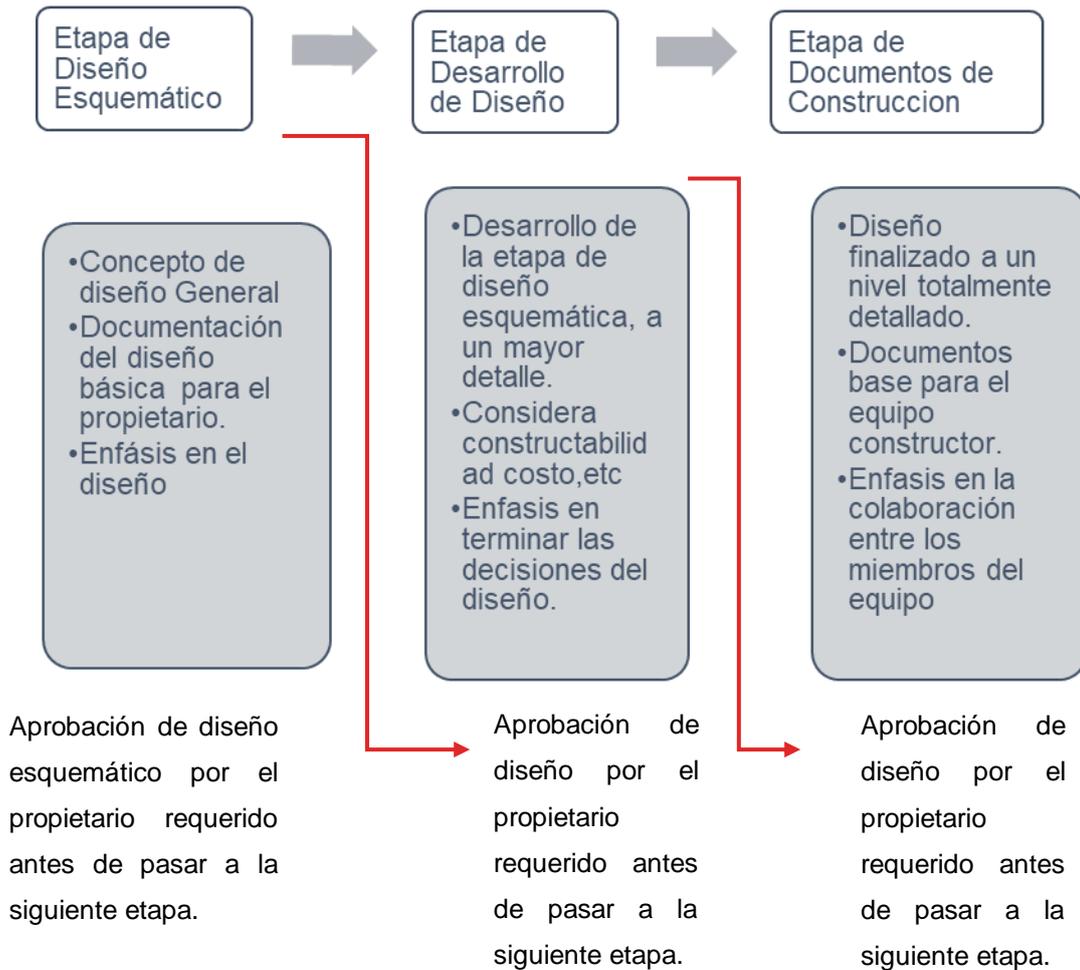
En algunos casos, un ingeniero civil u otro profesional puede coordinar el proceso de diseño. Esto generalmente ocurre cuando el diseño arquitectónico es un componente menor de un proyecto a gran escala.

Por ejemplo, en un proyecto altamente técnico como una planta de energía, un ingeniero eléctrico puede ser el principal profesional de diseño.

En la mayoría de las edificaciones, la fase de diseño se compone de tres partes, que ocurren en la siguiente secuencia: Diseño Esquemático, Desarrollo de Diseño y Documentos de Construcción.

### **2.2.8.1. Etapas de la fase de diseño**

En la gran mayoría de proyectos de edificación, la fase de diseño consta de tres etapas, que ocurren de la siguiente forma:



**Figura 28-Etapas secuenciales de la fase de diseño y tareas relevantes de cada etapa.**

**Fuente: Building construction: principles, materials, and systems.**

### **2.2.8.2. Diseño Esquemático**

En la etapa de diseño esquemático, se da forma gráfica al programa del proyecto, aquí se ilustra la idea clara de la solución de diseño, el actor principal en esta etapa es el arquitecto, quien desarrolla una o varias opciones de diseño con ayuda de los consultores. En esta etapa, se produce una estimación aproximada del presupuesto del proyecto. El diseño esquemático generalmente pasa por varias revisiones, ya que el primer esquema de diseño preparado por el arquitecto puede que no sea el aprobado por el propietario. En este escenario el arquitecto comunica la propuesta de diseño al propietario a través de varios tipos de dibujos como plantas, elevaciones, secciones, bocetos a mano alzada, isométricos, perspectivas, modelos tridimensionales de todo el edificio, etc. Es

importante señalar que los dibujos, imágenes, modelos y todos los recursos utilizados en la etapa independientemente de lo bien que se produzca no son adecuados para construir el edificio, su objetivo es comunicar en el esquema de diseño al propietario y a los consultores involucrados.

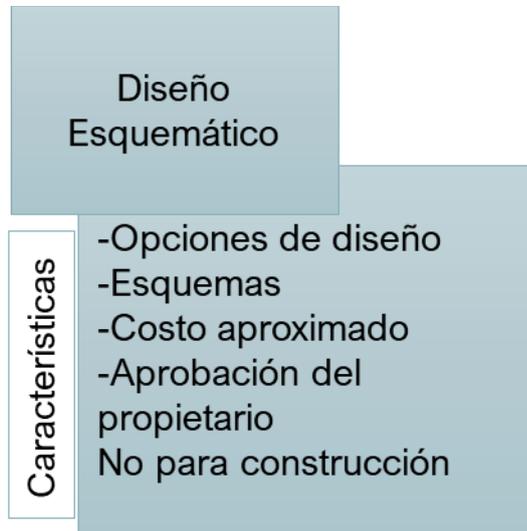


Figura 29-Características de la etapa de diseño esquemático.

Fuente: Los Autores.

### 2.2.8.3. Desarrollo de Diseño

Una vez que el propietario aprueba el diseño esquemático, se procede con el detalle de las disciplinas del proyecto de edificación. Durante esta etapa, el diseño esquemático se desarrolla más, de ahí el nombre etapa de desarrollo de diseño.

Mientras que la fase anterior está enfocada a los aspectos creativos, conceptuales e innovadores de diseño, la etapa de desarrollo del diseño va orientada a brindar de soluciones prácticas, pragmáticas y constructivas, es aquí donde se define la estructura, los sistemas interiores, las instalaciones, etc. Este desarrollo implica consultas estratégicas con todos los involucrados en el proyecto.

Por lo tanto, la característica más crítica de esta etapa es la toma de decisiones, que varía desde aspectos generales de diseño hasta detalles más finos. En esta etapa, se toman la gran mayoría de decisiones, tales como materiales, productos a utilizar, equipos necesarios, etc. La gestión adecuada de esta fase tiene un impacto directo en la precisión de los documentos de construcción y, por lo tanto, en la eficiencia de la ejecución del proyecto.



Figura 30-Características de la etapa de desarrollo de diseño.

Fuente: Los Autores.

#### 2.2.8.4. Documentos de Construcción

El propósito de la etapa de documentos de construcción es preparar todos los documentos requeridos por el contratista para construir la edificación.

Es durante esta etapa, donde los consultores y el arquitecto colaboran intensamente para resolver los aspectos prácticos del edificio y desarrollar los requisitos necesarios. Todos los consultores asesoran al arquitecto, pero también colaboran entre sí (generalmente a través del arquitecto) para que el trabajo de un consultor coincide con el de los demás.

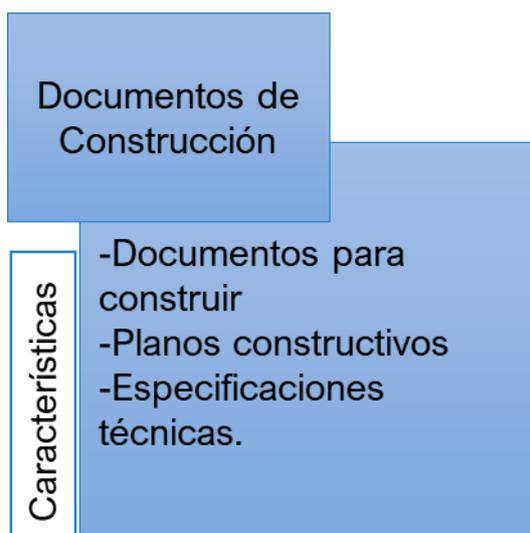


Figura 31-Características de la etapa de documentos de construcción.

Fuente: Los Autores.

#### 2.2.8.4.1. Planos de Construcción

Durante esta etapa, los consultores preparan sus propios conjuntos de dibujos, referidos como planos de construcción. Así, un proyecto tiene planos de construcción en la especialidad arquitectónica, planos de construcción estructural, planos de construcción de instalaciones, construcción de paisajes dibujos, etc.

Los planos de construcción son planos dimensionados, usualmente generados por computadora, que detallan completamente el edificio. Consisten en planos de planta, elevaciones, secciones y varios detalles a gran escala. Los planos de construcción son los planos que utiliza el equipo de construcción para construir el edificio. Por tanto, deben indicar la geometría, disposición, dimensiones, tipos de materiales, detalles de ensamblaje de componentes, colores y texturas, etc. Los planos de construcción son generalmente dibujos bidimensionales, pero los isométricos tridimensionales son a veces utilizado para detalles complejos. Los planos de construcción también son utilizados por el contratista para preparar un presupuesto detallado del proyecto al momento de licitar; cabe aclarar que los planos de construcción no son una secuencia de instrucciones de montaje, como en el caso de una bicicleta, los planos indican qué es cada componente y dónde se ubicará cuando se complete la construcción. Es decir, el equipo de diseño decide el "qué" y el "dónde" del edificio. El "cómo" y "cuándo", es decir medios, métodos y secuencia de la construcción, son totalmente en el dominio del contratista.

#### 2.2.8.4.2. Especificaciones técnicas

Los edificios no se pueden construir solo con planos, porque existen una enorme variedad de datos que no pueden ser incluidos en estos. Por ejemplo, los dibujos darán la ubicación de las columnas, sus dimensiones y el material utilizado, la calidad de los materiales y sus propiedades. Los métodos de prueba requeridos para confirmar el cumplimiento no se pueden proporcionar en los dibujos. Esta información se incluye en el documento denominado especificaciones técnicas. Las especificaciones son descripciones técnicas escritas de la intención de diseño, mientras que los dibujos proporcionan la descripción gráfica, ambos componentes se complementan entre sí y, en general, tratan con aspectos diferentes del

proyecto. Debido a que son complementarios, se supone que se utilizan en conjunto. Ambos tienen igual validez, por lo tanto, si un elemento solo es detallado en alguno de ellos, ya sea la especificación o los planos, se considera parte del proyecto, aun cuando no aparezca en el otro. Por ejemplo, si los planos de construcción no muestran detalles de la puerta, bisagras, cerraduras, manijas y otros componentes, pero si son descritos en las especificaciones, el propietario recibirá las puertas con los detalles indicados. Si los planos fuesen más importantes que las especificaciones, el propietario recibiría puertas sin bisagras y tiradores. Generalmente, hay poca incompatibilidad entre los dibujos y las especificaciones. Más importante aún, no debería haber conflicto entre ellos. Si hay un conflicto entre los dos documentos, el contratista debe informar al responsable de inmediato. Los contratos de construcción generalmente requieren que antes de comenzar cualquier parte del proyecto, el contratista debe estudiar y comparar cuidadosamente los planos y las especificaciones e informar inconsistencias para el responsable. Si el conflicto entre las especificaciones y los planos de construcción pasa desapercibido inicialmente; pero luego da como resultado una disputa, los tribunales han resuelto la mayoría de los casos a favor de las especificaciones, lo que implica que las especificaciones, gobiernan el proyecto, en estos casos. Sin embargo, si el propietario o el equipo de diseño desea revertir el orden, se puede indicar en el acuerdo propietario-contratista.

### **2.3. Definición de términos básicos**

Siguiendo con el análisis, se establecen las definiciones fundamentales que se encuentran en la investigación:

#### **2.3.1. BIM**

El DS N° 082-2019-EF en su artículo 2 define BIM como un grupo de tecnologías, metodologías y pautas que permiten la formulación, el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de una infraestructura pública, e un entorno virtual colaborativo.

#### **2.3.2. Incompatibilidades**

Son problemas ocasionados por una inadecuada representación gráfica de algún detalle constructivo, y que no tiene una relación compatible con el tipo de elemento o el proyecto en sí.

### **2.3.3. Interferencias**

Las interferencias, en contraste con las incompatibilidades, se suelen dar por conflictos entre las diversas especialidades implicadas en el proyecto, esto se da por una coordinación deficiente, y suelen detectar al momento de ejecución del proyecto, ocasionando retrasos en obra y un aumento del costo presupuestado.

### **2.3.4. Metrado**

Puede ser definida como la medición de la cantidad, basada en las medidas establecidas en los planos, delimitada por la denominación de la partida y su unidad de medida que a su vez sigue el orden dado en la Norma Técnica específica y en caso no estar definida, sigue el criterio del responsable del metrado.

### **2.3.5. Optimización**

La Real Academia de la Lengua Española (RAE) define la optimización como la acción y el resultado de mejorar algo para alcanzar la mejor forma de realizar una tarea. En consecuencia, se puede entender como el conjunto de estrategias y procedimientos destinados a lograr la eficiencia en la ejecución de una acción determinada.

### **2.3.6. Presupuesto**

Según la sexta edición de la guía PMBOOK, la gestión de costos de un proyecto incluye proyectar, determinar y evaluar los costos de un proyecto.

### **2.3.7. Tecnología Building Information Modeling (BIM)**

El término BIM son las siglas de Building Information Modeling y se utiliza para referirse al grupo de métodos e instrumento que trabajan de manera coordinada consistente y computable con un modelo virtual que a su vez funge como un compendio de información relevante del proyecto desarrollado o por desarrollar.

La cantidad de datos que posee el modelo depende del nivel de desarrollo (LOD) del mismo ,el cual es definido por los profesionales involucrados.

### **2.3.8. Vivienda Multifamiliar**

Es definida por el Reglamento Nacional de Edificaciones como toda edificación que cuente con dos o más unidades de vivienda en ella, y que comparten entre si bienes y servicios comunes, así como el acceso.

## **2.4. Hipótesis**

Los investigadores plantearon las siguientes hipótesis, cada una dirigida a encontrar soluciones a los diferentes problemas propuestos:

### **2.4.1. Hipótesis General**

La aplicación de las tecnologías BIM optimizará la fase de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo

### **2.4.2. Hipótesis Específicas**

**H1:** La aplicación de las tecnologías BIM optimiza en un 10 % el tiempo de elaboración de entregables de cada especialidad en la fase de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

**H2:** La aplicación de las tecnologías BIM optimiza los metrados en un 8 % en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

**H3:** Al realizar la coordinación de todas las especialidades aplicando la tecnología BIM detecta un mayor número de conflictos en la fase de diseño de un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo de Investigación**

La presente tesis utiliza un enfoque de diseño cuantitativo para probar las hipótesis establecidas mediante resultados numéricos obtenidos con la aplicación de nuevas herramientas tecnológicas como las tecnologías BIM en la fase diseño.

Se busca establecer la variación del tiempo de elaboración de entregables, la variación del valor del presupuesto de la obra, e identificar que las incongruencias y conflictos encontradas en el modelo virtual de la muestra en estudio.

### **3.2. Nivel de investigación**

El objetivo de la investigación es determinar la influencia de las tecnologías BIM en la fase de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de 5 niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo.

Se ha recurrido a un diseño descriptivo dado que se va establecer la variación de la fase de diseño , es decir, la variable dependiente ,con la aplicación de la tecnología Building Information Modeling (BIM), la variable independiente.

### **3.3. Diseño de Investigación**

El diseño que se utilizó en la presente investigación es no experimental dado que no se manipulara ninguna de las variables deliberadamente.

### **3.4. Operacionalización de Variables**

En la presente tesis, hay dos tipos de variables que permiten identificar la naturaleza de esta, a continuación, se detalla cada una de ellas:

#### **3.4.1. Variable Independiente: Tecnología BIM**

Es del tipo cuantitativo ordinal, no se operacionalizará.

#### **3.4.2. Variable Dependiente: Fase de diseño de una vivienda multifamiliar de cinco niveles**

Es del tipo cuantitativo ordinal.

**Tabla 3 - Operacionalización de variables.**

<b>VARIABLE</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>
Fase de diseño de una vivienda multifamiliar de cinco niveles	Tiempo de elaboración de entregables	Diseño Esquemático
		Desarrollo del Diseño
		Documentos de Construcción
	Cuantificación	Planilla de Metrados Tradicional
		Planilla de Metrados con Tecnologías BIM
	Coordinación de especialidades	Cuadro de incompatibilidades detectadas
		Cuadro de Interferencias detectadas

Fuente: Los autores.

### **3.5. Diseño Muestral**

#### **3.5.1. Población**

Dado que la investigación está centrada en un único proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles, como unidad de investigación, se puede concluir que la población es el proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles por sí mismo.

#### **3.5.2. Muestra**

Dado que el proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles es la población, como única unidad de investigación, el proyecto también es la muestra.

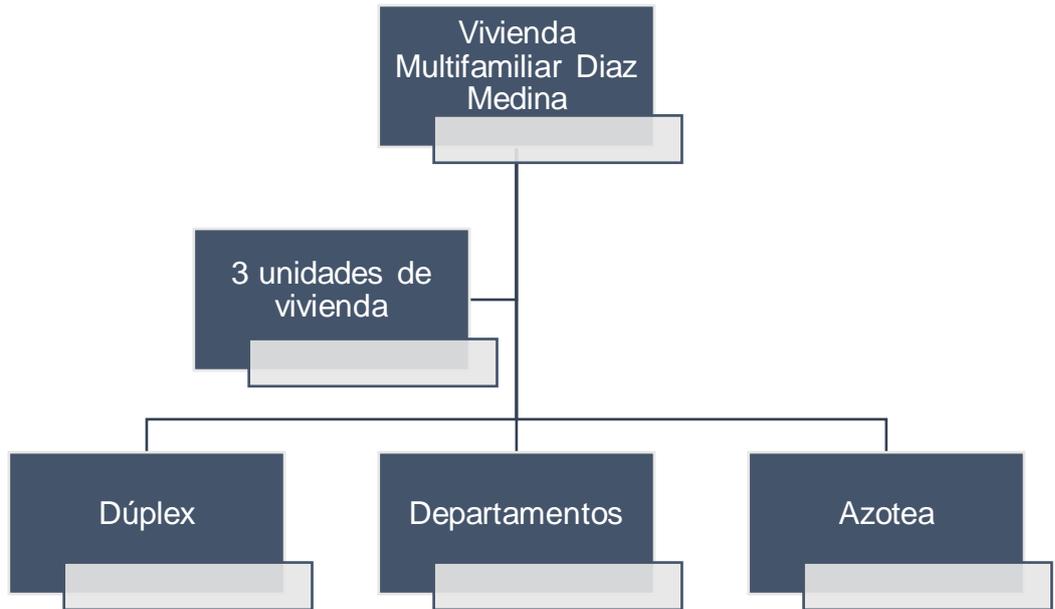


Figura 32-Mapa de desarrollo arquitectónico de la vivienda.

Fuente: Los autores.



Figura 33-Imagen satelital del terreno donde se desarrollará el proyecto

Fuente: Google Earth.



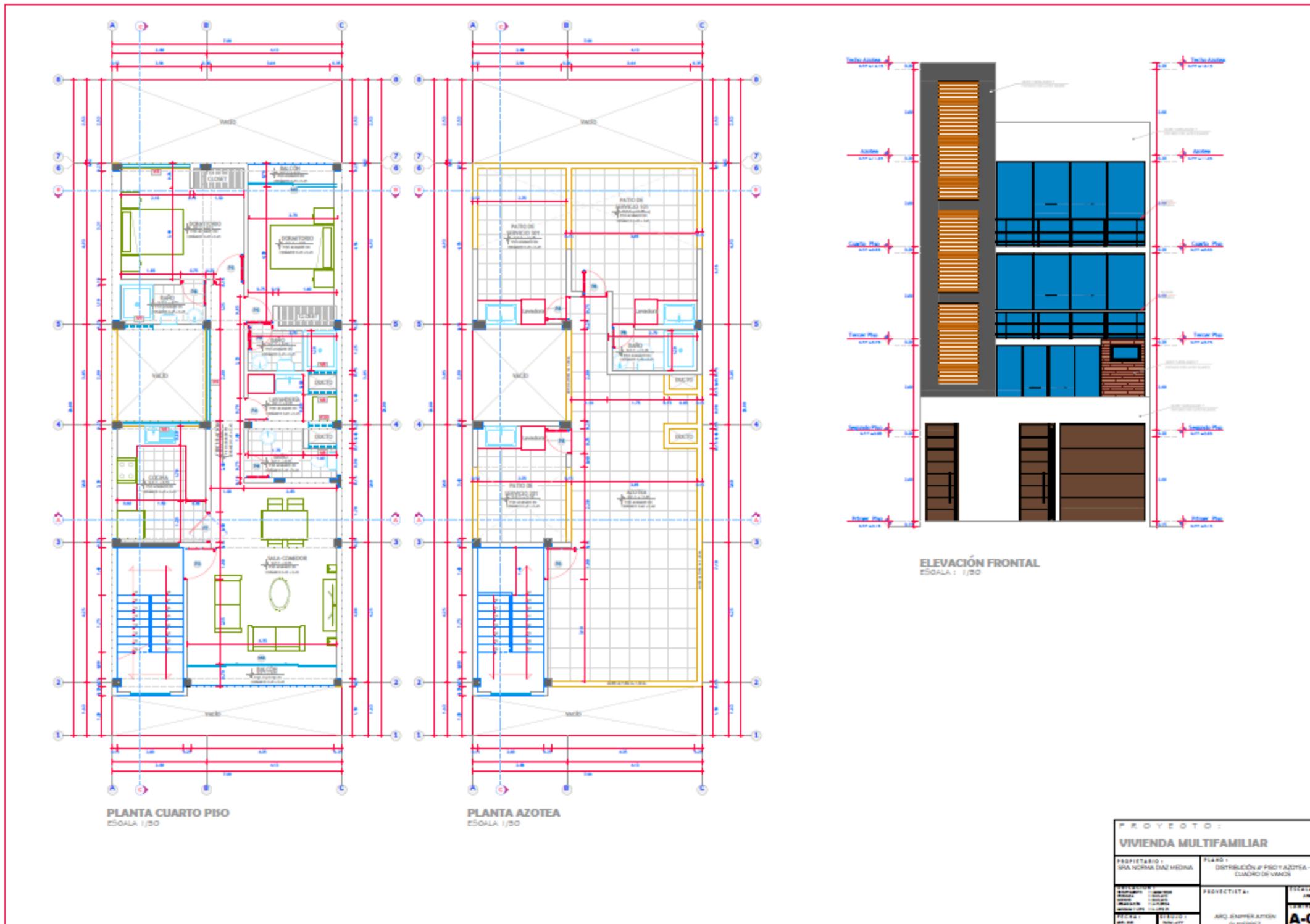


Figura 35-Planos de Distribución de cuarto y quinto nivel del proyecto  
Fuente: Planos elaborados por VISALORTE SAC en abril del 2020.



Figura 36-Planos de Cortes Arquitectónicos del proyecto

Fuente: Planos elaborados por VISALORTE SAC en abril del 2020.

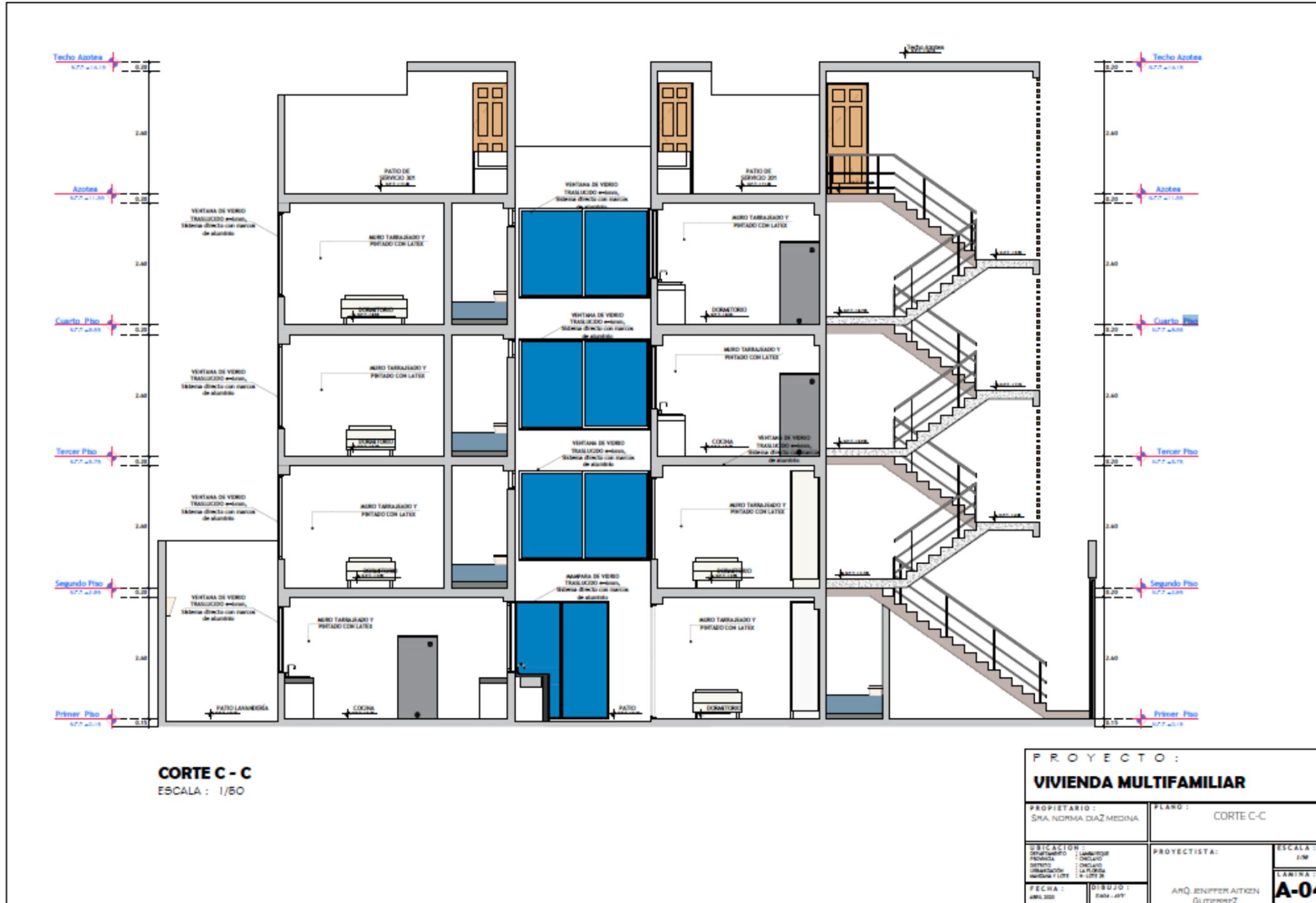


Figura 37-Planos de Corte Arquitectónico del proyecto  
Fuente: Planos elaborados por VISALORTE SAC en abril del 2020.



**Figura 38-Render de la fachada del proyecto**

**Fuente: Elaborado por VISALORTE SAC en abril del 2020.**



**Figura 39-Render de lavandería del proyecto**

**Fuente: Elaborado por VISALORTE SAC en abril del 2020.**



**Figura 40-Render de baño de visita del primer nivel**  
**Fuente: Elaborado por VISALORTE SAC en abril del 2020.**



**Figura 41-Render de sala comedor en primer nivel**  
**Fuente: Elaborado por VISALORTE SAC en abril del 2020.**

### **3.6. Técnicas e instrumentos e Recolección de Datos**

#### **3.6.1. Técnicas de recolección de datos**

La estrategia empleada para recolectar información en este estudio será la revisión documental, utilizando herramientas como las fichas de observación del modelo BIM. Este modelo, que consiste en una base de datos virtual tridimensional, que contiene información relevante para la construcción y será analizado detalladamente, que a su vez está conformado por el modelo de cada especialidad de la muestra en estudio. Estos modelos fueron elaborados en base a los planos aprobados del proyecto, a sus especificaciones técnicas y los alcances indicados en el contrato que se firmó al inicio de elaboración del proyecto.

Hay una amplia gama de herramientas para elaborar modelos BIM. El presente estudio utilizó el software Revit para la creación del edificio virtual, y las herramientas que posee para la coordinación.

Asimismo, se utilizó el software Microsoft Excel, para elaborar gráficos y reportes acerca de: el tiempo de elaboración de entregables, los metrados y consecuentemente el presupuesto.

Posteriormente se contabilizó la cantidad de incongruencias y conflictos encontrados en el modelo virtual, así como las soluciones propuestas.

Finalmente se llevó a cabo una evaluación comparativa de los resultados alcanzados al llevar a cabo la fase de diseño de manera tradicional con respecto a los obtenidos al aplicar tecnología BIM.

Se procedió de la siguiente manera:

- Recolección de datos
- Modelado en el software Revit
- Coordinación de modelos
- Obtención de metrados.
- Análisis de datos

A continuación, se describirán el desarrollo de cada paso establecido en el procedimiento

**a) Recolección de datos**

Marca el comienzo del desarrollo de la investigación, donde se analizaron los planos aprobados del proyecto, las especificaciones técnicas de cada especialidad y el presupuesto obtenido en base a estos planos.

**b) Modelado Revit**

Con el propósito de alcanzar la meta principal de la investigación, el modelamiento BIM respeta el orden de los procedimientos constructivos de las disciplinas que forman parte del proyecto.

La finalidad es gestionar la información de manera sencilla, para la obtención de reportes cuantificables.

Asimismo, es necesario precisar que el LOD que tiene el modelo es LOD 400, de tal manera que queda delimitada la cantidad de datos necesarios para modelar los objetos que conforman el proyecto.

**c) Coordinación de Modelos BIM**

Una vez concluido el proceso de modelado de cada especialidad, se hizo uso de las herramientas de coordinación del software para la detección de conflictos entre las distintas especialidades.

**d) Obtención de metrados**

Se realizó mediante la recolección de tablas de cuantificación por categoría de elemento de cada especialidad, esto se lleva a cabo una vez que fueron establecidos los filtros de acuerdo con el tipo de elemento del cual se quiera obtener información. Es necesario hacer énfasis que la precisión de los datos en las tablas de cuantificación obedece a un correcto proceso de modelado precedente.

**e) Análisis de datos**

Una vez concluidos los pasos anteriores se realizó un análisis con la ayuda de fichas de observación desarrolladas por los investigadores.

**3.6.2. Instrumentos de recolección de datos**

Para el desarrollo de la presente investigación, se crearon tres fichas de observación de acuerdo con los indicadores de los objetivos específicos,

los mismos que fueron validadas de acuerdo con el juicio de expertos, estos son detallados a continuación

- Anexo 02: Ficha de observación de tiempo de elaboración de entregables.
- Anexo 03: Ficha de observación de cuantificación.
- Anexo 04: Ficha de observación de detección de conflictos.

## CAPÍTULO IV DESARROLLO

### 4.1. Datos del proyecto

Tabla 4- Datos del Proyecto

<b>Nombre del proyecto:</b>	<b>Edificio multifamiliar de 5 niveles: Vivienda Diaz Medina</b>
<b>Monto Estimado</b>	S/317,860.00
<b>Elaboración del expediente:</b>	03/01/2020 al 03/03/2020
<b>Aprobación del expediente</b>	05/03/2020

Fuente: Los Autores.

### 4.2. Recepción de Planos y obtención de datos del proyecto.

Para elaborar el modelo de construcción virtual, se recopilaron los planos ya aprobados del proyecto, para el cual fueron desarrolladas las diversas disciplinas, cada plano conto con los detalles respectivos de la especialidad, y se extrajeron los datos relevantes para la elaboración del modelo.

#### 4.2.1. Características generales de las especialidades del proyecto

- i. Con respecto a la especialidad de arquitectura, el proyecto se encuentra localizado en el lote N.º 33 de la manzana “A” de la urbanización “La Florida” ubicada en el distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

Según el Certificado de Parámetros Urbanísticos y Edificatorios N° 00124-2019 emitido por la municipalidad de Chiclayo, el sitio donde se localiza el proyecto cuenta con un solo frente , y tiene como colindantes a terceros en tres de sus lados, cuenta con un área de terreno 140.00 m<sup>2</sup> y un área construida proyectada de 317.86 m<sup>2</sup> , con una altura

máxima de 14.15 m , dentro de los cuales son distribuidas tres unidades de vivienda una en el primer y segundo y nivel y la otras dos restantes en el tercer y cuarto respectivamente, así mismo cuenta con una azotea en la cual se ubica la zona de servicios.

- ii. Con respecto a la especialidad de estructuras el edificio cuenta con una planta regular casi en su totalidad, siendo estructurada en base a un sistema de muros y pórticos de concreto armado en la dirección X (paralela al frente del terreno) y un sistema de albañilería confinada en la dirección Y (perpendicular al frente del terreno). Los techos están compuestos por aligerados de 20 cm de espesor y la altura de entrepiso típica es de 2.60 m.
- iii. Con respecto a la especialidad de instalaciones sanitarias, el proyecto considera un sistema indirecto de cisterna con tanque elevado, así mismo tiene en consideración el desarrollo de redes de agua fría y caliente, red de desagüe y red de evacuación de aguas pluviales.
- iv. La especialidad de instalaciones eléctricas considera circuitos de iluminación, circuitos de tomacorrientes, circuito de instalaciones de fuerza, distribución de tableros, circuito de TV, Circuito de telefonía e Internet, y Circuito de Portero Eléctrico.

#### **4.2.2. Planos del proyecto**

El expediente técnico del proyecto contiene amplia información y diversos alcances sobre el mismo. Además, cuenta con detalles que no son estrictamente necesarios para el desarrollo de la investigación en curso.

El objetivo primordial es generar modelos fidedignos para identificar posibles problemas durante la ejecución. Por ello se tomó en cuenta solamente aquellos que contengan lo necesario para el modelamiento con el software.. A continuación, se detalla, el conjunto de planos del proyecto:

Planos de Arquitectura
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución 1°, 2° y 3° planta (A-01)</li> <li>• Distribución 4° piso y azotea -cuadro de vanos (Plano A-02)</li> <li>• Cortes A-A , B-B (Plano A-03)</li> <li>• Corte C-C (Plano A-04)</li> </ul>
Planos de Estructura
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cimentaciones (Plano E-01)</li> <li>• Detalles de Escaleras, Cisterna y Columnas(Plano E-02)</li> <li>• Aligerados primer , segundo y tercer nivel (Plano E-03)</li> <li>• Detalles de Vigas (Plano E-04)</li> </ul>
Planos de Instalaciones Sanitarias
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua Fría y Agua Caliente ( Plano IS-01)</li> <li>• Desagüe (Plano IS-02)</li> <li>• Detalles ( Plano IS-03)</li> </ul>
Planos de Instalaciones Eléctricas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iluminación, Tomacorrientes y Comunicaciones primer y segundo nivel (Plano IE-01)</li> <li>• Iluminación, Tomacorrientes y Comunicaciones tercer, cuarto y quinto nivel (Plano IE-02)</li> <li>• Diagramas y Detalles (Plano IE-03)</li> </ul>

**Figura 42- Lista de Planos del proyecto: Vivienda Diaz Medina.**

**Fuente: Visalorte SAC.**

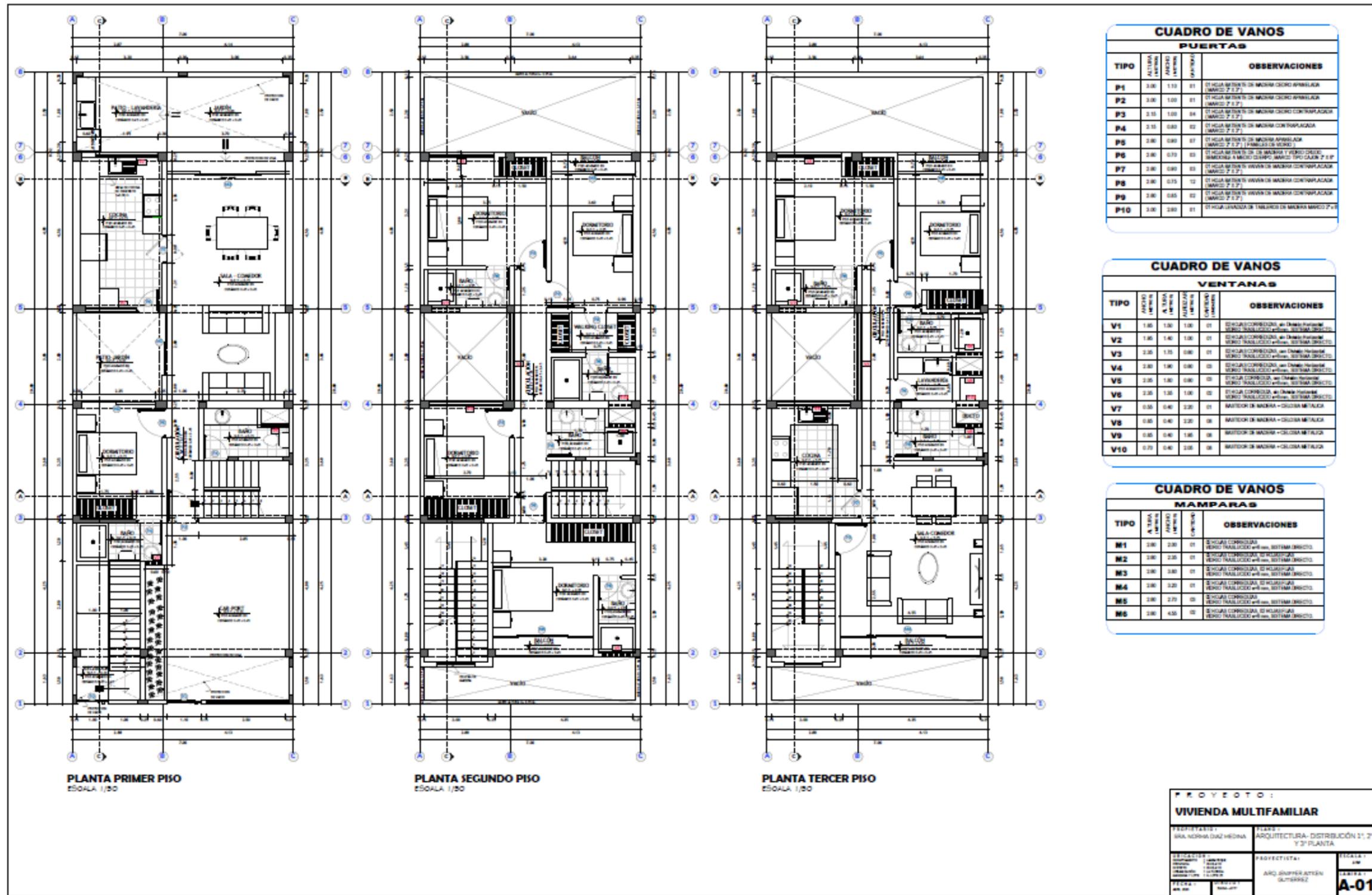


Figura 43-Planos de Distribución arquitectónica de los tres primeros niveles del proyecto



Fuente: Planos elaborados por VISALORTE SAC en abril del 2020.



Figura 45-Planos de Cortes Arquitectónicos del proyecto  
 Fuente: Planos elaborados por VISALORTE SAC en abril del 2020.

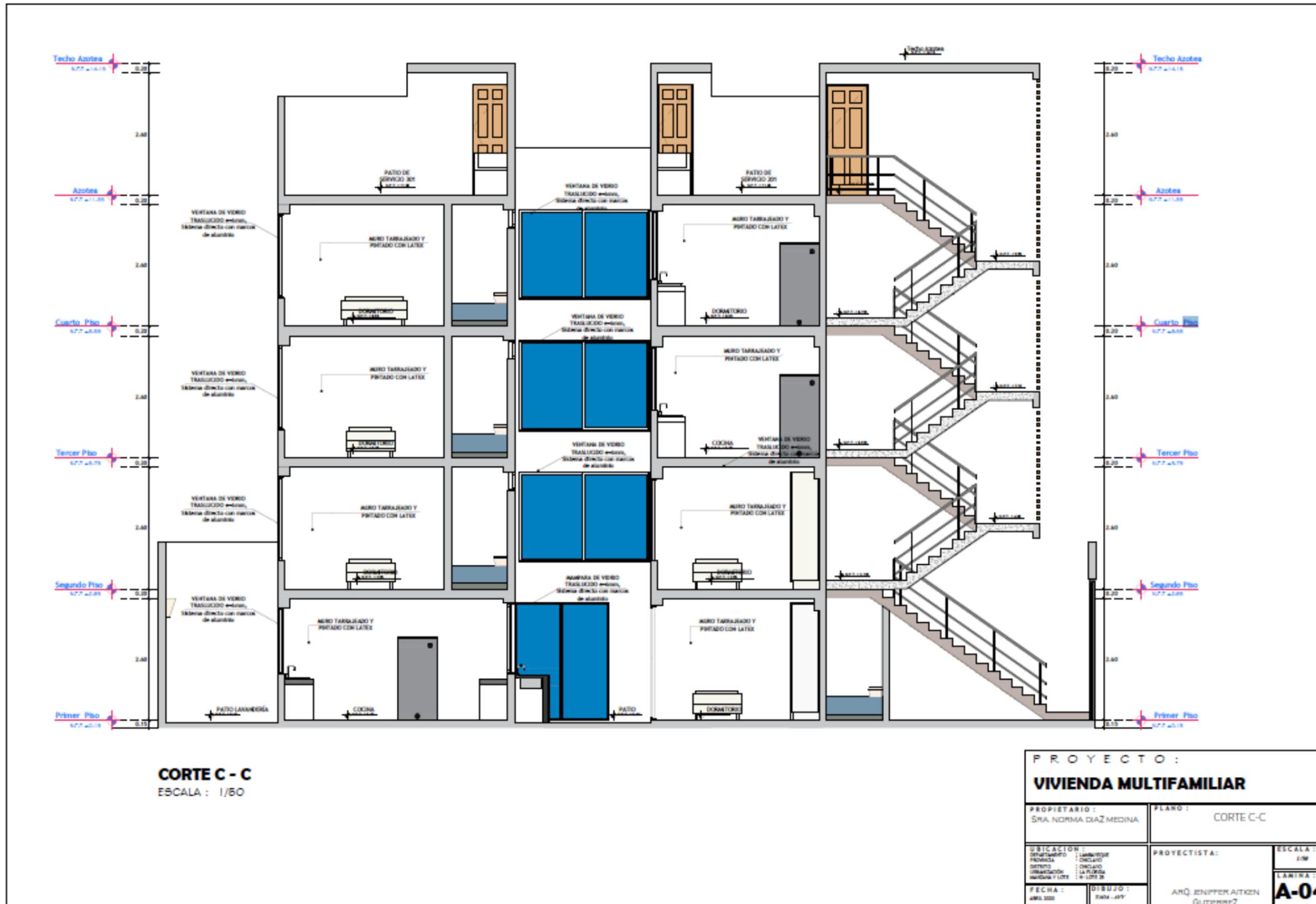


Figura 46-Planos de Corte Arquitectónico del proyecto



Fuente: Planos elaborados por VISALORTE SAC en abril del 2020.

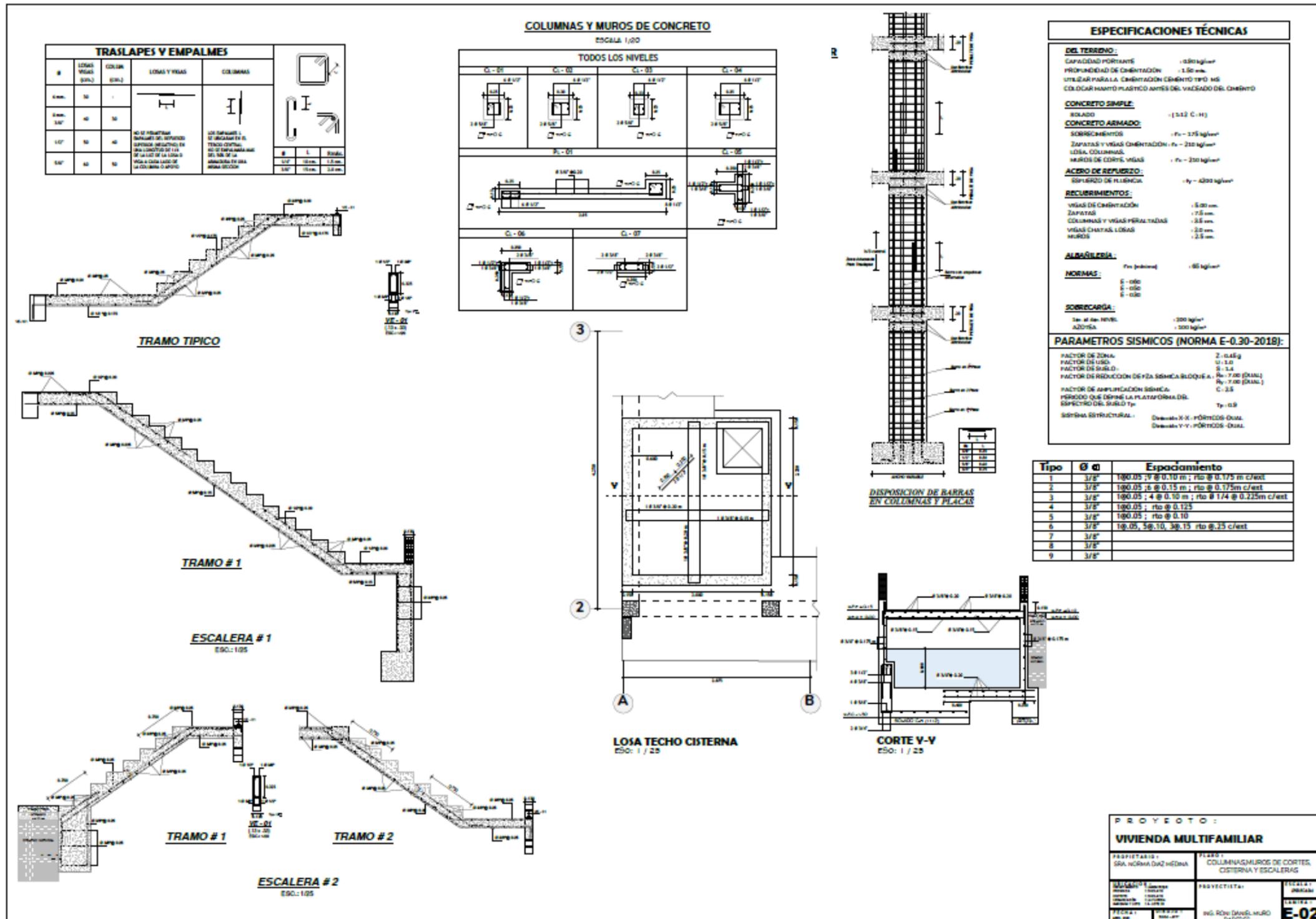


Figura 48-Plano de Detalles de Escaleras, Cisterna y Columnas

Fuente: Planos elaborados por VISALORTE SAC en abril del 2020.

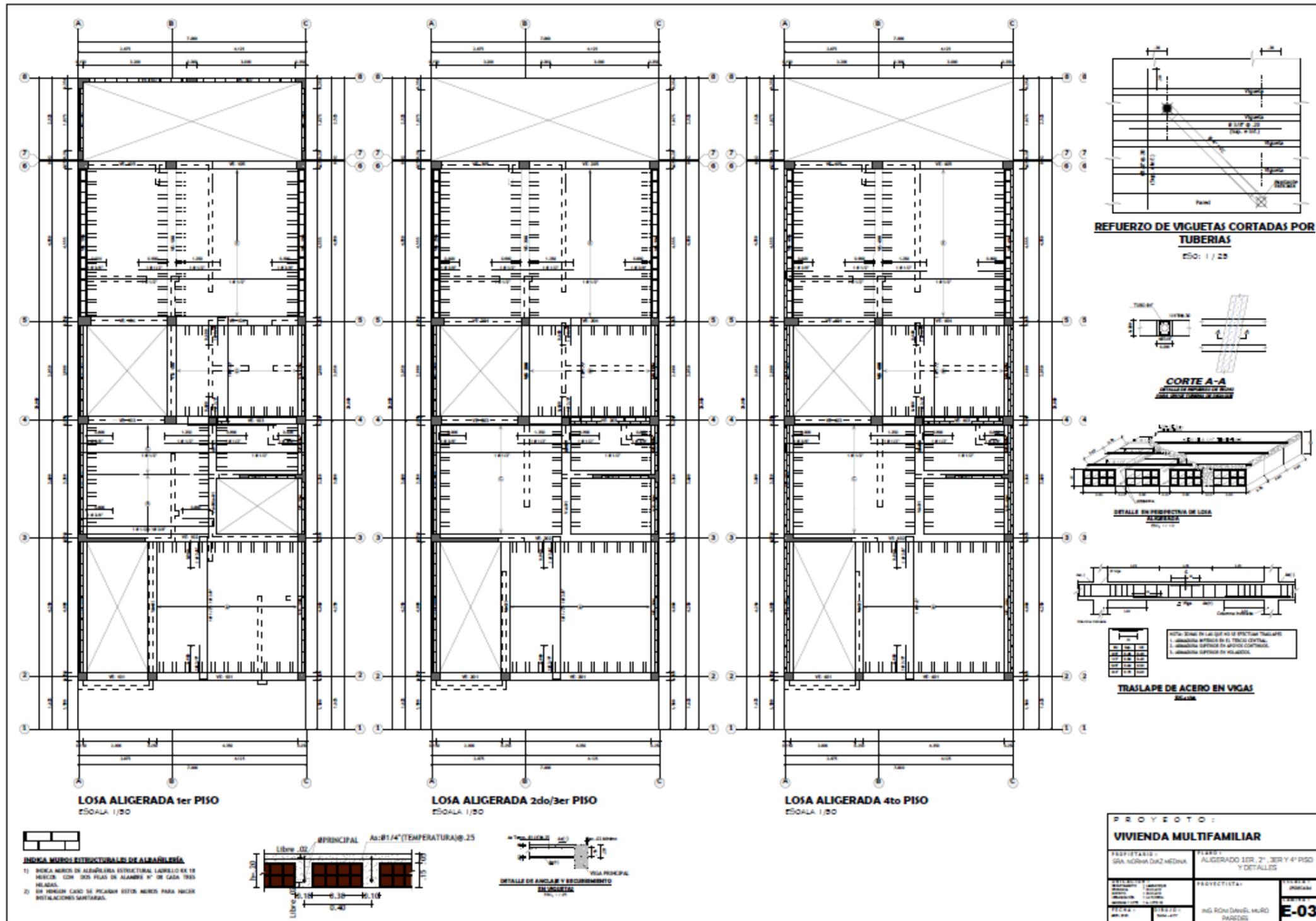


Figura 49-Plano de Aligerados

Fuente: Planos elaborados por VISALORTE SAC en abril del 2020.

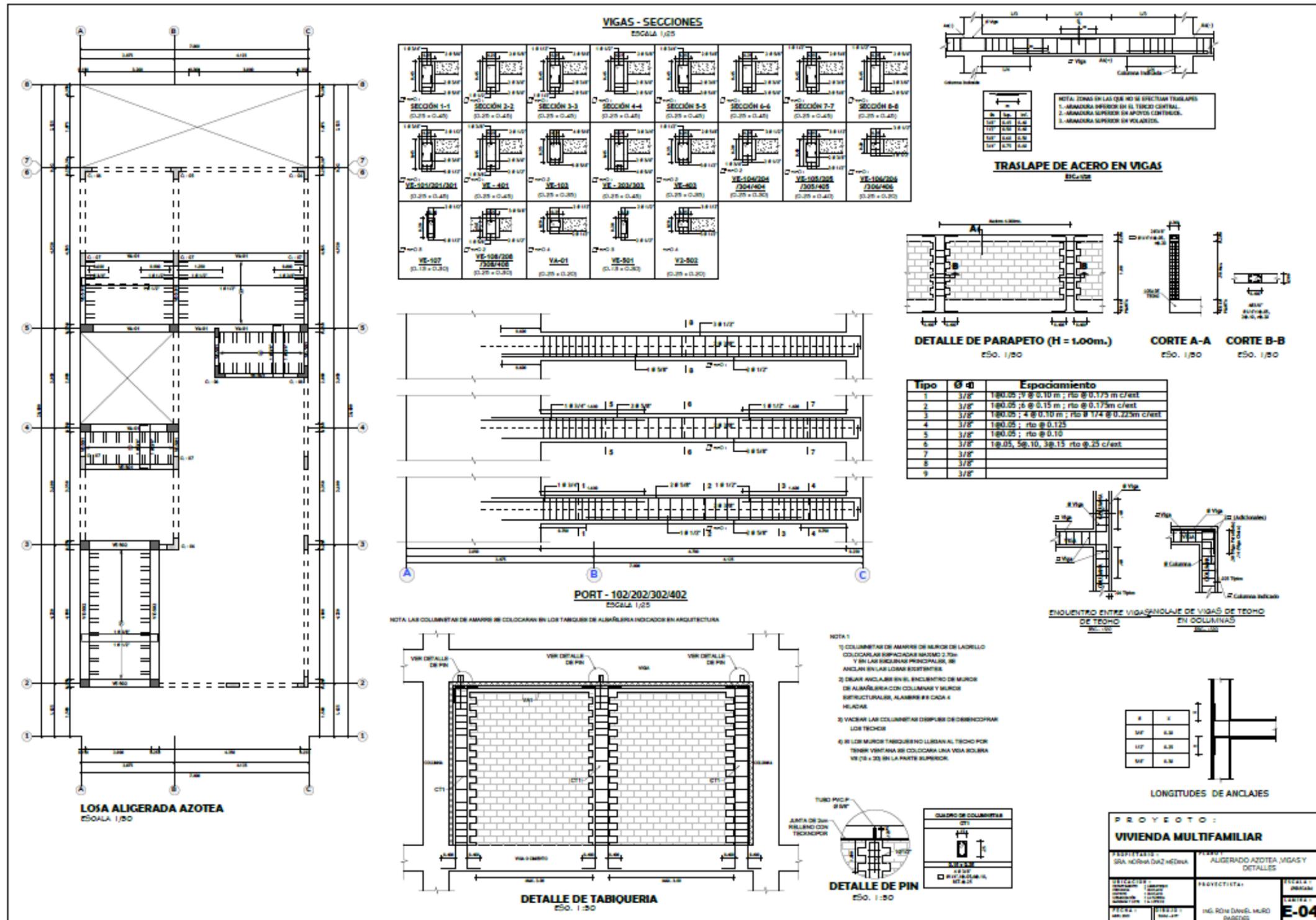


Figura 50-Plano de Aligerado Azotea y detalles de Vigas  
Fuente: Planos elaborados por VISALORTE SAC en abril del 2020.

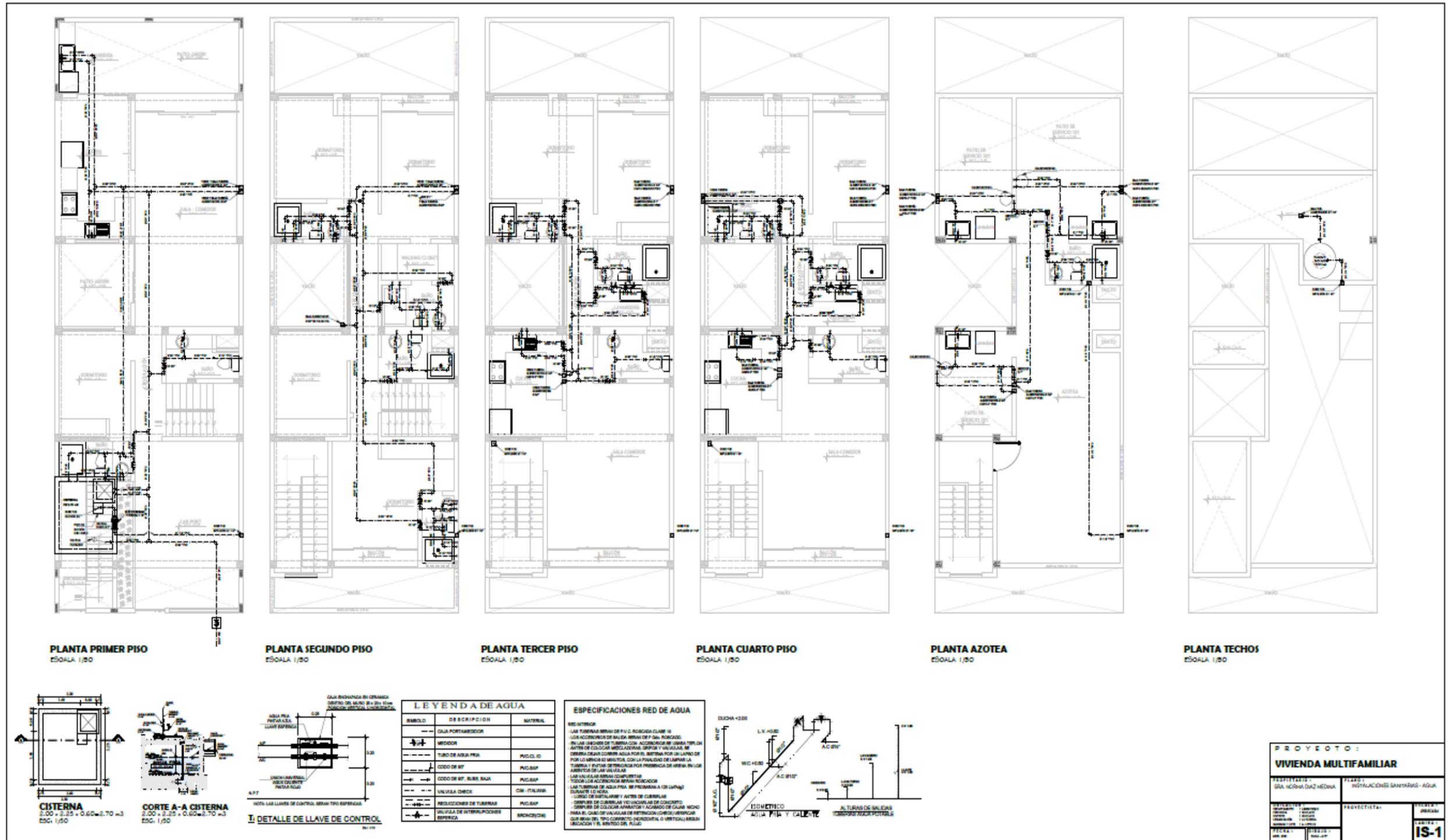


Figura 51-Plano de Instalaciones Sanitarias Agua Fría y Agua Caliente  
Fuente: Planos elaborados por VISALORTE SAC en abril del 2020.

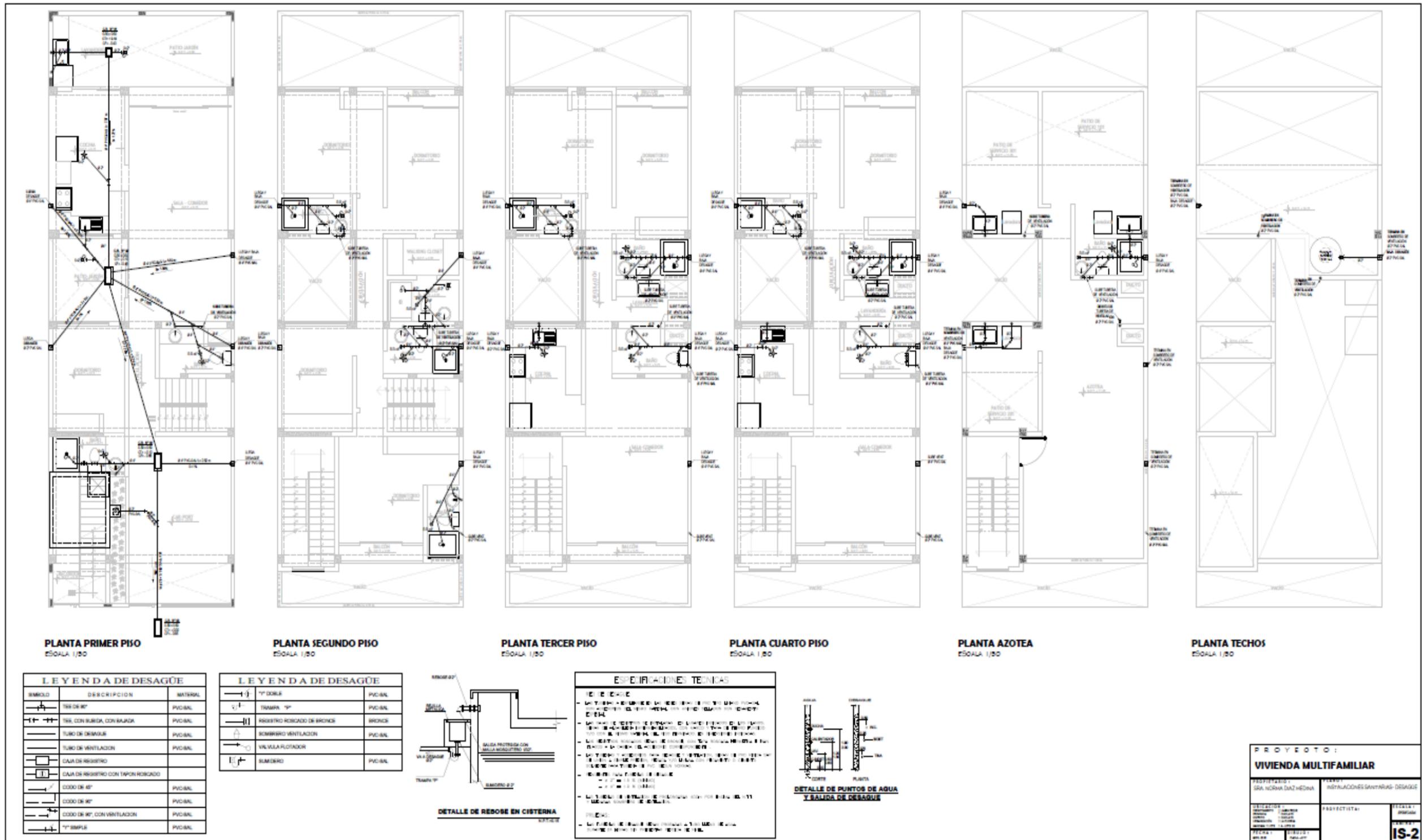


Figura 52-Plano de Instalaciones Sanitarias Desagüe  
Fuente: Planos elaborados por VISALORTE SAC en abril del 2020.





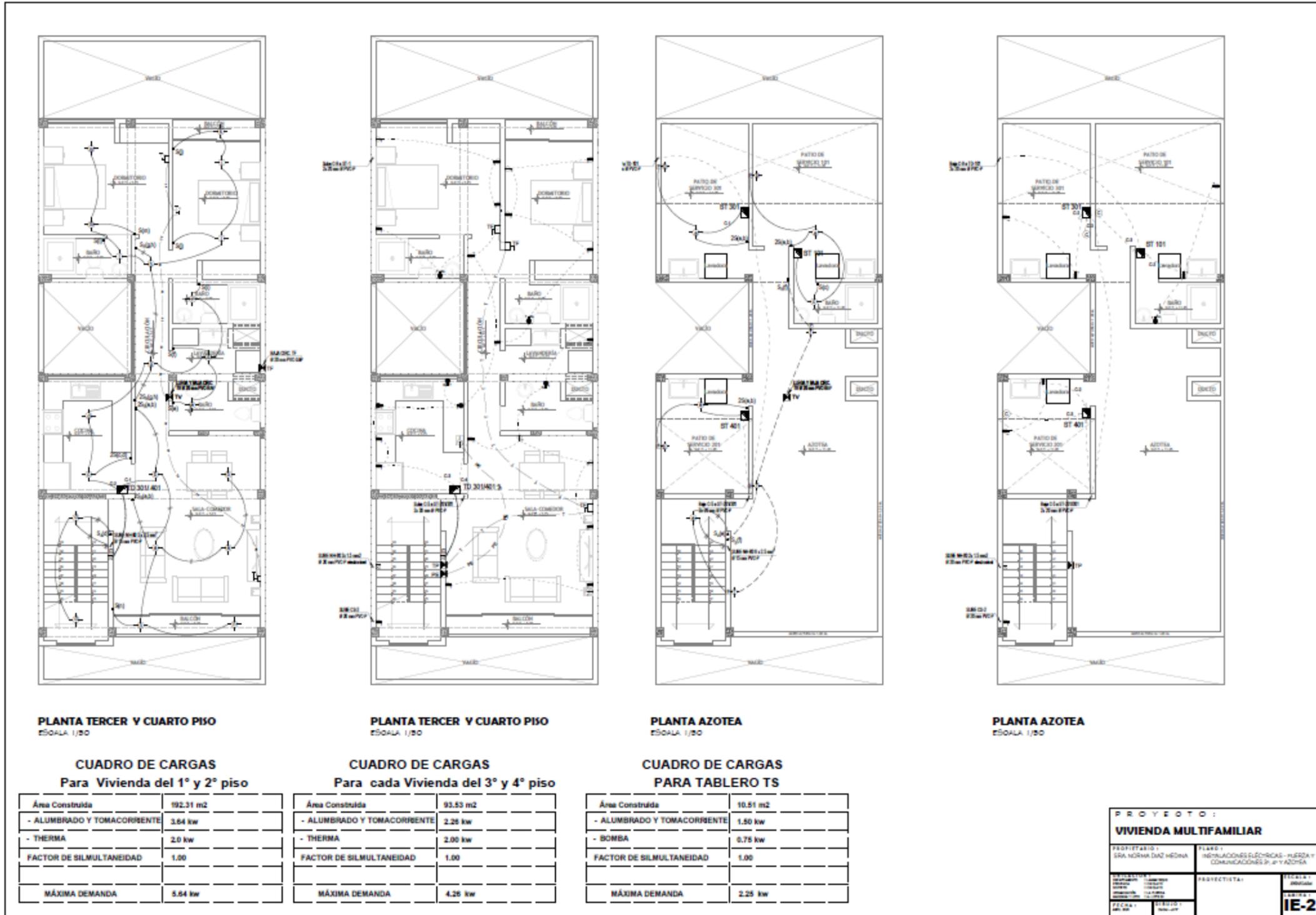


Figura 55-Plano de Instalaciones Sanitarias Detalles  
Fuente: Planos elaborados por VISALORTE SAC en abril del 2021



### 4.2.3. Especificaciones técnicas

La información obtenida de las especificaciones técnicas debe ser precisa, para poder insertarla como información del modelo BIM, citando un ejemplo, la especialidad de instalaciones sanitarias, establece un tipo de tubería para el suministro de agua fría y otro para la distribución de agua caliente, es así que debe crearse el material específico para cada una en el modelo BIM.

Es sumamente importante precisar que el modelamiento obedece a lo representado en el plano, es decir la ubicación de cada elemento tanto en planta como en altura, ya que esto es parte importante de la comprobación de incongruencias y conflictos entre las distintas especialidades que conforman el expediente técnico.

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
<b><u>DEL TERRENO:</u></b>	
CAPACIDAD PORTANTE	: 0.90 kg/cm <sup>2</sup>
PROFUNDIDAD DE CIMENTACION	: 1.50 mts.
UTILIZAR PARA LA CIMENTACION CEMENTO TIPO MS	
COLOCAR MANTO PLASTICO ANTES DEL VACEADO DEL CIMENTO	
<b><u>CONCRETO SIMPLE:</u></b>	
SOLADO	: ( 1:12 C : H )
<b><u>CONCRETO ARMADO:</u></b>	
SOBRECIMENTOS	: f <sub>c</sub> = 175 kg/cm <sup>2</sup>
ZAPATAS Y VIGAS CIMENTACION	: f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>
LOSA, COLUMNAS, MUROS DE CORTE, VIGAS	: f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>
<b><u>ACERO DE REFUERZO :</u></b>	
ESFUERZO DE FLUENCIA	: f <sub>y</sub> = 4200 kg/cm <sup>2</sup>
<b><u>RECUBRIMIENTOS :</u></b>	
VIGAS DE CIMENTACIÓN	: 5.00 cm.
ZAPATAS	: 7.5 cm.
COLUMNAS Y VIGAS PERALTADAS	: 3.5 cm.
VIGAS CHATAS, LOSAS	: 2.0 cm.
MUROS	: 2.5 cm.
<b><u>ALBAÑILERÍA:</u></b>	
f <sub>m</sub> (mínimo)	: 65 kg/cm <sup>2</sup>
<b><u>NORMAS:</u></b>	
E - 060	
E - 050	
E - 030	
<b><u>SOBRECARGA :</u></b>	
1er. al 4er. NIVEL	: 200 kg/m <sup>2</sup>
AZOTEA	: 100 kg/m <sup>2</sup>

Figura 57- Especificaciones Técnicas de la especialidad Estructuras.

Fuente: Visalorte SAC

## ESPECIFICACIONES RED DE AGUA

### RED INTERIOR

- LAS TUBERIAS SERAN DE P.V.C. ROSCADA CLASE 10
- LOS ACCESORIOS DE SALIDA SERAN DE F Gdo. ROSCADO.
- EN LAS UNIONES DE TUBERIA CON ACCESORIOS SE USARA TEFLON
- ANTES DE COLOCAR MEZCLADORAS, GRIFOS Y VALVULAS, SE DEBERA DEJAR CORRER AGUA POR EL SISTEMA POR UN LAPSO DE POR LO MENOS 02 MINUTOS, CON LA FINALIDAD DE LIMPIAR LA TUBERIA Y EVITAR DETERIOROS POR PRESENCIA DE ARENA EN LOS ASIENTOS DE LAS VALVULAS
- LAS VALVULAS SERAN COMPUERTAS
- TODOS LOS ACCESORIOS SERAN ROSCADOS
- LAS TUBERIAS DE AGUA FRIA SE PROBARAN A 125 Lb/Pulg2 DURANTE 1/2 HORA
  - LUEGO DE INSTALARSE Y ANTES DE CUBRIRLAS
  - DESPUES DE CUBRIRLAS Y/O VACIARLAS DE CONCRETO
  - DESPUES DE COLOCAR APARATOS Y ACABADO DE CAJAS NICHOS
- PARA EL CASO DE VALVULAS DE RETENCION (CHECK) VERIFICAR QUE SEAN DEL TIPO CORRECTO (HORIZONTAL O VERTICAL) SEGUN UBICACION Y EL SENTIDO DEL FLUJO

**Figura 58- Especificaciones Técnicas de la especialidad Instalaciones Sanitarias Agua**

Fuente: Visalorte SAC.

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

### RED DE DESAGUE:

- LAS TUBERIAS A EMPLEARSE EN LAS REDES SERAN DE PVC TIPO LIVIANO PVC-SAL CON ACCESORIOS DEL MISMO MATERIAL, CON UNIONES SELLADOS CON PEGAMENTO ESPECIAL.
- LAS CAJAS DE REGISTROS SE INSTALARAN EN LUGARES INDICADOS EN LOS PLANOS, SERAN DE ALBANILERIA IMPERMEABILIZADOS, CON MARCO Y TAPA DE FIERRO FUNDIDO Y/O CON EL MISMO MATERIAL DEL PISO TERMINADO. EN DIMENSIONES INDICADAS.
- LOS REGISTROS ROSCADOS SERAN DE BRONCE, CON TAPA ROSCADA HERMETICA E IRAN FIJADOS A LA CABEZA DEL ACCESORIO CORRESPONDIENTE .
- LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS PARA DESAGUE Y VENTILACION, SERAN DE PVC RIGIDA SAP DE UNION A SIMPLE PRESION, PESADA Y/O LIVIANA CON PEGAMENTO O CEMENTO SOLVENTE PARA TUBERIA DE PVC. SEGUN NORMAS.
- PENDIENTES PARA TUBERIAS DE DESAGUE:
  - $\phi$  2" = 1.5 % (MINIMO)
  - $\phi$  4" = 1.0 % (MINIMO)
- LAS TUBERIAS DE VENTILACION SE PROLONGARAN 40cm POR ENCIMA DEL N.T.T. Y LLEVARAN SOMBRERO DE VENTILACION.

### PRUEBAS:

- LAS TUBERIAS DE DESAGUE SERAN PROBADAS A TUBO LLENO DE AGUA DURANTE 24 HORAS SIN PRESENTAR PERDIDA DE NIVEL

**Figura 59- Especificaciones Técnicas de la especialidad Instalaciones Sanitarias Desagüe**

Fuente: Visalorte SAC.

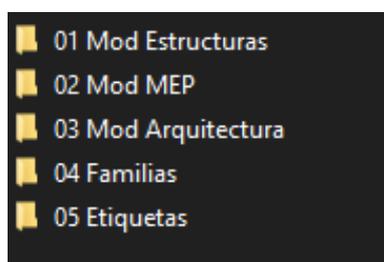
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
MATERIAL	DESCRIPCIÓN
CONDUCTORES	TODOS LOS CONDUCTORES SERAN DE COBRE ELECTROLÍTICO DE 99.9 % LACS. DE CONDUCTIBILIDAD TENDRAN AISLAMIENTO DE PVC DEL TIPO TERMOPLÁSTICO PARA 600 V (NORMA ITINTEC - 370.048 ) EL MÍNIMO CONDUCTOR A USAR SERÁ DE 25 mm, CLASE TW, QUE CUMPLA CON LAS ÚLTIMAS RECOMENDACIONES DEL C.N.E. ART 4.22
TUBERIAS	TODAS LAS TUBERIAS CONECTADAS, TUBOS, CAJAS Y CURVAS NORMALIZADAS SERÁN DE POLICLORURO DE VINÍLICO (P.V.C) TIPO PESADO CON CALIBRES EUROPEOS MÍNIMO DE PAREDES ESTABLECIDOS EN EL CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD (TOMO V) Y TABLAS 4-XX XIX Y 4XL DE ACUERDO A LAS NORMAS DE ITINTEC.
CAJAS	TODAS LAS CAJAS SERÁN DE FIERRO GALVANIZADO, DE 1/32" DE ESPESOR (MÍNIMO) TIPO LIVIANO      OCTOGONALES, 100 X 40 mm RECTANGULARES 100 X 55 X 40 mm TIPO PESADO      CUADRADAS 100 X 100 X 40 mm CAJAS DE PASES MAYORES O IGUALES A 150 X 150 X 100 mm DEBERAN ADEMÁS DE CUMPLIR LO INDICADO EN EL CAP 4.5 DEL C.N.E TOMO V PARTE V
INTERRUPTORES	LOS INTERRUPTORES TOMACORRIENTES, PLACAS TELEFONICAS, SERAN DE BAQUELITA PARA EMPOTRAR. LOS INTERRUPTORES SA - 220 V LOS TOMACORRIENTES PARA 10 A - 220 V. SIMILAR O IGUAL AL TIPO TICINO SERIE MAGIC. N 5001.
TOMACORRIENTES	LOS TOMACORRIENTES SERÁN DOBLES MOLDEADOS EN PLÁSTICO FENOLÍTICOS DE SIMPLE CONTACTO METÁLICO PARA ESPIGA CIRCULAR Y PLANA UNIVERSAL CON CAP DE 15 A 220 V, SIMILAR O IGUAL AL TIPO TICINO SERIE MAGIC N. 5024 Y PARA LAS PLACAS, NUMEROS 503/I Y 503/2
TABLEROS	EL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SERÁ EN CAJA METÁLICA PROVISTA DE MARCO Y PUERTA CON CERRADURA ALCUARA, LLAVES E INTERRUPTORES AUTOMATICOS DE TIPO TERMOMAGNETICOS Y UNA BARRA CON BORNERA PARA LA CONECCIÓN DE TIERRA .

**Figura 60- Especificaciones Técnicas de la especialidad instalaciones Eléctricas.**

**Fuente: Visalorte SAC.**

### **4.3. Modelado del proyecto Virtual**

Para poder realizar un modelamiento ordenado, se llevó el siguiente orden en la creación de carpetas para el modelo 3D:



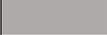
**Figura 61-Estructura de carpetas para el modelado.**

**Fuente: Los Autores.**

Se debe tener en cuenta que como el modelo cuenta con una gran diversidad de elementos, cada uno está representado de acuerdo con un color específico, este obedece a un criterio propio de los investigadores,

dado que no existe un estándar BIM como tal en el Perú. A continuación, se detalla en la siguiente figura:

**Tabla 5 - Código de colores para la especialidad Estructuras.**

<b>FILTRO DE ESTRUCTURA</b>		
<b>NOMBRE DEL FILTRO</b>	<b>ABREVIACIÓN</b>	<b>COLOR</b>
E- CIMIENTO CORRIDO	CC	
E- VIGAS	VE	
E-COLUMNAS	CO	
E-LOSAS	LA	
E-MUROS DE ABAÑILERÍA	MA	
E-MUROS DE CONCRETO	MC	
E-SOBRECIMENTOS	SC	
E-TABIQUE	MT	
E-ZAPATAS	ZC	
E-VIGAS DE CIMENTACIÓN	VC	

**Fuente: Los Autores.**

**Tabla 6-Código de colores para la especialidad Instalaciones Sanitarias**

<b>FILTRO DE INSTALACIONES SANITARIAS</b>		
<b>NOMBRE DEL FILTRO</b>	<b>ABREVIACIÓN</b>	<b>COLOR</b>
IS- Agua Caliente	AC	
IS- Agua Fría	AF	
IS- Desagüe	DG	
IS- Ventilación	VT	
IS-Desagüe Pluvial	DP	

**Fuente: Los Autores.**

**Tabla 7-Código de colores para la especialidad Instalaciones Eléctricas.**

<b>FILTRO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>		
<b>NOMBRE DEL FILTRO</b>	<b>ABREVIACIÓN</b>	<b>COLOR</b>
IE- Electricidad	EL	
IE- Iluminación	IL	
IE- Tierra	TR	
TC-Circuito Cerrado de Televisión	TV	
TC-Intercomunicación	IT	
TC-Telefono	TF	

**Fuente: Los Autores.**

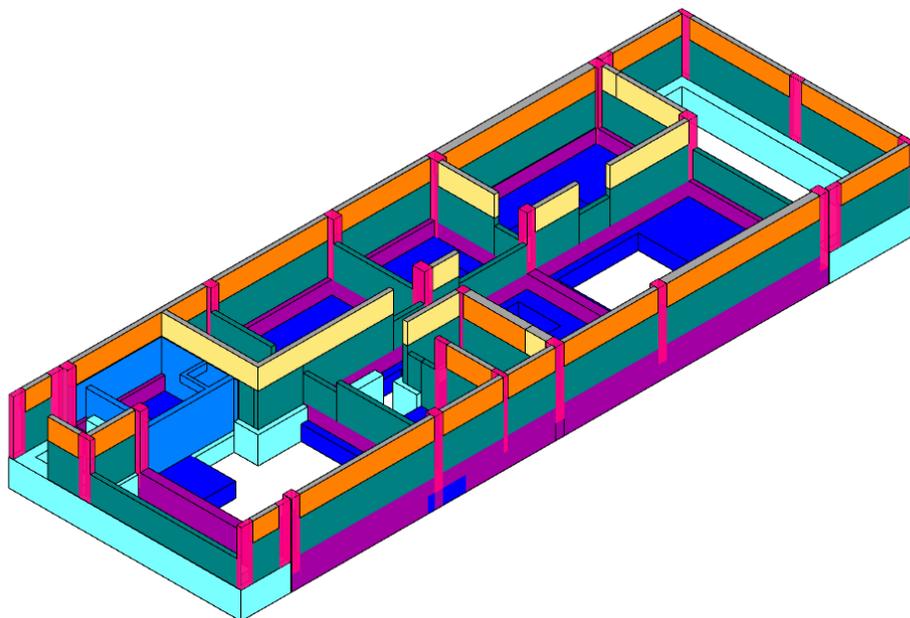
También debe mencionarse que cada especialidad esta modelada de acuerdo con un único sistema de coordenadas, esto fue esencial para la correcta coordinación de especialidades, para facilitar esto se hizo uso de la herramienta de colaboración que posee el software Revit.

Una vez fue establecido el filtro por tipo de elemento, y la creación del sistema de coordenadas único para todas las especialidades se procedió el modelado en el software Revit.

#### **4.3.1. Modelado de Estructuras**

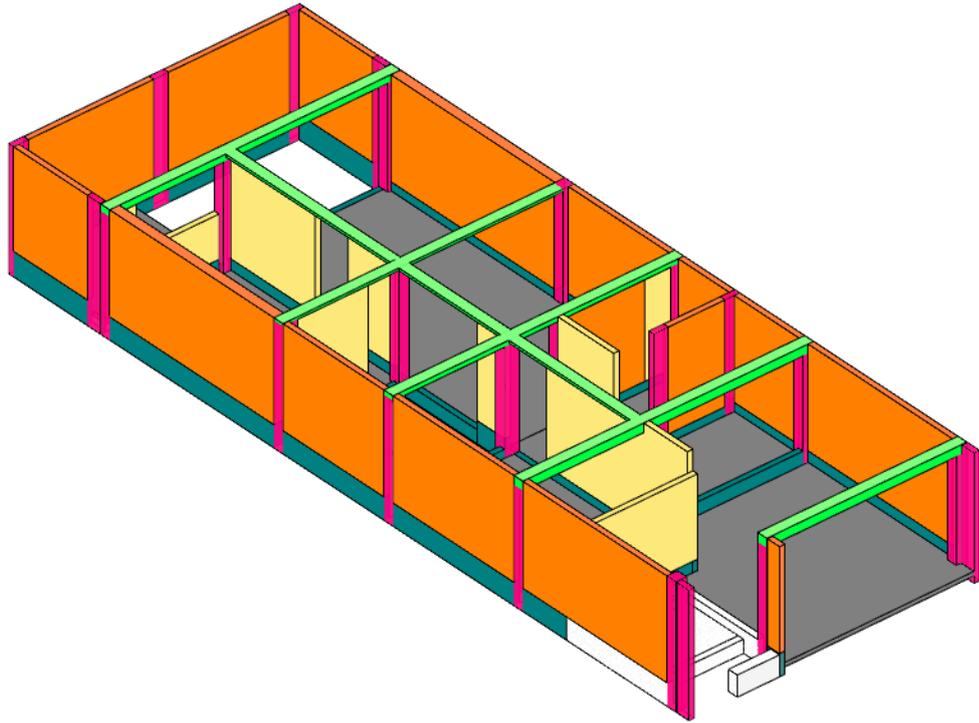
Esta fase comenzó después de delimitar los linderos del terreno, los ejes principales y los niveles del proyecto. El modelado de la estructura se ajusta a los criterios del procedimiento constructivo para evitar errores que puedan impedir el modelado.

El modelado se hace tal cual se haría durante la fase de ejecución. Se procede modelando las cimentaciones, sobrecimientos y elementos enterrados, seguido por los elementos verticales de los pórticos, muros de albañilería confinada y tabiques, siguiendo con las vigas y losas, repitiéndose en los niveles superiores, el modelamiento de los elementos verticales y horizontales en ese orden. Durante todo el proceso se ingresó la información correspondiente a cada elemento, de tal manera que se pueda extraer posteriormente en tablas de cuantificación la información relevante para el metrado.



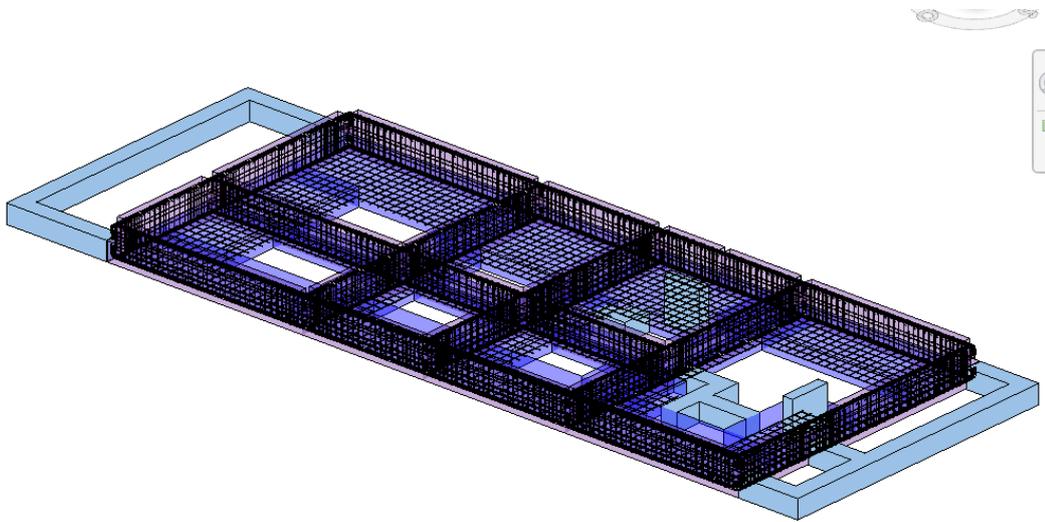
**Figura 62- Modelo virtual de los elementos de Cimentación**

**Fuente: Los Autores.**



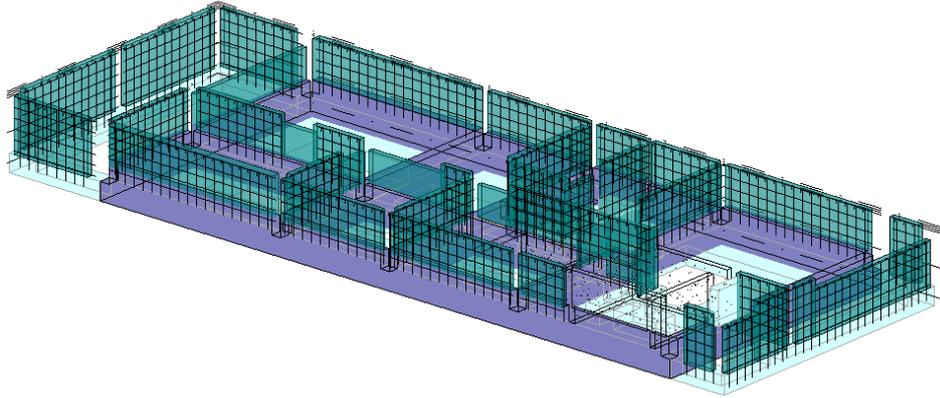
**Figura 63 - Modelo Virtual del Primer Nivel de la especialidad Estructuras.**

**Fuente: Los Autores.**



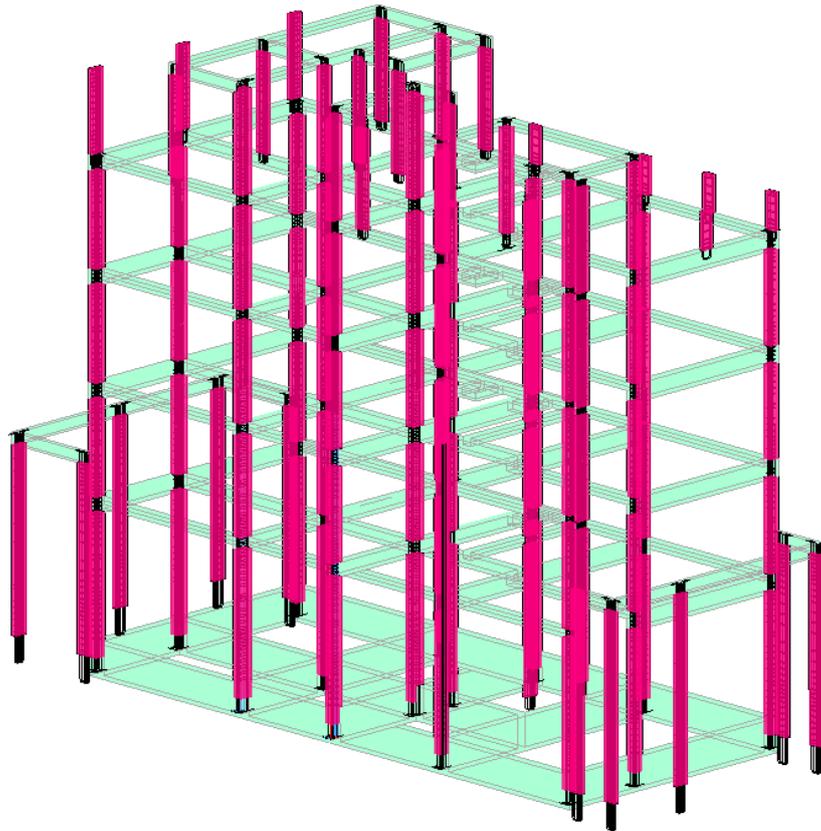
**Figura 64- Modelo Virtual de Acero de Refuerzo de los elementos Cimentación**

**Fuente: Los Autores.**



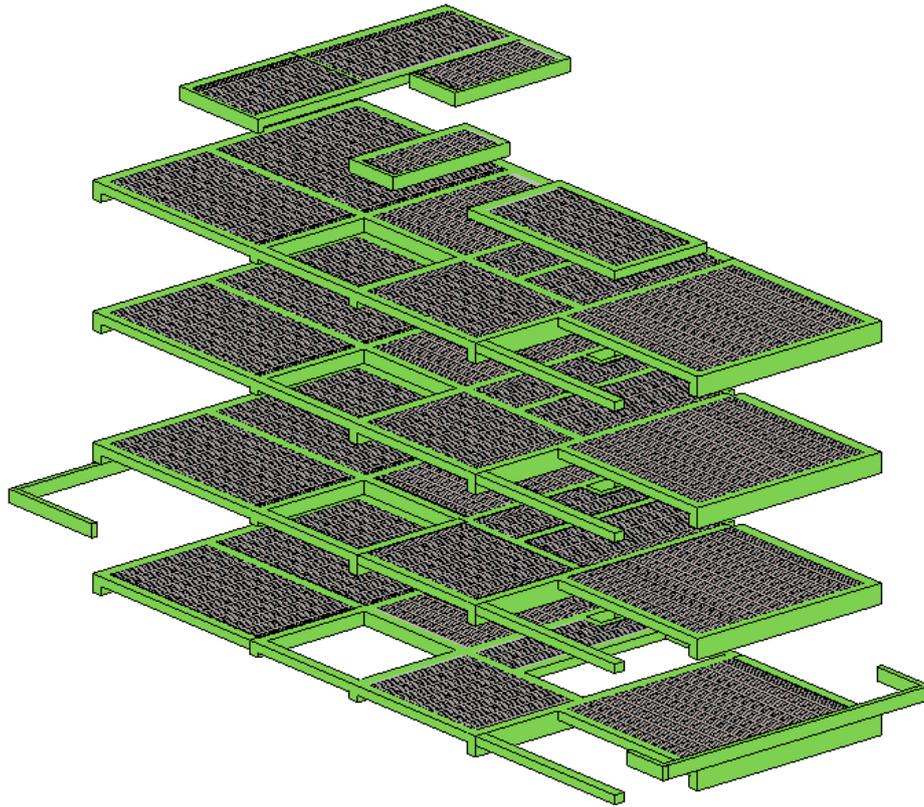
**Figura 65-Modelo Virtual de Sobrecimientos**

Fuente: Los Autores.



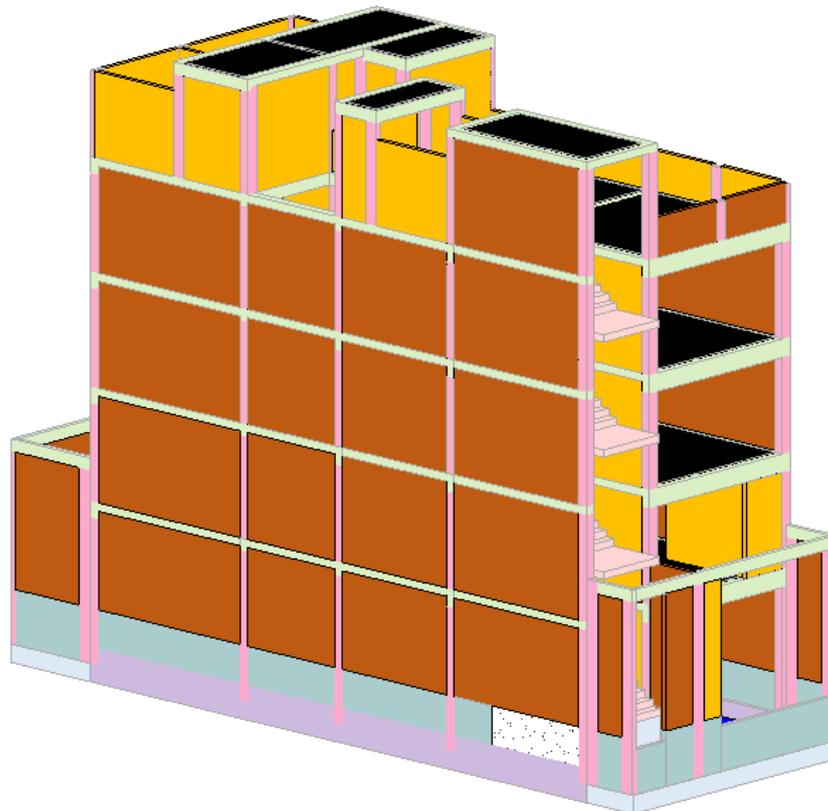
**Figura 66-Modelo Virtual de Columnas**

Fuente: Los Autores.



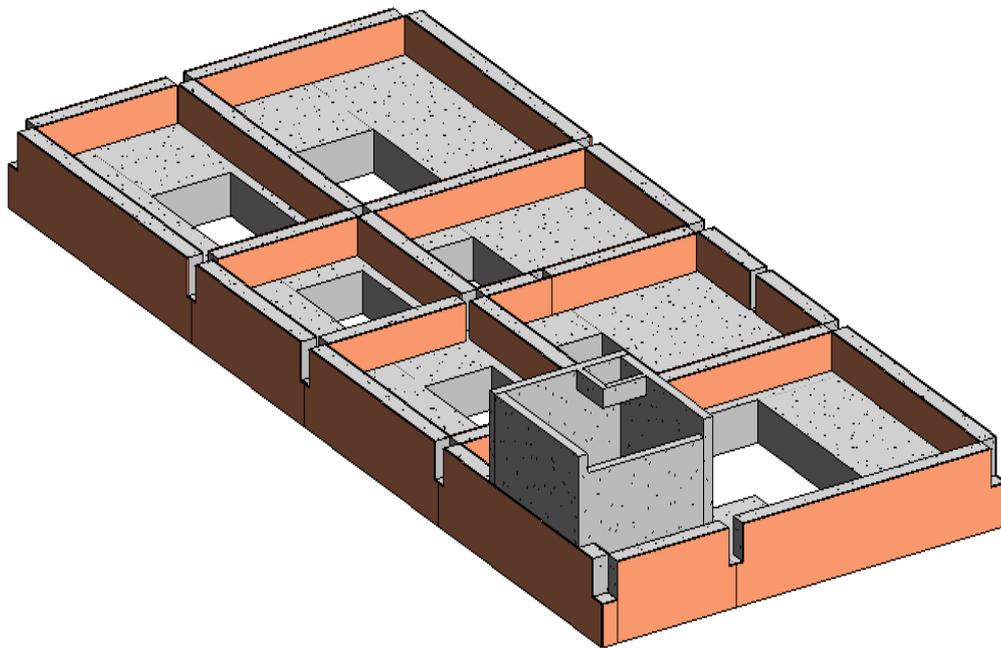
**Figura 67- Modelo Virtual de los Elementos de Aligerado**

**Fuente: Los Autores.**



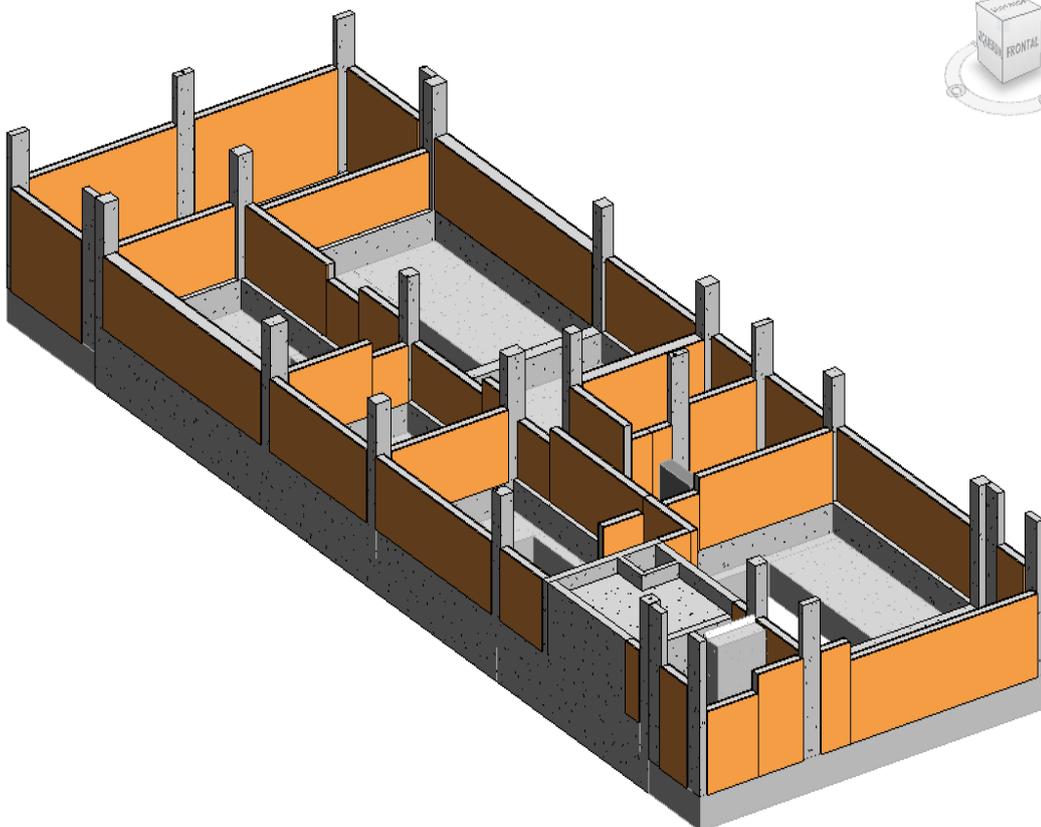
**Figura 68- Modelo Virtual de Muros de albañilería**

**Fuente: Los Autores.**



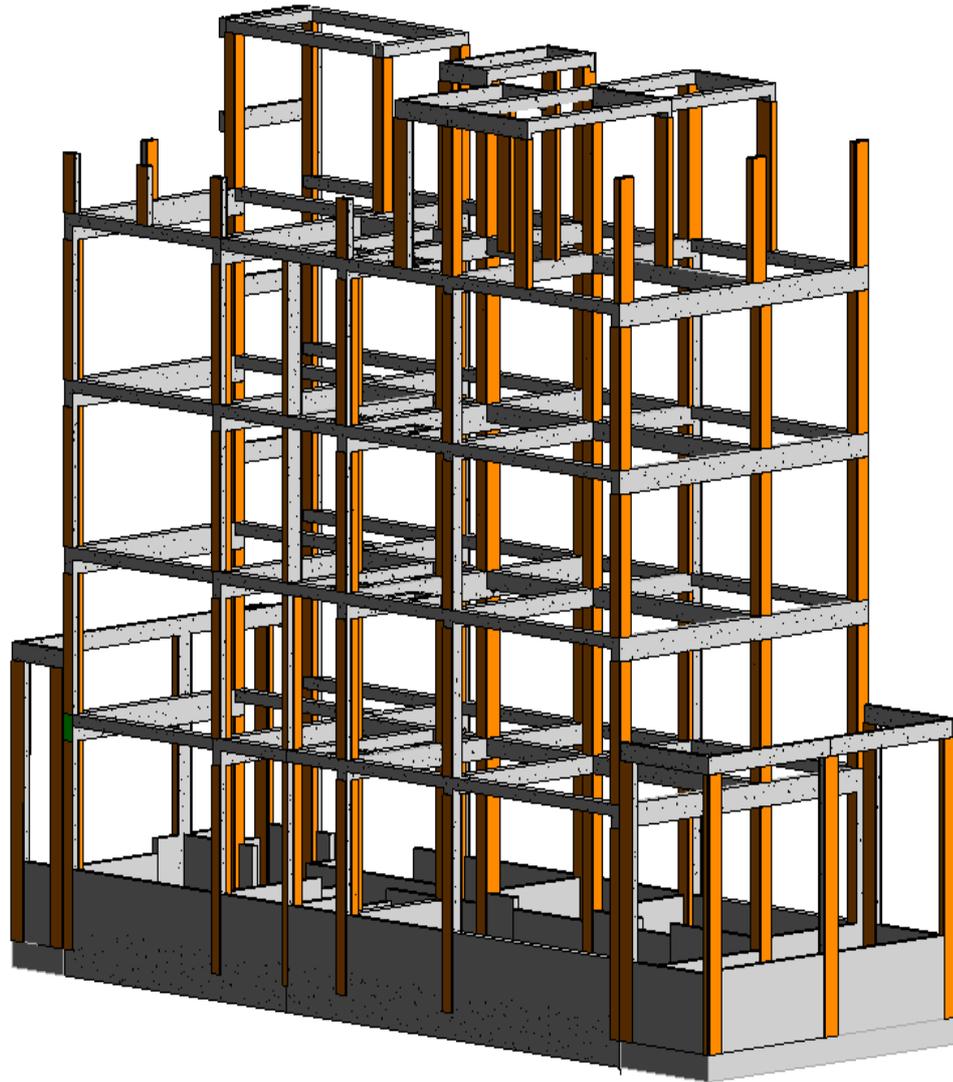
**Figura 69- Modelo Virtual de Encofrado de Vigas de Cimentación**

**Fuente: Los Autores.**



**Figura 70- Modelo Virtual de Encofrado de Sobrecimientos**

**Fuente: Los Autores.**

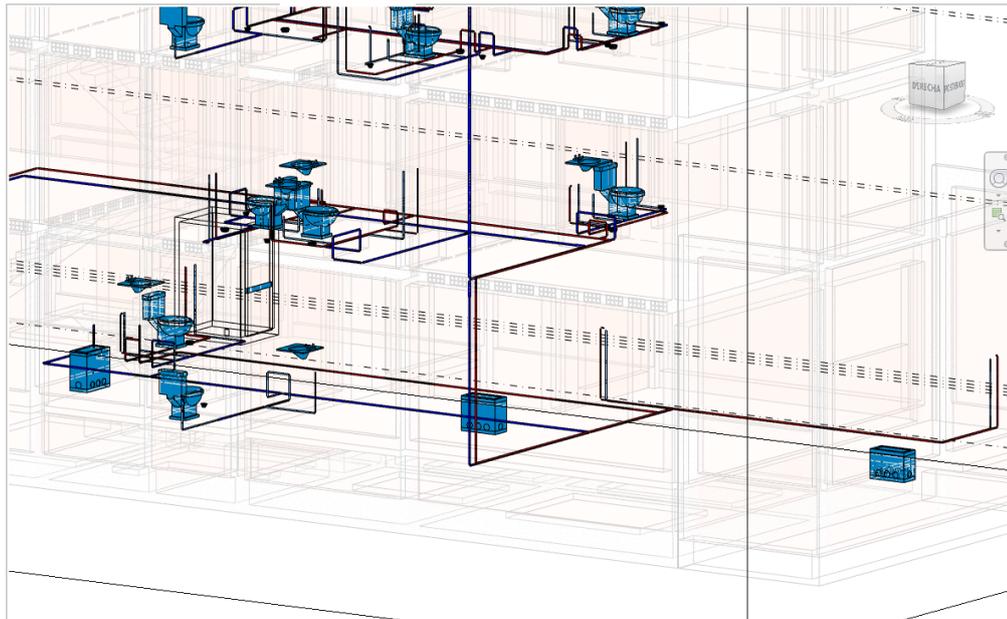


**Figura 71- Modelo Virtual de Encofrado de Sobrecimientos**

**Fuente: Los Autores.**

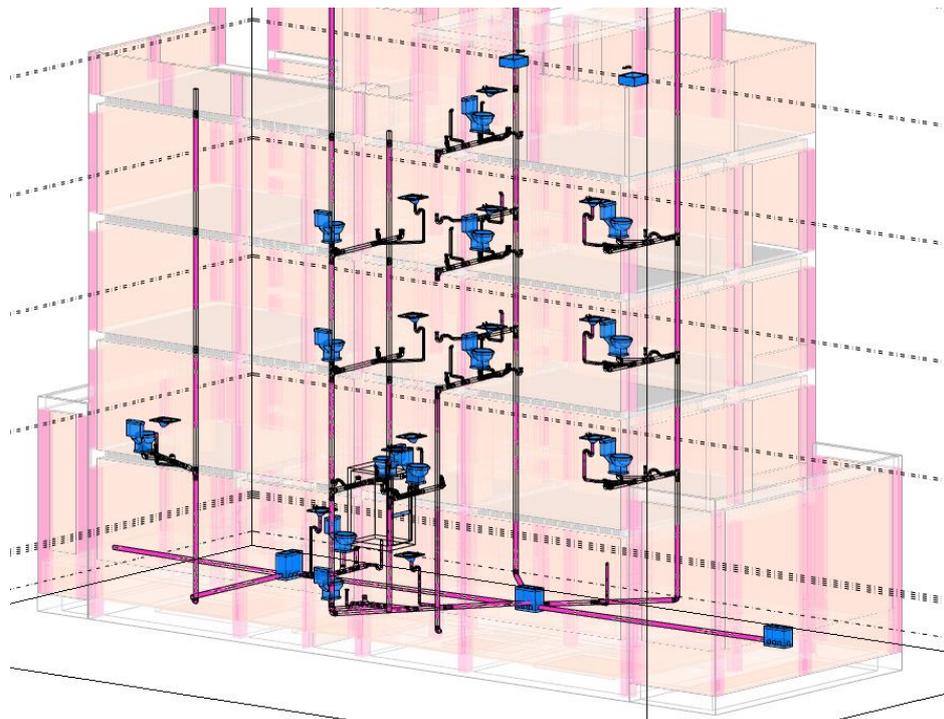
#### **4.3.2. Modelado de instalaciones Sanitarias**

Una vez definido el modelo estructural, haciendo uso de las herramientas de colaboración presentes en el programa, se tomó como referencia el mismo y se procedió a modelar las instalaciones sanitarias teniendo como premisa la precisión al momento de la introducción de datos de cada elemento, y siguiendo el filtro de colores establecidos en un inicio.



**Figura 72- Modelo Virtual de Instalaciones de Agua**

**Fuente: Los Autores.**

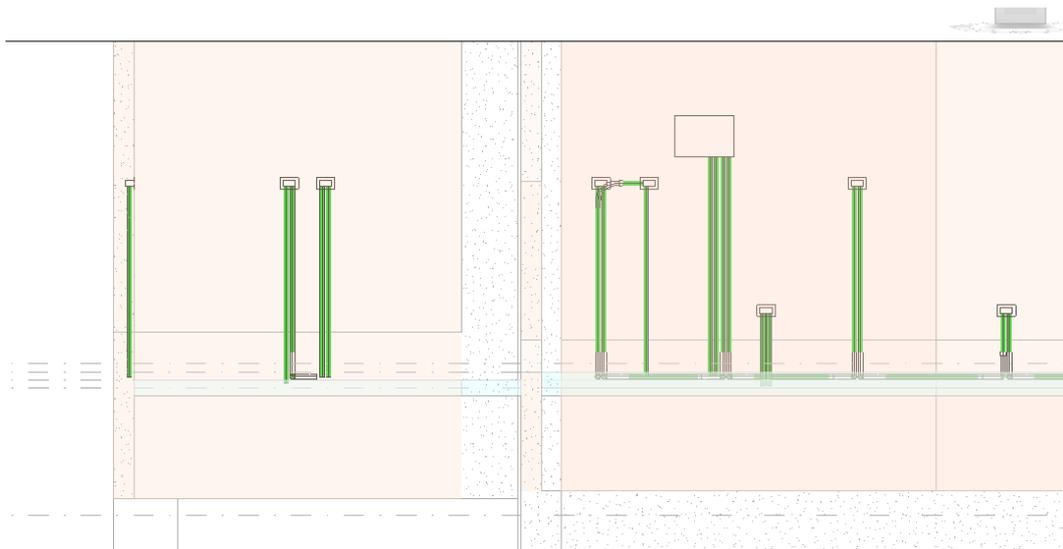


**Figura 73 -Modelo Virtual de Instalaciones de Desagüe**

**Fuente: Los Autores.**

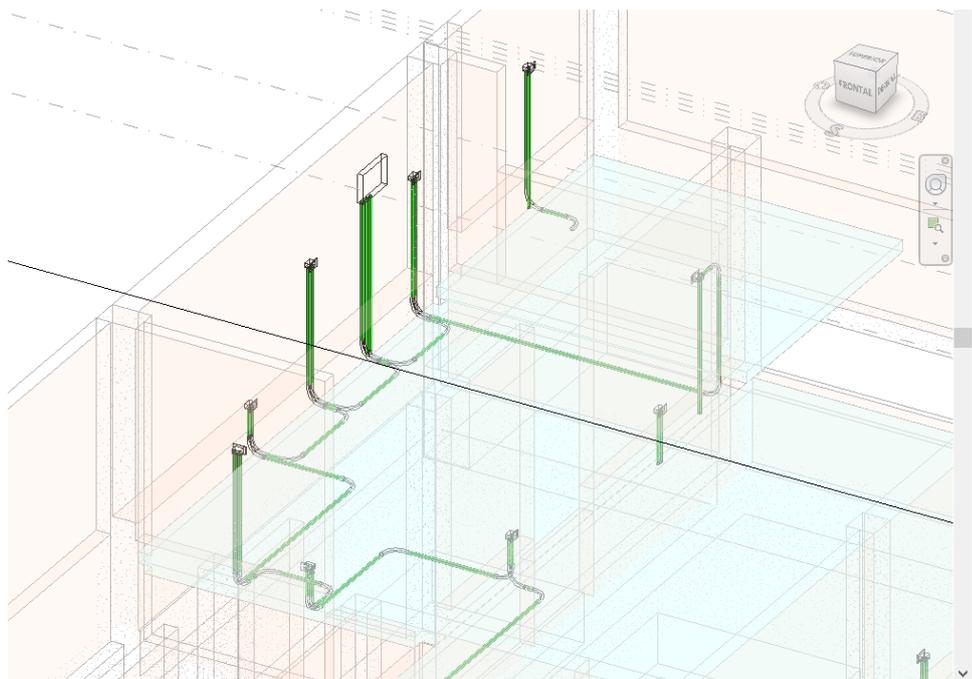
### **4.3.3. Modelado de instalaciones eléctricas**

Una vez definido el modelo estructural, haciendo uso de las herramientas de colaboración presentes en el programa, se tomó como referencia el mismo y se procedió a modelar las instalaciones eléctricas teniendo como premisa la precisión al momento de la introducción de datos de cada elemento, y siguiendo el filtro de colores establecidos en un inicio.



**Figura 74- Modelo Virtual de la especialidad de Instalaciones Eléctricas – Tablero y Tomacorrientes**

**Fuente: Los Autores.**



**Figura 75 - Modelo Virtual Isométrico de Instalaciones Eléctricas**

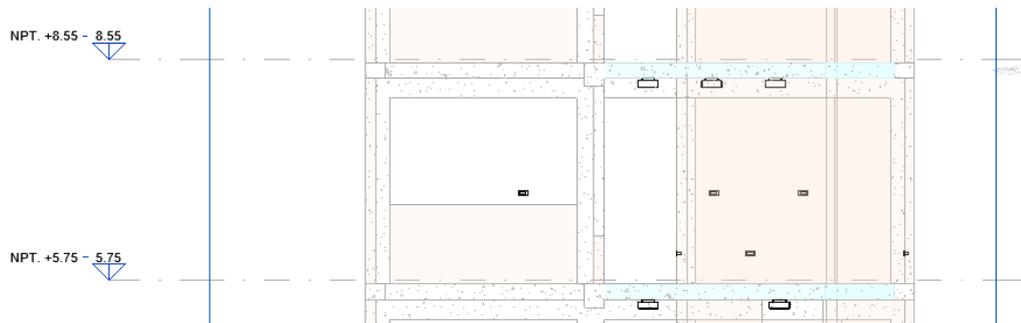
**Fuente: Los Autores.**

#### **4.3.4. Modelado de Arquitectura**

Una vez definido el modelo estructural y el modelo de las instalaciones, haciendo uso de las herramientas de colaboración presentes en el programa, se tomó como referencia todos. Además, se modeló la especialidad de arquitectura, en donde se especificaron los materiales de acabado de los pisos, las dimensiones y tipos de ventana, las mamparas y las puertas existentes, así como el tipo revestimiento mural en aquellos que

lo requerían. Es importante enfatizar que la precisión aquí se requiere en la codificación de puertas y ventanas, y en la precisión del tipo de acabado y la ubicación en el modelo.

#### 4.4. Detección de incompatibilidades



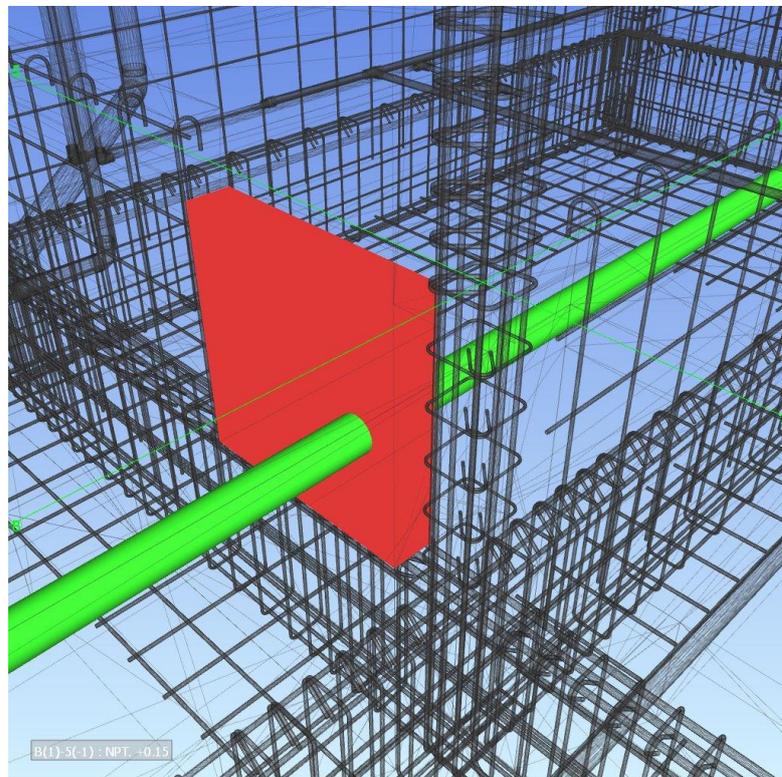
**Figura 76- Modelo Virtual de la especialidad de Instalaciones Eléctricas – Tablero y Tomacorrientes**

Fuente: Los Autores.

#### 4.5. Detección de interferencias

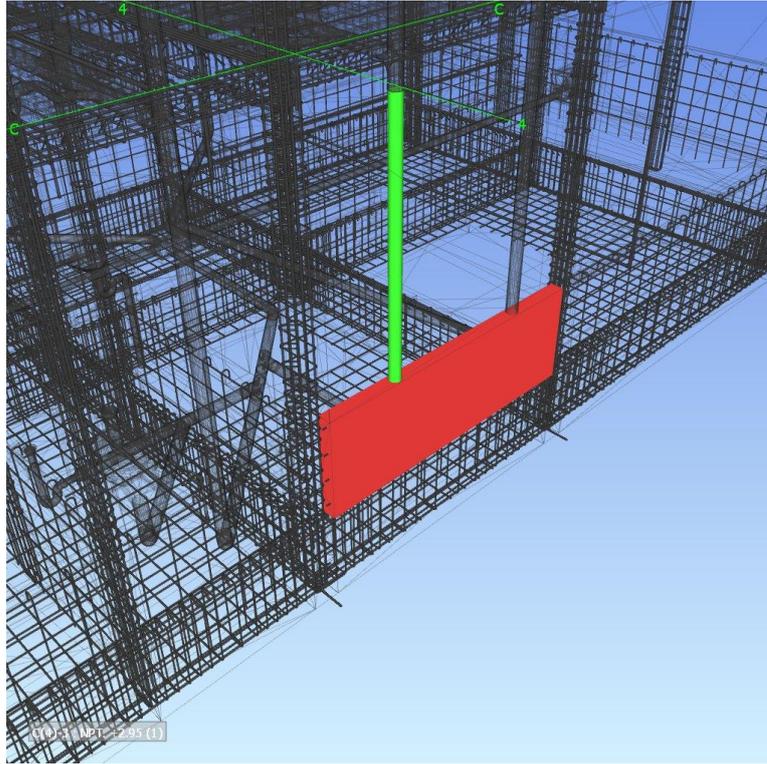
**Figura 77- Modelo Virtual de la especialidad de Instalaciones Eléctricas – Tablero y Tomacorrientes**

Fuente: Los Autores.

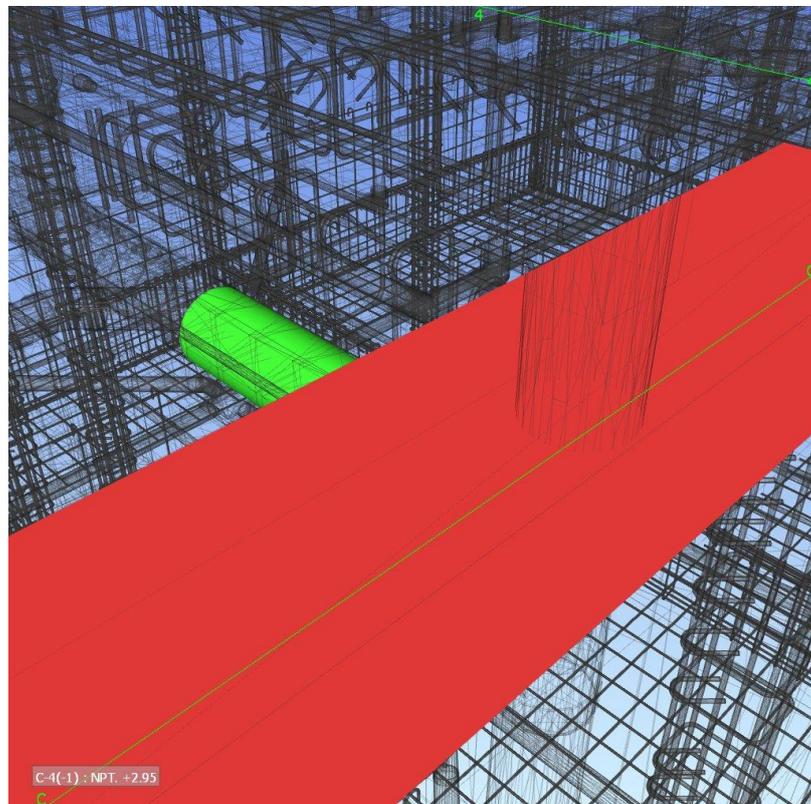


**Figura 78- Interferencia entre Sobrecimiento Armado y Tubería de desagüe**

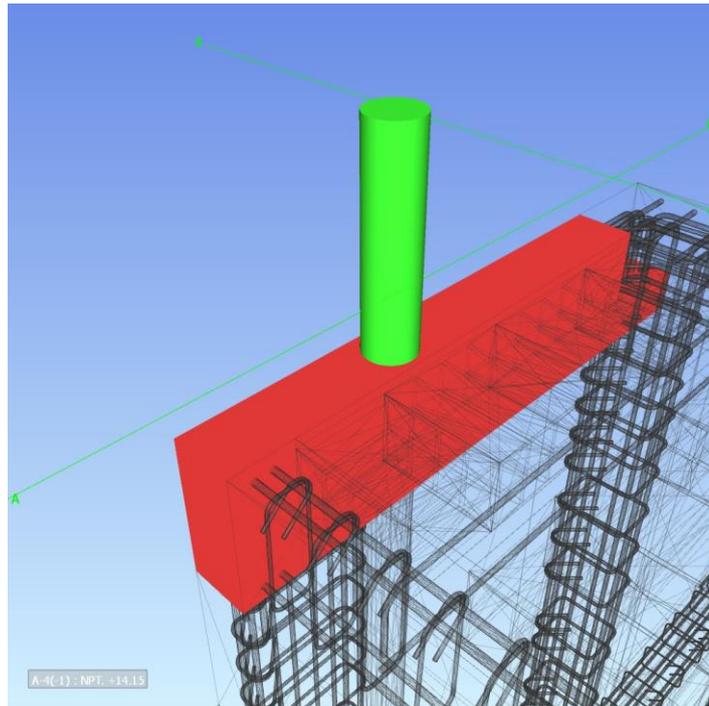
Fuente: Los Autores.



**Figura 79- Modelo Virtual de la especialidad de Instalaciones Eléctricas – Tablero y Tomacorrientes**  
**Fuente: Los Autores.**



**Figura 80- Interferencia entre colector de desagüe y viga**  
**Fuente: Los Autores.**



**Figura 81- Interferencia entre montante de desagüe y Viga**  
**Fuente: Los Autores.**

#### 4.6. Estimación de metrados

Tabla 8- Tabla de Planificación de Concreto en Cimiento Corrido

<b>E-07-Concreto en Cimiento Corrido</b>			
<b>Código</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Volumen</b>
<b>CC-1</b>	CC-1 (0.40 x 0.45)	5	3.26 m <sup>3</sup>
<b>CC-2</b>	CC-2 (0.40 x 0.45)	3	0.68 m <sup>3</sup>
<b>CC-3</b>	CC-3 (0.40 x 0.45)	2	0.78 m <sup>3</sup>
<b>Total General:</b>			<b>4.71 m<sup>3</sup></b>

Fuente: Los Autores.

Tabla 9- Tabla de Planificación de Solado en Cimiento

<b>E-08.1-Solado en Cimiento Corrido</b>			
<b>Código</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Solado en Cimiento</b>
<b>CC-1</b>	CC-1 (0.40 x 0.45)	5	7.234 m <sup>2</sup>
<b>CC-2</b>	CC-2 (0.40 x 0.45)	3	1.51 m <sup>2</sup>
<b>CC-3</b>	CC-3 (0.40 x 0.45)	2	1.73 m <sup>2</sup>
<b>Total general:</b>			<b>10.474 m<sup>2</sup></b>

Fuente: Los Autores.

Tabla 10- Tabla de Planificación de Solado en Vigas de Cimentación

<b>E-08.2-Solado en Vigas H=10 cm</b>		
<b>Marca de tipo</b>	<b>Recuento</b>	<b>Área de Cimentación en VC</b>
<b>VC-1</b>	5	4.41 m <sup>2</sup>
<b>VC-2</b>	1	1.63 m <sup>2</sup>
<b>VC-3</b>	3	1.53 m <sup>2</sup>
<b>VC-4</b>	2	1.56 m <sup>2</sup>
<b>VC-5</b>	2	1.55 m <sup>2</sup>
<b>VC-6</b>	4	3.84 m <sup>2</sup>
<b>VC-7</b>	5	3.66 m <sup>2</sup>
<b>Total general</b>		<b>18.19 m<sup>2</sup></b>

Fuente: Los Autores.

Tabla 11- Tabla de Planificación de Solado en Zapatas

<b>E-08.3-Solado Zapatas H=10 cm</b>		
<b>Código</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Área de Cimiento de Zapata</b>
<b>ZC-A-A</b>	1	12.19 m <sup>2</sup>
<b>ZC-B-B</b>	1	5.32 m <sup>2</sup>
<b>ZC-B-B</b>	1	0.67 m <sup>2</sup>
<b>ZC-C-C</b>	1	3.02 m <sup>2</sup>
<b>ZC-D-D</b>	1	13.04 m <sup>2</sup>
<b>ZC-E-E</b>	1	3.50 m <sup>2</sup>

ZC-F-F	1	2.52 m2
ZC-G-G	1	3.90 m2
ZC-H-H	1	6.77 m2
ZC-I-I	1	6.04 m2
ZC-J-J	1	0.64 m2
ZC-J-J	1	0.96 m2
ZC-J-J	1	0.79 m2
ZC-J-J	1	0.91 m2
ZC-K-K	1	0.58 m2
ZC-K-K	1	0.58 m2
ZC-L-L	1	2.05 m2
<b>Total general:</b>		<b>63.47 m2</b>

Fuente: Los Autores.

Tabla 12- Tabla de Planificación de Concreto en Sobrecimientos

<b>E-09-Concreto f'c=210 en Sobrecimientos</b>	
<b>Marca de tipo</b>	<b>Volumen</b>
S/C Simple e=0.13	0.35 m <sup>3</sup>
S/C Simple e=0.13	0.09 m <sup>3</sup>
S/C Simple e=0.13	0.09 m <sup>3</sup>
S/C Simple e=0.13	0.10 m <sup>3</sup>
S/C Simple e=0.13	0.08 m <sup>3</sup>
S/C Simple e=0.13	0.07 m <sup>3</sup>
S/C Simple e=0.13	0.20 m <sup>3</sup>
<b>Total general:</b>	<b>0.97 m<sup>3</sup></b>

Fuente: Los Autores.

Tabla 13- Tabla de Planificación de Concreto en Grada

<b>E-10-Gradas</b>	
<b>Tipo</b>	<b>Volumen</b>
<b>Grada Escalera 1</b>	<b>0.18 m<sup>3</sup></b>

Fuente: Los Autores.

Tabla 14- Tabla de Planificación de Concreto en Zapata

Fuente: Los Autores.

Tabla 15- Tabla de Planificación de Acero de Refuerzo en Zapatas

<b>E-12-ZAPATAS - ACERO DE REFUERZO FY=4200Kg/cm2</b>			
<b>Marca de anfitrión</b>	<b>Tipo</b>	<b>Longitud total de barra</b>	<b>Peso (Kg)</b>
<b>ZAP A-A</b>	$\emptyset$ 1/2"	111.85 m	111.18 Kg
<b>ZAP B-B</b>	$\emptyset$ 1/2"	71.04 m	70.62 Kg

<b>ZAP C-C</b>	$\emptyset$ 1/2"	42.67 m	42.42 Kg
<b>ZAP D-D</b>	$\emptyset$ 1/2"	140.07 m	139.22 Kg
<b>ZAP E-E</b>	$\emptyset$ 1/2"	56.84 m	56.49 Kg
<b>ZAP F-F</b>	$\emptyset$ 1/2"	12.00 m	11.93 Kg
<b>ZAP G-G</b>	$\emptyset$ 1/2"	36.71 m	36.49 Kg
<b>ZAP H-H</b>	$\emptyset$ 1/2"	58.08 m	57.73 Kg
<b>ZAP I-I</b>	$\emptyset$ 1/2"	88.06 m	87.53 Kg
<b>ZAP J-J</b>	$\emptyset$ 1/2"	42.10 m	41.85 Kg
<b>ZAP K-K</b>	$\emptyset$ 1/2"	16.60 m	16.50 Kg
<b>ZAP L-L</b>	$\emptyset$ 1/2"	18.86 m	18.74 Kg
<b>Total general:</b>		694.86 m	690.69 Kg

Fuente: Los Autores.

Tabla 16- Tabla de Planificación de Concreto en Vigas de Cimentación

<b>E-13-Concreto f'c=210 en Vigas de Cimentación</b>	
<b>Marca</b>	<b>Volumen</b>
<b>VC1</b>	3.75 m <sup>3</sup>
<b>VC2</b>	1.39 m <sup>3</sup>
<b>VC3</b>	1.30 m <sup>3</sup>
<b>VC4</b>	1.33 m <sup>3</sup>
<b>VC5</b>	1.32 m <sup>3</sup>
<b>VC6</b>	3.27 m <sup>3</sup>
<b>VC7</b>	3.11 m <sup>3</sup>
<b>Total general</b>	15.46 m <sup>3</sup>

Fuente: Los Autores.

Tabla 17- Tabla de Planificación de Acero de Refuerzo en Vigas de Cimentación

<b>E-15-VIGAS CIMENTACIÓN - ACERO DE REFUERZO</b>			
<b>FY=4200Kg/cm2</b>			
<b>Código</b>	<b>Tipo</b>	<b>Longitud total de barra</b>	<b>Peso</b>
VC1	Ø 1/2"	114.48 m	113.79 Kg
VC1	Ø 3/8"	306.49 m	171.63 Kg
VC2	Ø 1/2"	14.26 m	14.18 Kg
VC2	Ø 3/4"	21.89 m	45.99 Kg
VC2	Ø 3/8"	84.02 m	47.05 Kg
VC2	Ø 5/8"	7.24 m	11.24 Kg
VC3	Ø 1/2"	21.40 m	21.27 Kg
VC3	Ø 3/8"	95.48 m	53.47 Kg
VC3	Ø 5/8"	21.64 m	33.58 Kg
VC4	Ø 1/2"	21.38 m	21.25 Kg
VC4	Ø 3/4"	21.90 m	46.02 Kg
VC4	Ø 3/8"	98.72 m	55.28 Kg
VC5	Ø 1/2"	21.38 m	21.25 Kg
VC5	Ø 3/4"	21.90 m	46.02 Kg
VC5	Ø 3/8"	84.02 m	47.05 Kg
VC6	Ø 1/2"	48.62 m	48.33 Kg
VC6	Ø 3/4"	32.76 m	68.82 Kg
VC6	Ø 3/8"	353.61 m	198.02 Kg
VC6	Ø 5/8"	16.28 m	25.26 Kg
VC7	Ø 1/2"	71.00 m	70.58 Kg
VC7	Ø 3/8"	226.48 m	126.83 Kg
VC7	Ø 5/8"	32.59 m	50.58 Kg
<b>Total general:</b>		1737.57 m	1337.52 Kg

Fuente: Los Autores.

Tabla 18- Tabla de Planificación de Concreto en Sobrecimientos Armados

<b>E-16-Concreto f'c=210 en Sobrecimientos Armados</b>	
<b>Marca</b>	<b>Volumen</b>
S/C Armado e=0.13	8.45 m <sup>3</sup>
S/C Armado e=0.23	2.53 m <sup>3</sup>
<b>Total general:</b>	10.98 m <sup>3</sup>

Fuente: Los Autores.

Tabla 19- Tabla de Planificación de Acero en Sobrecimiento Armado

<b>E-18-Sobrecimiento Armado - ACERO DE REFUERZO FY=4200Kg/cm2</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Longitud total de barra</b>	<b>Peso</b>
Ø 3/8"	780.77 m	437.23 Kg
<b>Total general:</b>	780.77 m	437.23 Kg

Fuente: Los Autores.

**Tabla 20- Tabla de Planificación de Concreto en Columnas**

<b>E-19-Concreto f'c=210 en Columnas</b>		
<b>Código</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Volumen</b>
<b>C-1</b>	29	4.87 m <sup>3</sup>
<b>C-2</b>	21	4.22 m <sup>3</sup>
<b>C-3</b>	4	0.57 m <sup>3</sup>
<b>C-4</b>	10	2.34 m <sup>3</sup>
<b>C-5</b>	29	4.40 m <sup>3</sup>
<b>C-6</b>	5	0.20 m <sup>3</sup>
<b>Total general</b>	<b>98</b>	<b>16.60 m<sup>3</sup></b>

Fuente: Los Autores.

**Tabla 21- Tabla de Planificación de Acero de Refuerzo en Columnas**

<b>E-21-COLUMNAS - ACERO DE REFUERZO FY=4200Kg/cm2</b>			
<b>Marca de anfitrión</b>	<b>Tipo</b>	<b>Longitud total de barra</b>	<b>Peso</b>
<b>C1</b>	Ø 1/2"	547.58 m	544.30 Kg
<b>C1</b>	Ø 1/4"	24.95 m	5.54 Kg
<b>C1</b>	Ø 3/8"	523.72 m	293.28 Kg
<b>C1</b>	Ø 5/8"	187.02 m	290.25 Kg
<b>C2</b>	Ø 1/2"	407.51 m	405.07 Kg
<b>C2</b>	Ø 1/4"	23.29 m	5.17 Kg
<b>C2</b>	Ø 3/8"	433.81 m	242.94 Kg
<b>C2</b>	Ø 5/8"	136.68 m	212.13 Kg
<b>C3</b>	Ø 1/2"	78.12 m	77.65 Kg
<b>C3</b>	Ø 1/4"	3.91 m	0.87 Kg
<b>C3</b>	Ø 3/8"	57.73 m	32.33 Kg
<b>C3</b>	Ø 5/8"	26.63 m	41.33 Kg
<b>C4</b>	Ø 1/2"	190.08 m	188.94 Kg
<b>C4</b>	Ø 1/4"	10.32 m	2.29 Kg
<b>C4</b>	Ø 3/8"	224.56 m	125.75 Kg
<b>C4</b>	Ø 5/8"	63.67 m	98.82 Kg
<b>C5</b>	Ø 1/2"	481.29 m	478.41 Kg
<b>C5</b>	Ø 1/4"	630.03 m	139.87 Kg
<b>C5</b>	Ø 3/8"	474.00 m	265.44 Kg
<b>C6</b>	Ø 1/4"	24.35 m	5.41 Kg
<b>C6</b>	Ø 3/8"	29.12 m	16.31 Kg
<b>Total general:</b>		<b>4578.39 m</b>	<b>3472.09 Kg</b>

Fuente: Los Autores.

**Tabla 22- Tabla de Planificación de Concreto en Vigas**

<b>E-22-Concreto f'c=210 en Vigas</b>			
<b>Marca</b>	<b>Recuento</b>	<b>Nivel de referencia</b>	<b>Volumen</b>
<b>V-101</b>	1	NFP. +2.90	0.53 m <sup>3</sup>
<b>V-102</b>	1	NFP. +2.90	0.78 m <sup>3</sup>
<b>V-103</b>	3	NFP. +2.90	0.60 m <sup>3</sup>
<b>V-104</b>	2	NFP. +2.90	0.52 m <sup>3</sup>

<b>V-105</b>	2	NFP. +2.90	0.69 m <sup>3</sup>
<b>V-106</b>	9	NFP. +2.90	1.48 m <sup>3</sup>
<b>V-107</b>	8	NFP. +2.90	0.82 m <sup>3</sup>
<b>V-108</b>	3	NFP. +2.90	0.80 m <sup>3</sup>
<b>VA-01</b>	1	NFP. +2.90	0.20 m <sup>3</sup>
<b>VA-03</b>	1	NFP. +2.90	0.18 m <sup>3</sup>
<b>VS-01</b>	2	NFP. +2.90	0.04 m <sup>3</sup>
<b>V-201</b>	1	NFP. +5.70	0.53 m <sup>3</sup>
<b>V-202</b>	1	NFP. +5.70	0.78 m <sup>3</sup>
<b>V-203</b>	3	NFP. +5.70	0.78 m <sup>3</sup>
<b>V-204</b>	2	NFP. +5.70	0.52 m <sup>3</sup>
<b>V-205</b>	2	NFP. +5.70	0.69 m <sup>3</sup>
<b>V-206</b>	9	NFP. +5.70	1.48 m <sup>3</sup>
<b>V-208</b>	3	NFP. +5.70	0.80 m <sup>3</sup>
<b>VA-01</b>	1	NFP. +5.70	0.20 m <sup>3</sup>
<b>VA-03</b>	1	NFP. +5.70	0.18 m <sup>3</sup>
<b>VE-1</b>	3	NFP. +5.70	0.11 m <sup>3</sup>
<b>VS-01</b>	5	NFP. +5.70	0.11 m <sup>3</sup>
<b>V-301</b>	1	NFP. +8.50	0.53 m <sup>3</sup>
<b>V-302</b>	1	NFP. +8.50	0.78 m <sup>3</sup>
<b>V-303</b>	3	NFP. +8.50	0.78 m <sup>3</sup>
<b>V-304</b>	2	NFP. +8.50	0.52 m <sup>3</sup>
<b>V-305</b>	2	NFP. +8.50	0.69 m <sup>3</sup>
<b>V-306</b>	9	NFP. +8.50	1.48 m <sup>3</sup>
<b>V-308</b>	3	NFP. +8.50	0.80 m <sup>3</sup>
<b>VA-01</b>	1	NFP. +8.50	0.20 m <sup>3</sup>
<b>VA-03</b>	1	NFP. +8.50	0.18 m <sup>3</sup>
<b>VE-2</b>	3	NFP. +8.50	0.11 m <sup>3</sup>
<b>VS-01</b>	5	NFP. +8.50	0.11 m <sup>3</sup>
<b>V-401</b>	1	NFP. +11.30	0.53 m <sup>3</sup>
<b>V-402</b>	1	NFP. +11.30	0.78 m <sup>3</sup>
<b>V-403</b>	3	NFP. +11.30	0.60 m <sup>3</sup>
<b>V-404</b>	2	NFP. +11.30	0.52 m <sup>3</sup>
<b>V-405</b>	2	NFP. +11.30	0.69 m <sup>3</sup>
<b>V-406</b>	9	NFP. +11.30	1.48 m <sup>3</sup>
<b>V-408</b>	3	NFP. +11.30	0.80 m <sup>3</sup>
<b>VA-01</b>	1	NFP. +11.30	0.20 m <sup>3</sup>
<b>VA-03</b>	1	NFP. +11.30	0.18 m <sup>3</sup>
<b>VE-3</b>	3	NFP. +11.30	0.11 m <sup>3</sup>
<b>VS-01</b>	5	NFP. +11.30	0.11 m <sup>3</sup>
<b>V-501</b>	1	NFP. +14.10	0.12 m <sup>3</sup>
<b>V-502</b>	1	NFP. +14.10	0.12 m <sup>3</sup>
<b>V-503</b>	1	NFP. +14.10	0.15 m <sup>3</sup>
<b>V-504</b>	3	NFP. +14.10	0.34 m <sup>3</sup>
<b>V-505</b>	2	NFP. +14.10	0.33 m <sup>3</sup>
<b>V-506</b>	2	NFP. +14.10	0.09 m <sup>3</sup>

V-507	1	NFP. +14.10	0.11 m <sup>3</sup>
V-508	2	NFP. +14.10	0.11 m <sup>3</sup>
V-509	1	NFP. +14.10	0.11 m <sup>3</sup>
V-510	3	NFP. +14.10	0.26 m <sup>3</sup>
VA-01	2	NFP. +14.10	0.40 m <sup>3</sup>
VE	6	NFP. +14.10	0.22 m <sup>3</sup>
<b>Total general</b>			<b>27.37 m<sup>3</sup></b>

Fuente: Los Autores.

Tabla 23- Tabla de Planificación de Concreto en Losas Aligeradas

E-25-Concreto f'c=210 en Losa Aligerada		
Tipo	Nivel	Volumen
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +2.90	1.45 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +2.90	0.40 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +2.90	0.93 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +2.90	0.98 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +2.90	1.43 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +2.90	0.78 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +5.70	1.45 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +5.70	0.86 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +5.70	0.98 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +5.70	1.43 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +5.70	0.72 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +5.70	0.55 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +5.70	0.36 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +8.50	1.45 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +8.50	0.98 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +8.50	1.43 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +8.50	0.72 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +8.50	0.55 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +8.50	0.36 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +8.50	0.86 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +11.30	1.45 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +11.30	0.98 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +11.30	1.43 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +11.30	0.72 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +11.30	0.36 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +11.30	0.55 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +11.30	0.86 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +14.10	0.23 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +14.10	0.31 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +14.10	0.47 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +14.10	0.64 m <sup>3</sup>
Losa Aligerada e=0.20 m.	NFP. +14.10	0.70 m <sup>3</sup>
<b>Total general:</b>		<b>27.38 m<sup>3</sup></b>

Fuente: Los Autores.

Tabla 24- Tabla de Planificación de Encofrado y Desencofrado en Losas Aligeradas

Fuente: Los Autores.

#### 4.7. Análisis de datos

Para realizar el estudio de los datos obtenidos, se emplearon fichas de observación que fueron validadas por expertos mediante su criterio:

##### 4.7.1. Ficha de Observación de Tiempo de elaboración de entregables

FICHA DE OBSERVACIÓN					
PROYECTO					
NIVELES					
AREA TERRENO					
AREA PROYECTADA					
FECHA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	TIEMPO ORIGINAL EN DIAS	TIEMPO APLICANDO TECNOLOGÍAS BIM EN DIAS	VARIACIÓN EN DIAS	VARIACIÓN EN PORCENTAJE
COD ESP	DESCRIPCIÓN	1 días	1 días	0 días	0%
COD ESP		1 días	1 días	0 días	0%
COD ESP		1 días	1 días	0 días	0%
TOTALS		3 días	3 días	0 días	0%

Figura 82- Ficha de Observación n° 1

Fuente: Los Autores.

##### 4.7.2. Ficha de Observación de cuantificación

FICHA DE OBSERVACIÓN				
PROYECTO		_____		
NIVELES		_____		
AREA TERRENO		_____		
AREA PROYECTADA		_____		
FECHA		_____		
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO APLICANDO METODO TRADICIONAL	METRADO APLICANDO TECNOLOGÍA BIM
ESTRUCTURAS	Concreto en Zapatas	m3	.....	.....
CE-02				
CE-03				
CE-04				
CE-05				
CE-06				
CE-07				
CE-08				
CE-09				
CE-10				
CE-11				
CE-12				

Figura 83- Ficha de Observación n° 2

Fuente: Los Autores.

#### 4.7.1. Ficha de Observación de Detección de Conflictos

FICHA DE OBSERVACIÓN					
PROYECTO		VIVIENDA NORMA DIAZ MEDINA			
FECHA		12/06/2021			
ITEM	PARTIDA	N° de veces	TIPO	DESCRIPCIÓN	MÉTODO DE DETECCIÓN
EST-01	SOBRECIMIENTO ARMADO	28	INTERFERENCIA	La tubería de desagüe atraviesa al sobrecimiento armado	Revit

Figura 84- Ficha de Observación n° 3

Fuente: Los Autores.

## CAPÍTULO V. RESULTADOS

### **5.1. Determinar el tiempo de elaboración de entregables de cada especialidad**

Los documentos de construcción son el núcleo de la fase de diseño de un proyecto, estos se obtienen después de haber realizado el cálculo correspondiente en base a normativas y parámetros de diseño, para una posterior coordinación entre las especialidades.

En el proyecto de Vivienda Multifamiliar Diaz Medina, los proyectistas de la empresa Visalorte SAC, elaboraron los planos utilizando el software de dibujo Autocad, siguiendo una metodología de trabajo tradicional, estableciendo ellos mismos el tiempo de elaboración y recursos utilizados.

Por otra parte, la tecnología BIM, y en particular el software Revit, brinda una gran ventaja al momento de la elaboración de planos, dado que se produce la integración entre las disciplinas implicadas en un modelo constantemente actualizado de donde se puede obtener un reporte de análisis de conflictos, una cuantificación más precisa y, por ende, planos que pueden ser obtenidos al instante, aumentando la eficiencia, dada la menor utilización de recursos y tiempos de trabajo.

Se puede establecer desde ya que, en la primera etapa de la fase de diseño de las disciplinas involucradas, la aplicación de tecnologías BIM no aportan en absoluto al desarrollo de esta etapa, dado que esta etapa tiene como base el criterio del proyectista para obtener la mejor solución acorde con el proyecto.

En el desarrollo de la especialidad de arquitectura, se optimiza el tiempo de elaboración en un 32 %.

Tabla 25- Ficha de Observación N° 01 de Tiempo de elaboración de entregables correspondiente a la especialidad de arquitectura.

PROYECTO		VIVIENDA NORMA DIAZ MEDINA			
ESPECIALIDAD		ARQUITECTURA			
FECHA		05/06/2021			
ITEM	DESCRIPCIÓN	TIEMPO APLICANDO METODOLOGÍA TRADICIONAL	TIEMPO APLICANDO TECNOLOGÍAS BIM	VARIACIÓN EN DÍAS	VARIACIÓN EN PORCENTAJE
ARQ	Diseño Esquemático	14 días	14 días	0 días	0%
ARQ	Desarrollo del diseño	10 días	8 días	2 días	20%
ARQ	Obtención de Plano	14 días	4 días	10 días	71%
<b>TIEMPO TOTAL</b>		38 días	26 días	12 días	32%

Fuente: Los Autores.

Donde:

$$\text{Var}(\%) = \frac{\text{Variación en días}}{\text{Tiempo aplicando Metodología Tradicional}}$$

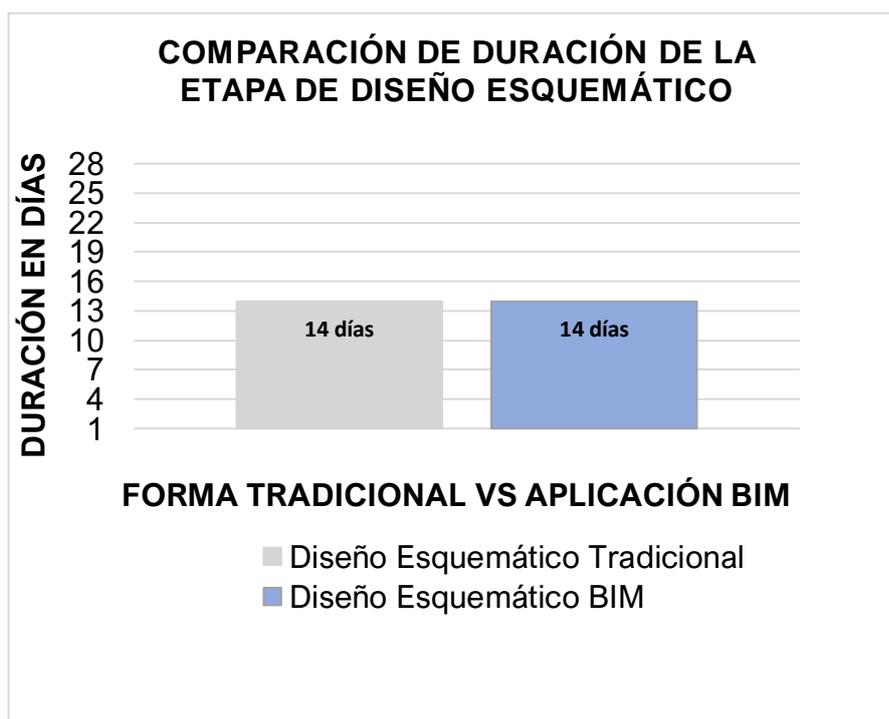
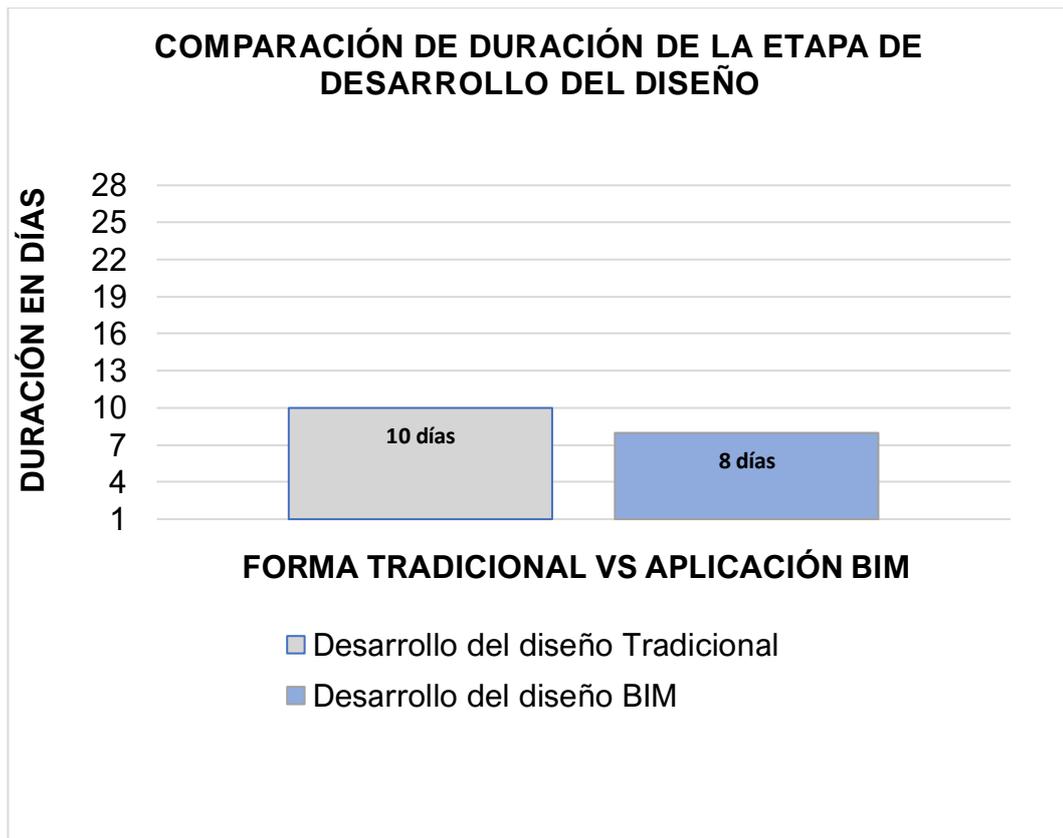
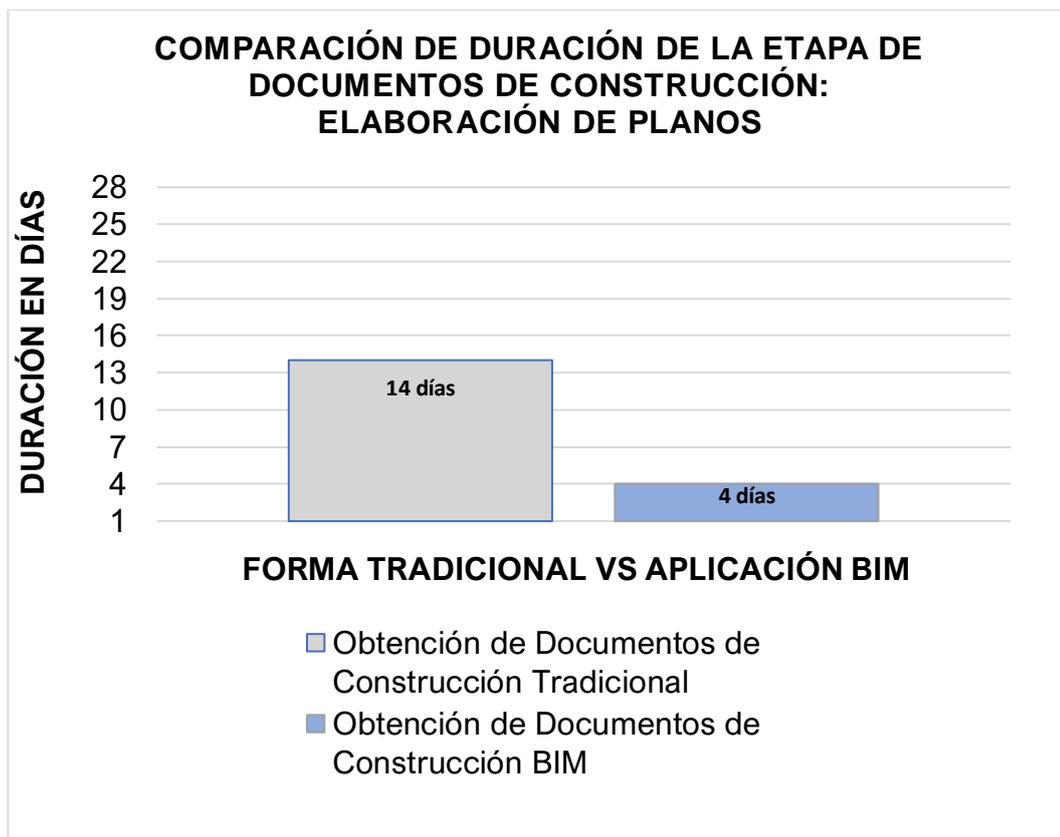


Figura 85 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de diseño esquemático de la especialidad Arquitectura

Fuente: Los Autores.



**Figura 86 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de desarrollo del diseño de la especialidad Arquitectura**  
**Fuente: Los Autores.**



**Figura 87 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de documentos construcción: elaboración de planos de la especialidad Arquitectura**  
Fuente: Los Autores.

**Tabla 26- Ficha de Observación N° 01 de Tiempo de elaboración de entregables correspondiente a la especialidad de estructuras.**

FICHA DE OBSERVACIÓN DE TIEMPO DE ELABORACIÓN DE ENTREGABLES					
PROYECTO		VIVIENDA NORMA DIAZ MEDINA			
ESPECIALIDAD		ESTRUCTURAS			
FECHA		05/06/2021			
ITEM	DESCRIPCIÓN	TIEMPO APLICANDO METODOLOGÍA TRADICIONAL	TIEMPO APLICANDO TECNOLOGÍAS BIM	VARIACIÓN EN DÍAS	VARIACIÓN EN PORCENTAJE
EST	Diseño Esquemático	7 días	7 días	0 días	0%
EST	Desarrollo del diseño	21 días	14 días	7 días	33%
EST	Obtención de Planos	21 días	10 días	11 días	52%
<b>TOTALES</b>		<b>49 días</b>	<b>31 días</b>	<b>18 días</b>	<b>37%</b>

Fuente: Los Autores.

Donde:

$$\text{Var}(\%) = \frac{\text{Variación en días}}{\text{Tiempo aplicando Metodología Tradicional}}$$

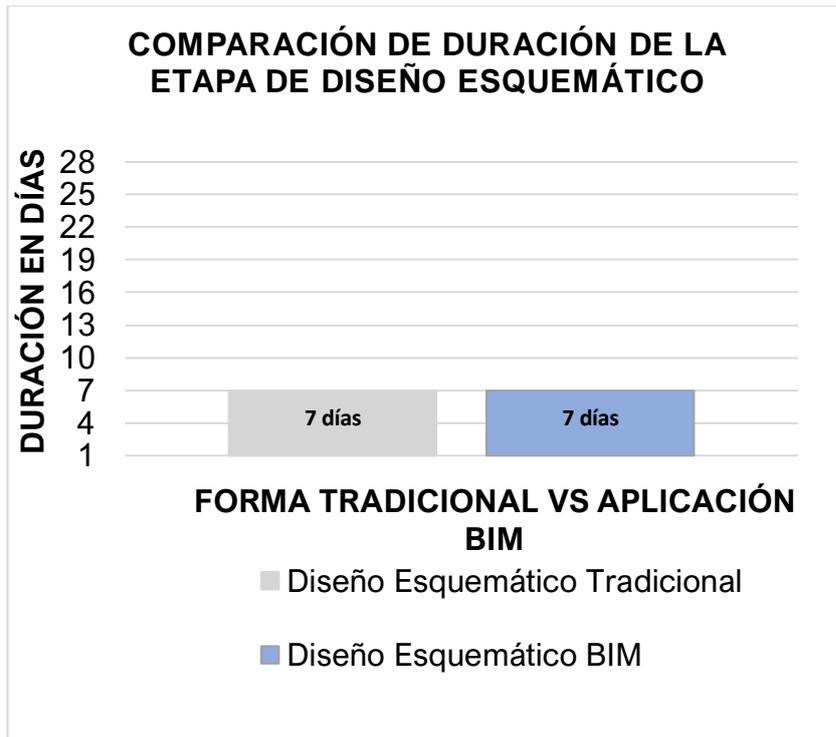


Figura 88 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de diseño esquemático de la especialidad Estructura

Fuente: Los Autores.

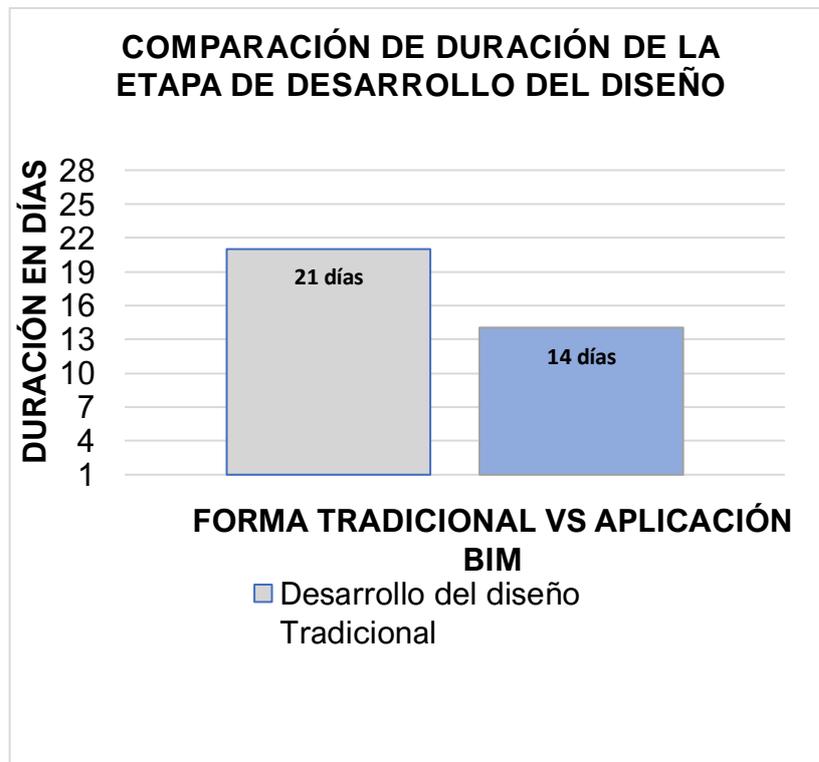
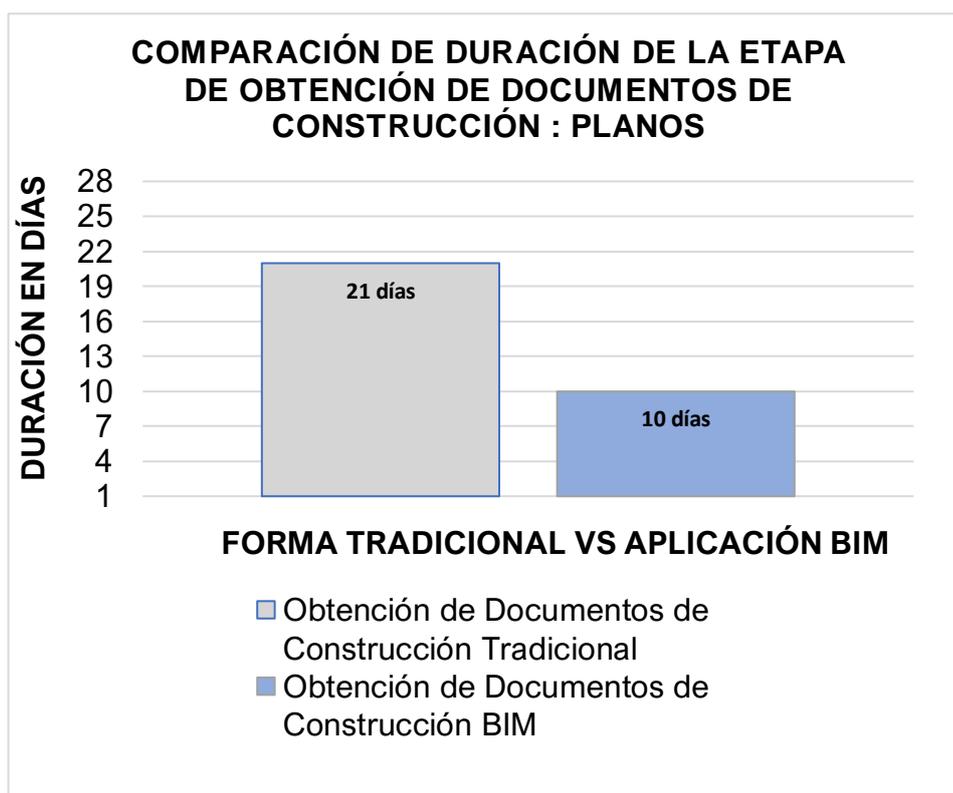


Figura 89 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de desarrollo del diseño de la especialidad Estructura

Fuente: Los Autores.



**Figura 90 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de documentos construcción: elaboración de planos de la especialidad Estructuras**

Fuente: Los Autores.

En la especialidad de instalaciones sanitarias se optimiza en un 40% el tiempo de elaboración de entregables.

**Tabla 27- Ficha de Observación N° 01 de Tiempo de elaboración de entregables correspondiente a la especialidad de Instalaciones Sanitarias.**

ITEM	DESCRIPCIÓN	TIEMPO APLICANDO METODOLOGÍA TRADICIONAL	TIEMPO APLICANDO TECNOLOGÍAS BIM	VARIACIÓN EN DÍAS	VARIACIÓN EN PORCENTAJE
II.SS	Diseño Esquemático	7 días	7 días	0 días	0%
II.SS	Desarrollo del diseño	14 días	7 días	7 días	50%
II.SS	Obtención de Planos	14 días	7 días	7 días	50%
<b>TOTALES</b>		<b>35 días</b>	<b>21 días</b>	<b>14 días</b>	<b>40%</b>

Fuente: Los Autores.

Donde:

$$\text{Var}(\%) = \frac{\text{Variación en días}}{\text{Tiempo aplicando Metodología Tradicional}}$$

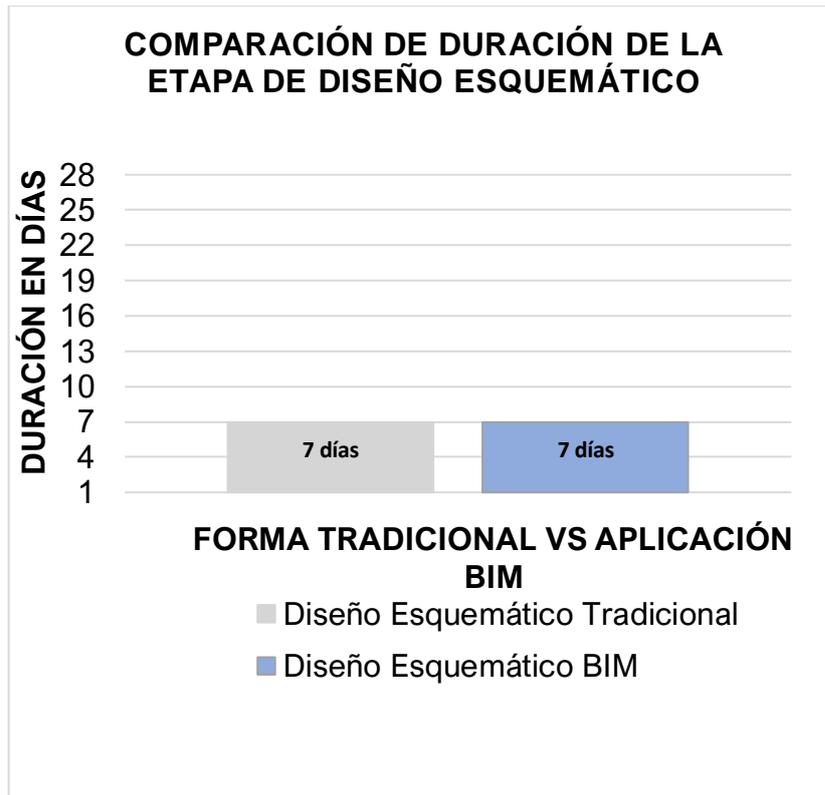


Figura 91 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de diseño esquemático de la especialidad Instalaciones Sanitarias

Fuente: Los Autores.

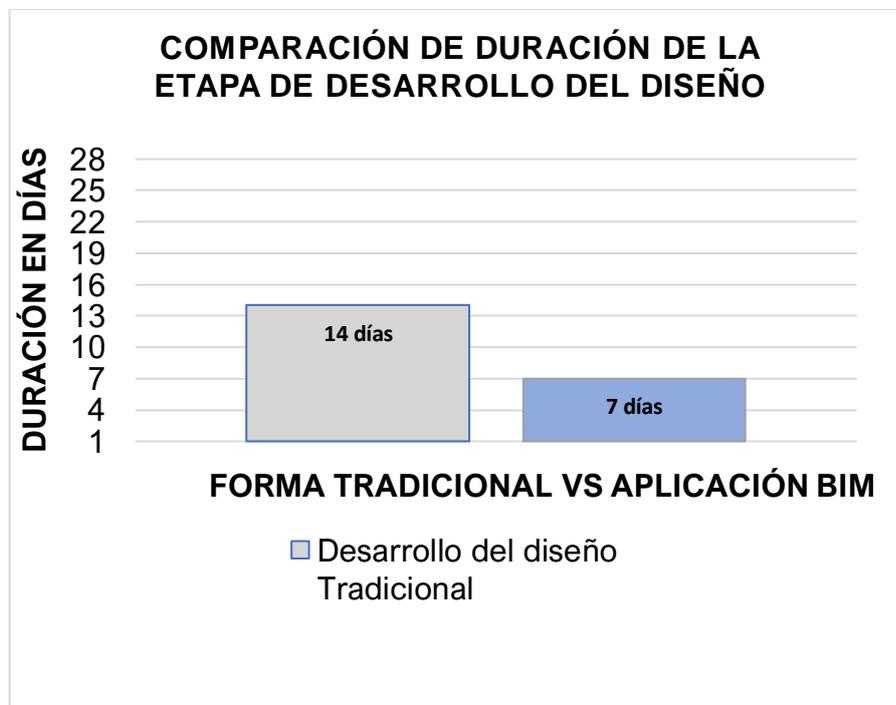
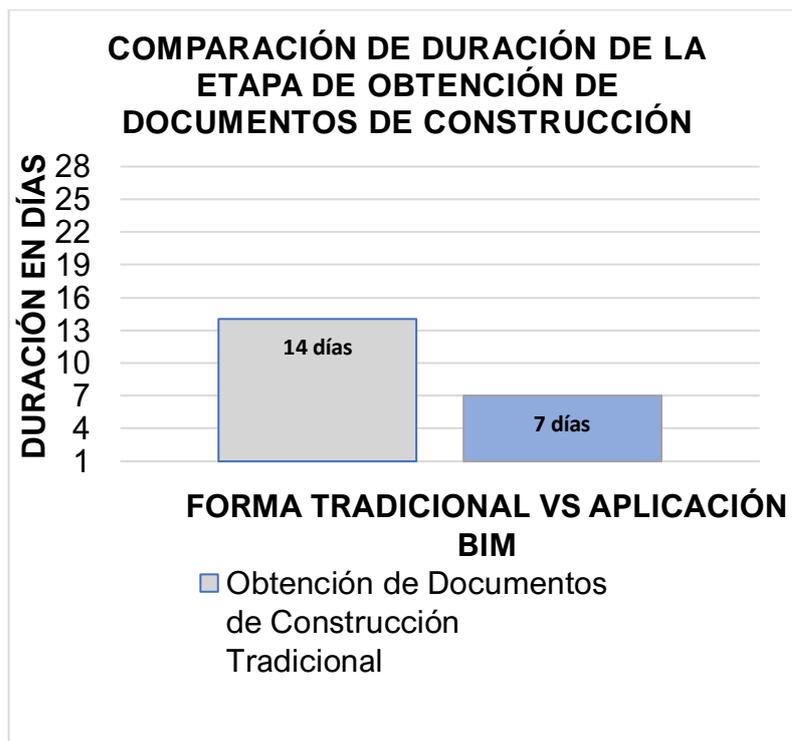


Figura 92 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de desarrollo del diseño de la especialidad de Instalaciones Sanitarias.

Fuente: Los Autores.



**Figura 93 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de documentos construcción: elaboración de planos de la especialidad Instalaciones Sanitarias**  
Fuente: Los Autores.

**Tabla 28- Ficha de Observación N° 01 de Tiempo de elaboración de entregables correspondiente a la especialidad de Instalaciones Eléctricas.**

<b>FICHA DE OBSERVACIÓN DE TIEMPO DE ELABORACIÓN DE ENTREGABLES</b>					
<b>PROYECTO</b>		VIVIENDA NORMA DIAZ MEDINA			
<b>ESPECIALIDAD</b>		INSTALACIONES ELÉCTRICAS			
<b>FECHA</b>		05/06/2021			
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO APLICANDO METODOLOGÍA TRADICIONAL</b>	<b>TIEMPO APLICANDO TECNOLOGÍAS BIM</b>	<b>VARIACIÓN EN DÍAS</b>	<b>VARIACIÓN EN PORCENTAJE</b>
II.EE	Diseño Esquemático	7 días	7 días	0 días	0%
II.EE	Desarrollo del diseño	14 días	7 días	7 días	50%
II.EE	Obtención de Documentos de Construcción	14 días	7 días	7 días	50%
<b>TOTALES</b>		<b>35 días</b>	<b>21 días</b>	<b>14 días</b>	<b>40%</b>

Fuente: Los Autores.

Donde:

$$\text{Var}(\%) = \frac{\text{Variación en días}}{\text{Tiempo aplicando Metodología Tradicional}}$$

En la especialidad de instalaciones eléctricas, se optimiza en un 40 % el tiempo de elaboración de entregables

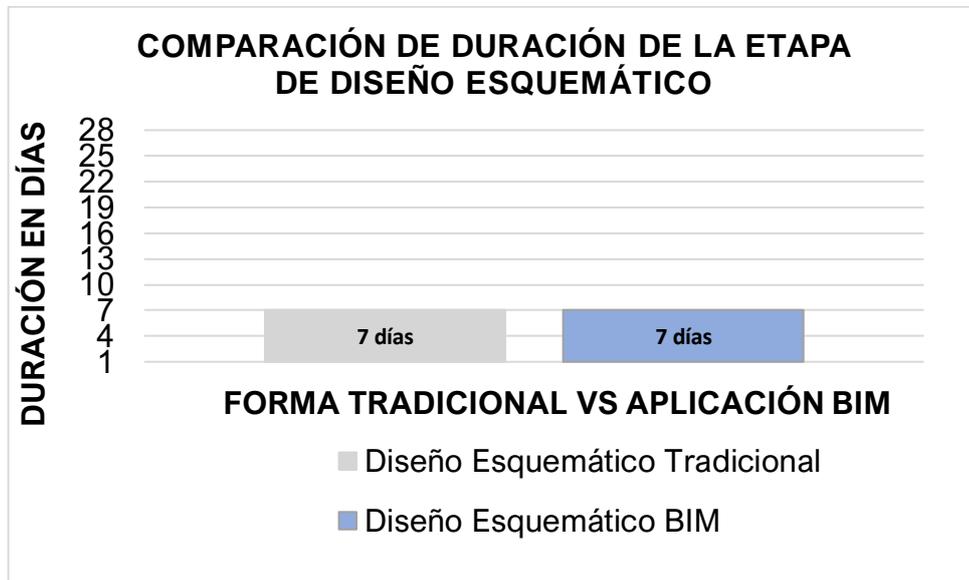


Figura 94 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de diseño esquemático construcción: elaboración de planos de la especialidad Instalaciones Eléctricas  
Fuente: Los Autores.

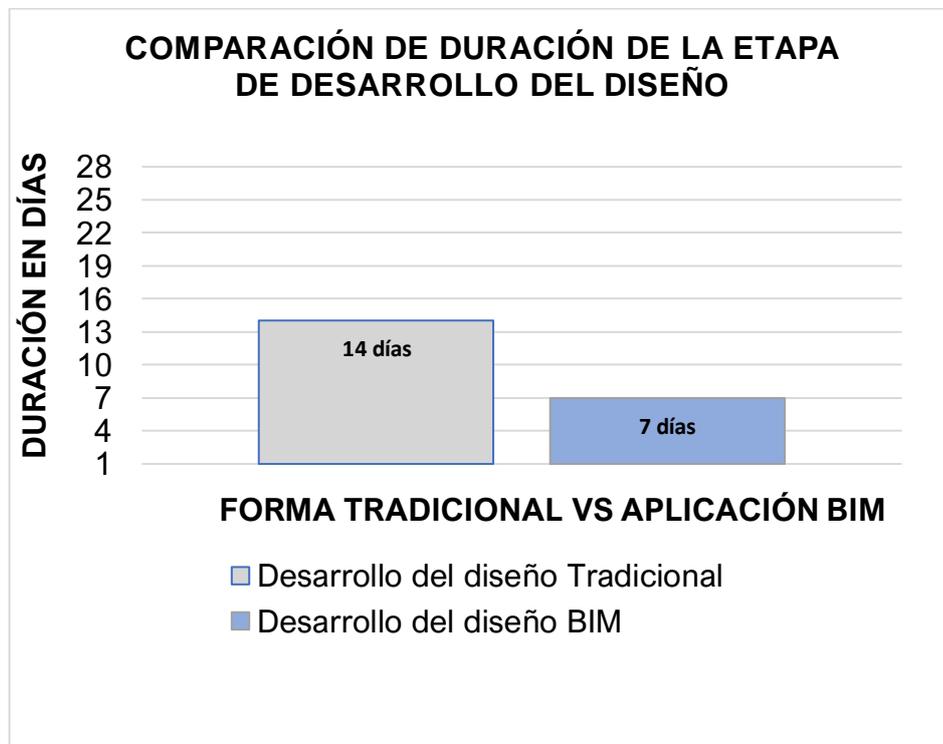
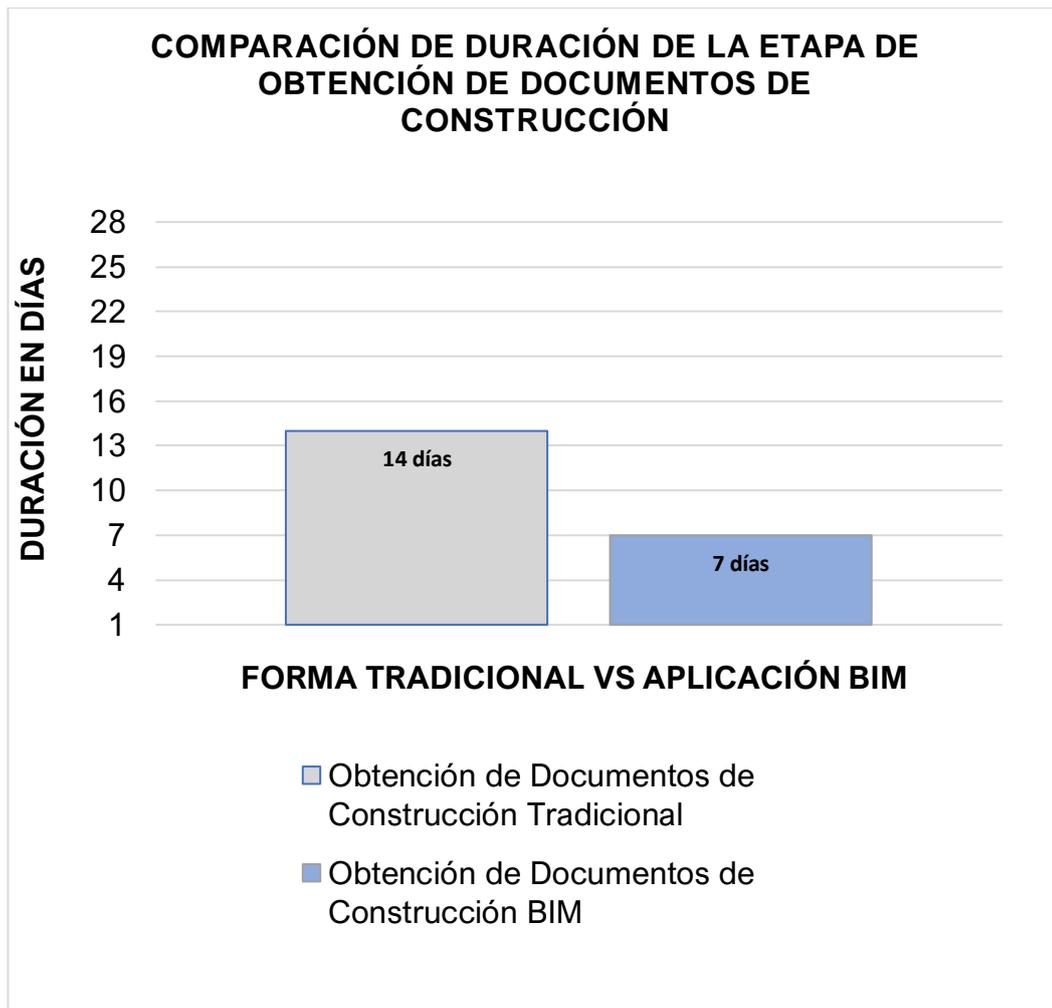


Figura 95 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de desarrollo del diseño de la especialidad de Instalaciones Eléctricas.  
Fuente: Los Autores.



**Figura 96 - Grafico Comparativo de duración en la etapa de documentos construcción: elaboración de planos de la especialidad Instalaciones Eléctricas**

Fuente: Los Autores.

En base a estos resultados sacamos un promedio, asumiendo que la elaboración se realiza de manera lineal, de la siguiente manera:

$$TEB = \frac{T1 + T2 + T3 + T4}{4}$$

$$TEB = \frac{32\% + 37\% + 40\% + 40\%}{4} = 37\%$$

Donde: T1, T2, T3, T4 es la variación en el tiempo de elaboración de entregables de cada especialidad y TEB es el tiempo que se optimiza en la elaboración de entregables utilizando tecnologías BIM .

## 5.2. Realizar el metrado del proyecto aplicando tecnologías BIM

En el siguiente diagrama, algunas partidas evaluadas, donde la diferencia es evidente del metrado obtenido por tecnologías BIM en contraste al metrado elaborado de manera tradicional, la exactitud en los metrados proporciona una gestión más eficiente de los gastos en la fase posterior.

FICHA DE OBSERVACIÓN DE CUANTIFICACIÓN						
PROYECTO			VIVIENDA NORMA DIAZ MEDINA			
FECHA			05/06/2021			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO ORIGINAL	METRADO APLICANDO TECNOLOGÍA BIM	VARIACIÓN EN CANTIDAD	VARIACIÓN EN CANTIDAD
E-07	CIMENTOS CORRIDOS	M3	3.47	4.71	-1.24	36%
E-10	GRADAS	M3	0.9	0.18	0.72	80%
E-14	VIGAS DE CIMENTACION - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	55.18	72.61	-17.43	32%
E-17	SOBRECIMIENTO REFORZADO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	10.58	166.38	-155.8	1473%
E-18	SOBRECIMIENTO REFORZADO - ACERO DE REFUERZO FY=4200Kg/cm2	KG	655.73	446.18	209.55	32%
E-24	VIGAS - ACERO DE REFUERZO FY=4200Kg/cm2	KG	4675.17	3225.46	1449.71	31%
E-28	LOSA ALIGERADA - ACERO DE REFUERZO FY=4200Kg/cm2	KG	2568.95	1448.56	1120.39	44%
E-29	PLACA - CONCRETO 210Kg/cm2	M3	3.63	2.38	1.25	34%
E-31	PLACA - ACERO DE REFUERZO FY=4200Kg/cm2	KG	821.52	403.59	417.93	51%
E-37	ESCALERA - ACERO DE REFUERZO FY=4200Kg/cm2	KG	764.83	569.04	195.79	26%

**Figura 97 – Ficha de Observación de cuantificación de Partidas de la especialidad estructuras.**

Fuente: Los Autores.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO ORIGINAL	METRADO APLICANDO TECNOLOGÍA A BIM	VARIACIÓN EN CANTIDAD	VARIACIÓN EN CANTIDAD
IS-15	RED DE DESAGUE PVC SAL-P 4"	ML	74.21	68.29	5.92	8%
IS-17	RED DE DESAGUE PVC SAL-P 2"	ML	45.28	34.93	10.35	23%
IS-18	MONTANTE PVC-SAL-P 2"	ML	15.00	13.88	1.12	7%
IS-19	MONTANTE PVC-SAL-P 2"	ML	66.00	62.5	3.5	5%
IS-31	RED DE AGUA FRIA - 3/4" INTERIOR	ML	121.37	118.74	2.63	2%
IS-32	MONTANTE DE AGUA FRIA - 3/4" INTERIOR	ML	12.00	10.87	1.13	9%
IS-35	RED DE AGUA FRIA - 1 1/4"	ML	14.90	13.67	1.23	8%
IS-36	MONTANTE DE AGUA FRIA - 1 1/4"	ML	25.00	21.05	3.95	16%
IS-52	MONTANTE DE AGUA CALIENTE - 3/4" INTERIOR	ML	27.00	26.15	0.85	3%

**Figura 98 – Ficha de Observación de cuantificación de Partidas de la especialidad Instalaciones Sanitarias**

Fuente: Los Autores.

FICHA DE OBSERVACIÓN DE CUANTIFICACIÓN						
PROYECTO		VIVIENDA NORMA DIAZ MEDINA				
FECHA		05/06/2021				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	METRADO ORIGINAL	METRADO APLICANDC.	VARIACION EN CANTIDAD	VARIACION EN CANTIDAD %
IE-23	TUBERIA EMPOTRADA DE PVC-P (20 mm) (TV-CABLE)	ML	30.00	35.30	-5.3	18%
IE-24	TUBERIA EMPOTRADA DE PVC-P (40 mm) (INTERCOMUNICADOR Y TELEFONO)	ML	36.20	38.40	-2.20	6%
IE-25	TUBERIA PVC SAP 1" (25 mm)	ML	20.20	28.40	-8.20	41%
IE-26	CONDUCTOR 6 mm <sup>2</sup> NH-80	ML	40.40	45.40	-5	12%
IE-27	CONDUCTOR 4 mm <sup>2</sup> NH-80	ML	20.20	25.20	-5	25%

**Figura 99 – Ficha de Observación de cuantificación de Partidas de la especialidad Instalaciones eléctricas**

Fuente: Los Autores.

### 5.3. Realizar la coordinación de todas las especialidades aplicando la tecnología BIM

FICHA DE OBSERVACIÓN					
PROYECTO		VIVIENDA NORMA DIAZ MEDINA			
FECHA		12/06/2021			
ITEM	PARTIDA	N° de veces	TIPO	DESCRIPCIÓN	MÉTODO DE DETECCIÓN
EST-01	SOBRECIMIENTO ARMADO	28	INTERFERENCIA	La tubería de desagüe atraviesa al sobrecimiento armado	Revit
EST-02	MURO DE ALBAÑILERÍA	76	INTERFERENCIA	La tubería de desagüe atraviesa verticalmente al muro de albañilería	Revit
EST-03	VIGA	76	INTERFERENCIA	La tubería de desagüe atraviesa verticalmente a la viga de confinamiento	Revit
EST-04	LOSA ALIGERADA	7	INTERFERENCIA	la tubería de desagüe atravies transversalmente a mas de tres viguetas	Revit
EST-06	VIGAS	4	INTERFERENCIA	La viga de la escalera aesta representada al mismo nivel del plano , pero no guarda relación con el detalle de la escalera	Revit
EST-07	DUCTOS	3	INCOMPATIBILIDAD	No se ha representado de manera correcta, el ducto del baño del segundo nivel en el plano de estructuras.	Revit
IE-01	TOMACORRIENTES	2	INCOMPATIBILIDAD	El tomacorriente no esta correctamente detallado con respecto a su altura.	Revit
G-01	JUNTA ESTRUCTURAL	1	INCOMPATIBILIDAD	Se especifica la junta estructural, pero no esta representada de manera gráfica -	Lectura de Planos

**Figura 100 – Ficha de Observación de detección de conflictos.**

Fuente: Los Autores.

## CAPÍTULO VI DISCUSIÓN

### 6.1. Contrastación de Hipótesis.

#### H1: Hipótesis Específica 1

El empleo de las tecnologías BIM optimiza en un 10 % el tiempo de elaboración de entregables en la fase de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles en la ciudad de Chiclayo- provincia de Chiclayo- departamento de Lambayeque.

En la investigación se aplicó fichas de observación para conocer que tanto se optimizaba el tiempo de elaboración de entregables. La especialidad de arquitectura experimenta una optimización del 32 %, mientras que la especialidad de estructuras se optimiza en un 37 %. En cuanto a las instalaciones sanitarias y eléctricas, la optimización es del 40 % en ambas especialidades. En general puede concluirse que el tiempo de elaboración se optimiza en un 37 % por consiguiente se puede afirmar que la hipótesis específica número 1 es **VÁLIDA**.

Hipótesis planteada	Métodos aplicados	Experiencias obtenidas	Observaciones
La aplicación de las tecnologías BIM optimiza en un 10 % el tiempo de elaboración de entregables de cada especialidad en la fase de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles en la ciudad de Chiclayo- provincia de Chiclayo-Departamento de Lambayeque	Ficha de Observación n° 1	Las fichas indican que el tiempo de elaboración se optimiza en un 37 %	Debido a los resultados, se puede confirmar la optimización del tiempo de elaboración de entregables con la aplicación de tecnologías BIM en la fase de diseño, por lo que finalmente se valida el planteamiento de la hipótesis 1.

#### H2: Hipótesis Específica 2

Expresa que la aplicación de las tecnologías BIM optimiza los metros en un 8 % en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. En la investigación, se aplicó fichas de

observación para conocer que tanto se optimizaban los metrados, algunas partidas se vieron considerablemente afectadas, pero estas pueden ser atribuidas al error humano, y en algunos otros casos, el software y sus limitaciones no permiten la cuantificación de las mismas como es el caso de la excavación.

El LOD del modelo virtual de la especialidad de estructuras es de LOD 400, lo cual permite la obtención del metrado de concreto, encofrado y acero, y poder realizar la comparación con lo metrados obtenidos de forma tradicional y en general, descartando las partidas con errores garrafales, se obtiene una optimización de 7% en promedio.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO ORIGINAL	METRADO APLICANDO TECNOLOGÍA BIM	VARIACIÓN EN CANTIDAD	VARIACIÓN EN PORCENTAJE
CONCRETO SIMPLE	M3	5.31	5.86	-0.55	10%
CONCRETO ARMADO	M3	147.19	146.31	0.88	1%
ACERO	KG	1241.17	1334.838	-93.668	8%
ENCOFRADO	M2	949.86	875.89	73.97	8%

**Figura 101 – Comparación General de las partidas más importantes de la especialidad de estructuras.**

**Fuente: Los Autores.**

El nivel de desarrollo del edificio virtual de la disciplina de instalaciones sanitarias es de LOD 400, lo cual permite la obtención del metrado de puntos de salida, aparatos sanitarios y longitudes de tuberías, y poder realizar la comparación con los metrados obtenidos de forma tradicional, no obstante, en esta especialidad la mayor variación se dio en el metrado de tuberías, obteniéndose una optimización de hasta 10% en promedio.

DESCRIPCIÓN	UND	METRADO ORIGINAL	METRADO APLICANDO TECNOLOGÍA BIM	VARIACIÓN EN CANTIDAD	VARIACIÓN EN CANTIDAD
TUBERÍA DE 4"	ML	122.21	140.89	-18.68	15%
TUBERÍA DE 2"	ML	126.28	111.31	14.97	12%
TUBERÍA DE 3/4" AF	ML	133.37	129.61	3.76	3%
TUBERÍA 3/4" AC	ML	113.28	123.85	-10.57	9%

**Figura 102 – Comparación General de las partidas más importantes de la especialidad de instalaciones sanitarias.**

**Fuente: Los Autores.**

El LOD del edificio virtual de la especialidad de instalaciones eléctricas es de LOD 400, lo cual permite la obtención del metrado de puntos de luz, cajas de pase, tomacorrientes y longitud de tuberías, para poder realizar la comparación con los metrados obtenidos de forma tradicional, no obstante, en esta especialidad la mayor variación se dio en el metrado de tuberías, obteniéndose una optimización de hasta 19 %

DESCRIPCIÓN	UND	METRADO ORIGINAL	METRADO APLICANDO TECNOLOGÍA BIM	VARIACIÓN EN CANTIDAD	VARIACIÓN EN CANTIDAD
TUBERIA EMPOTRADA DE PVC-P (20 mm)	ML	30.00	35.30	-5.3	18%
TUBERIA EMPOTRADA DE PVC-P (40 mm)	ML	36.20	38.10	-1.9	5%
TUBERIA PVC SAP 1" (25 mm)	ML	20.20	28.40	-8.2	41%
CONDUCTOR 6 mm <sup>2</sup> NH-80	ML	40.40	43.45	-3.05	8%
CONDUCTOR 4 mm <sup>2</sup> NH-80	ML	20.20	25.20	-5	25%

**Figura 103 – Comparación General de las partidas más importantes de la especialidad de instalaciones sanitarias.**

**Fuente: Los Autores.**

El LOD del modelo virtual de la disciplina de arquitectura es de LOD 400, con lo cual se puede obtener los metrados de muros, tarrajes, cielos rasos, derrames, entre otros, no obstante, en el metrado del proyecto de manera tradicional solo se detallaron los muros, es así que en esta especialidad solo se pudo comparar esas partidas.

DESCRIPCIÓN	UND	METRADO ORIGINAL	METRADO APLICANDO TECNOLOGÍA BIM	VARIACIÓN EN CANTIDAD	VARIACIÓN EN CANTIDAD
MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS ASENTADO SOGA	M2	681.54	689.58	-8.04	1%
MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS ASENTADO CABEZA	M2	118.01	116.05	1.96	2%
PARAPETO H=1.00m	M2	39.53	19.00	20.53	52%

**Figura 104 – Comparación General de las partidas de la especialidad de Arquitectura.**

**Fuente: Los Autores.**

En base a esos resultados se realizó un promedio de la optimización de todas las especialidades, obteniéndose lo siguiente:

DESCRIPCIÓN	OPTIMIZACIÓN DE METRADOS
ESTRUCTURAS	7%
INSTALACIONES SANITARIAS	10%
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	19%
ARQUITECTURA	18%
PROMEDIO	13%

Figura 105 – Comparación General de Optimización del metrado aplicando tecnologías BIM de todas las especialidades del proyecto.

Fuente: Los Autores.

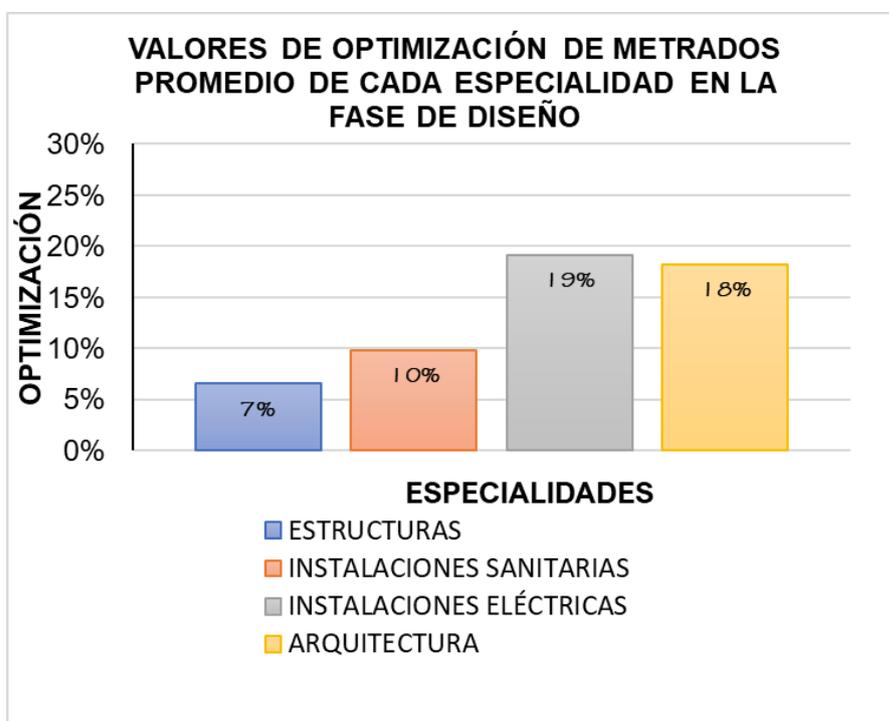


Figura 106 – Gráfico Comparativo de Optimización de Metrados en las especialidades,

Fuente: Los Autores.

En general, los metrados de todas las especialidades se vieron optimizadas aproximadamente en un 13 % en promedio con lo cual la hipótesis específica 2 es **VÁLIDA**.

Hipótesis planteada	Métodos aplicados	Experiencias obtenidas	Observaciones
La aplicación de las tecnologías BIM optimiza los metrados en un 10 % en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque	Ficha de Observación N° 2	Las fichas indican que los metrados se optimizan en un 13%	Debido a los resultados, se puede confirmar la optimización de metrados con la aplicación de tecnologías BIM en la fase de diseño, por lo que finalmente se valida el planteamiento de la hipótesis 2.

### H3: Hipótesis Específica 3

La hipótesis específica N.º 3 señala que al realizar la coordinación de todas las especialidades aplicando la tecnología BIM se detecta un mayor número de conflictos en la fase de diseño de un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Se utilizaron las fichas de observación y se obtuvo que la mayor incidencia de interferencias se dio entre las disciplinas de instalaciones sanitarias y estructuras. Asimismo, la cantidad de interferencias encontradas con la aplicación de tecnologías BIM fue notoriamente mayor. Teniendo en cuenta que los planos representan los documentos finales que se iban a utilizar para construcción, se asume que ya habían sido compatibilizados de la manera tradicional. No obstante al elaborar el modelo tridimensional, se detectaron un mayor número de conflictos ascendiendo a un total de 196 con lo cual la hipótesis específica N.º 3 es **VÁLIDA**.

<b>Hipótesis planteada</b>	<b>Métodos aplicados</b>	<b>Experiencias obtenidas</b>	<b>Observaciones</b>
Al realizar la coordinación de todas las especialidades aplicando la tecnología BIM se detecta un mayor número de conflictos en la fase de diseño de un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque	Ficha de Observación n° 3	Se detectaron un total de 196 incompatibilidades.	Debido a los resultados, se puede confirmar que se detecta un mayor número de conflictos con la aplicación de tecnologías BIM en la fase de diseño, por lo que finalmente se valida el planteamiento de la hipótesis 3.

## **6.2. Contrastación de Antecedentes**

### **6.2.1. Contrastación de Antecedentes Nacionales**

Valenzuela Molina (2018) realizó una investigación mediante la cual concluyó que la aplicación de tecnologías BIM permitió detectar anticipadamente un total de 179 incompatibilidades en un proyecto hotelero, en contraste con nuestra investigación donde se obtuvieron 196 incompatibilidades en un proyecto de vivienda multifamiliar.

## CONCLUSIONES

1. Con el método tradicional, la duración de la fase de diseño es de 157 días, con la aplicación de tecnologías BIM la duración de la fase de diseño es de 99 días. Por consecuencia, al aplicar tecnologías BIM en la fase de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, se optimiza en 37 %.
2. La reducción del tiempo de elaboración de entregables se reflejó en mayor medida, en la segunda y tercera etapa. Se puede concluir que la etapa de desarrollo esquemático no presentó variación en el tiempo, debido a que no depende tanto de las herramientas utilizadas sino del profesional involucrado.
3. La optimización de los metrados utilizando tecnología BIM en las partidas más críticas permitió optimizar los metrados en un 13%, con lo cual se obtienen valores cercanos entre ambas metodologías.
4. Con el método tradicional, se detectaron 2 conflictos, en contraste con la tecnología BIM se pudo detectar y solucionar con anticipación un total de 196 conflictos entre las distintas especialidades lo cual evitará sobrecostos por estos conflictos en la etapa de construcción.
5. La coordinación y detección anticipada de conflictos estará condicionada por el nivel de desarrollo de los objetos modelados y la capacidad colaborativa del equipo de diseño.

## RECOMENDACIONES

1. Aplicar la tecnología BIM en la fase de diseño de proyectos de vivienda, de acuerdo con las necesidades de estos.
2. Estandarizar procesos en un entorno colaborativo para lograr una aplicación exitosa.
3. Realizar investigaciones enfocadas a la cuantificación con tecnologías BIM de tal manera que se identifiquen que partidas son las más críticas en la variación de costos en proyectos de mayor magnitud.
4. Realizar investigaciones enfocadas al uso práctico de tecnologías BIM en la fabricación de análisis de costos unitarios.
5. Realizar investigaciones enfocadas al uso práctico de tecnologías BIM en la coordinación interdisciplinaria contrastando soluciones usuales que se dan en la ejecución de proyectos sin un profesional a cargo, con las soluciones óptimas.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcántara Rojas, P. (2013). Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada En la construcción virtual usando tecnologías BIM. [Tesis de titulación, Universidad nacional de ingeniería]. Repositorio Institucional <http://hdl.handle.net/20.500.14076/3760>
- Alonso, J. (2015). Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España. *Spanish Journal of Building Information Modeling*, (15), 40–56. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5496892>
- Apaza Vizcarra, J. A. (2015). *Aplicación de metodología BIM para mejorar la gestión de proyectos de edificaciones en Tacna*. [Tesis de licenciatura, Universidad nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio UNJBG <https://repositorio.unjbg.edu.pe/items/2a159d43-0592-4cdf-94ca-c33a7d2fc371>
- Autodesk. (2019). ¿Qué es BIM? Modelado de información de construcción . Autodesk. <https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/bim>
- Barison, M. B., & Santos, E. T. (2016). O papel do arquiteto em empreendimentos desenvolvidos com a tecnologia BIM e as habilidades que devem ser ensinadas na universidade. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, 11(1), 103–120. <https://doi.org/10.11606/gtp.v11i1.102708>
- Bergin, M. S. (2012). A Brief History of BIM . *Arch Daily*. <https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim>
- CAPECO. (31 de marzo de 2021). EMPRESAS Y ENTIDADES SE UNEN EN LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN LLEVANDO A CABO LA “ALIANZA BIM.” <http://www.apeseg.capeco.org/entrada-noticia/empresas-y-entidades-se-unen-en-la-lucha-contra-la-corrupcion-en-el-sector-construccion-llevando-a-cabo-la-alianza-bim>

- CAPECO. (23 de marzo de 2021). CONSTRUCCIÓN DECRECIÓ 16.7% EL 2020, PESE A REPUNTE DE ÚLTIMO TRIMESTRE. <http://webmail.capeco.org/entrada-noticia/construccion-decrecio-167-el-2020-pese-a-repunte-de-ultimo-trimestre#:~:text=23%2D03%2D2021-.Construcci%C3%B3n%20decreci%C3%B3%2016.7%25%20el%202020%2C%20pese%20a%20repunte%20de%20%C3%BAltimo,la%20estabilidad%20pol%C3%ADtica%20del%20pa%C3%ADs.>
- Ciribini, A. L. C., Ventura, S. M., & Paneroni, M. (2016). Implementation of an interoperable process to optimise design and construction phases of a residential building: A BIM Pilot Project. *Automation in Construction*, 71, 62–73. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.03.005>
- Coloma Picó, E. (2008). *Introducción a la tecnología BIM*. Universitat Politècnica de Catalunya-Departament d'Expressió Arquitectònica I (EGA1). <http://hdl.handle.net/2117/12226>
- Delgado Espinoza, E. J., & Rodriguez Gonzales, R. E. (2018). *Aplicación de la tecnología BIM en el proyecto conjunto residencial RAFAELA II para la disminución de costos operativos, trujillo-la libertad*. [Tesis de titulación, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio UPAO. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4452>
- Eastman, C. M., Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors [Manual BIM: Una guía de modelado de información de construcción para propietarios, gerentes, diseñadores, ingenieros y contratistas]*. John Wiley & Sons.
- Gámez, F. C., Sánchez, H., & Severino, M. J. S. (2018). Definición de roles y responsabilidades en el ciclo de vida del proyecto BIM en el proceso constructivo. *Spanish Journal of Building Information Modeling*, (15), 14–24.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6756238&orden=0&info=link>

- González Pérez, C. (2015). *Building Information Modeling: Metodología, aplicaciones y ventajas. Casos prácticos en gestión de proyectos*. [Tesis de Master, Universitat Politècnica de València.]. Repositorio UPV <https://riunet.upv.es/handle/10251/56357>
- Guerra, O., & Mariños, C. (2016). *Aplicación de tecnología BIM para el incremento de la eficiencia en la etapa de diseño del proyecto inmobiliario vivienda multifamiliar NOVA-Trujillo, La Libertad*. [Tesis de titulación, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio UPAO <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/3761>
- Ichpas Loayza, F., & Mendoza Palomino, J. (2016). *Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en una coordinación digital de proyectos con tecnología BIM*. [Tesis de titulación, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio UNH <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1927>
- Jobim, C., Gonzalez Stumpf, M., Edelweiss, R., & Kern, A. (2017). Analysis of the implementation of BIM technology in project and building firms in 2015 in a Brazilian city. *Revista Ingeniería de Construcción*, 32(3),185-194. <https://doi.org/10.4067/s0718-50732017000300185>
- Julcamoro Vásquez, P. M. (2019). *Implementación de la metodología Bim con Revit en la fase de diseño de expediente técnico de edificaciones del Gobierno Regional de Cajamarca–2018*. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio UPN <https://hdl.handle.net/11537/22181>
- Li, X., Xu, J., & Zhang, Q. (2017). Research on Construction Schedule Management Based on BIM Technology. *Procedia Engineering*, 174,657-667. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.214>
- López, J. (2019). *Introducción a la gestión de modelos y objetos BIM, basado en Revit(R)* (Digital). Amazon.

- Machado, E. L., Sotsek, N. C., Scheer, S., De, A., Santos, P. L., Sotsek, N. C., ... Santos, P. L. (2018). Selection of constructive systems using BIM and multicriteria decision-making method. *Revista ALCONPAT*, 8(2), 209-222.  
<https://doi.org/10.21041/ra.v8i2.246>
- Mehta, M., Scarborough, W., & Armpriest, D. (2008). *Building construction: principles, materials, and systems*. Pearson Prentice [Construcción de edificios: Principios, materiales y sistemas]. Hall Ohio.
- Millasaky Avilés, C. A. (2018). *Cuantificación de los beneficios económicos de subcontratar servicios BIM (Building Information Modeling) en la etapa de diseño para proyectos de edificaciones en Lima Metropolitana*. [Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP  
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/12112>
- Moreno, D. (2018). *Guía para implementar y gestionar proyectos BIM : diario de un BIM manager*. Publicación Independiente
- Murguía, D., Tapia, G., & Collantes, J. (2017). *Primer Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao 2017. Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima*. Lima: Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Murguía, D., Vasquez, C., Balboa, M., & Lara, W. (2021). Segundo Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao. PUCP.
- National BIM Standard-United States. (2014). DEFINITION OF BIM.  
<https://www.nationalbimstandard.org/>
- Ramos, S. (2020). *Análisis de aplicación de tecnologías BIM para la optimización de la constructabilidad en proyectos de ingeniería civil en la ciudad de Arequipa, 2019*. [Tesis de Titulación, Universidad Continental]. Repositorio Continental  
<https://hdl.handle.net/20.500.12394/8078>
- Valenzuela Molina, K. G. (2018). *Aplicación de la tecnología building information modeling (BIM) en la etapa de licitación privada de un*

*proyecto hotelero de 15 pisos y 8 sótanos ubicado en el distrito de Miraflores.* [Tesis de titulación, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio USMP

<https://hdl.handle.net/20.500.12727/4730>

Villamil, W. R. G., & Fabian, C. A. L. (2017). Siete dimensiones de un proyecto de construcción con la metodología Building Information Modeling. *L'esprit Ingénieux*, 8(1), 68-87.

<http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieux/article/view/1659/1510>

Zardo, P., Ribeiro, L. A., & Mussi, A. Q. (2019). Bim and parametric design applications for buildings' energy efficiency: An analysis of practical applications. *Arquitetura revista*, 15(2), 239-255.

<https://doi.org/10.4013/arq.2019.152.02>

Anexo 1: Matriz de Consistencia

 <b>USMP</b> UNIVERSIDAD SAN MARTÍN DE PORRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA</b>				
Título de la Investigación:	<b>APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS BIM EN LA FASE DE DISEÑO EN UN PROYECTO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE CINCO NIVELES UBICADO EN LA CIUDAD DE CHICLAYO- PROVINCIA DE CHICLAYO- DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE</b>					
Elaborado por:	Olorte Aitken Yair Alexander Visag Valencia Almendra					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES			METODOLOGÍA
			VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	Diseño
¿Cuál es la influencia de las tecnologías BIM en la fase de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo- provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque?	Determinar la influencia de las tecnologías BIM en la fase de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo-provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque	La aplicación de las tecnologías BIM optimizará la fase de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo-provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque	Tecnologías BIM	Planificación	Diagrama de Flujo de Trabajo	La investigación es de tipo aplicada con un diseño explicativo (cuantitativo), porque pretende resolver problemas haciendo uso de nuevas tecnologías y de gestión además del uso de nuevas herramientas de análisis con la finalidad de explicar las causas, el efecto y el comportamiento de una variable en función de otras a través del análisis de datos numéricos.  También plantea un diseño descriptivo dado que se establece la variación de la fase de diseño aplicando tecnologías BIM, el diseño es no experimental dado que no se manipulará ninguna de las variables deliberadamente.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE			Muestra
¿Cuál es la influencia de la aplicación de tecnologías BIM en el tiempo de elaboración de entregables de cada especialidad en la fase de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles en la ciudad de Chiclayo- provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque?	Determinar el tiempo de elaboración de entregables de cada especialidad aplicando tecnologías BIM en la fase de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles en la ciudad de Chiclayo-provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque	La aplicación de las tecnologías BIM optimiza en un 10 % el tiempo de elaboración de entregables de cada especialidad en la fase de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles en la ciudad de Chiclayo-provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.	Fase de diseño en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles	Tiempo de elaboración de entregables	Diseño Esquemático	La muestra es un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles denominado Vivienda Diaz Medina, el cual esta conformado por tres unidades de vivienda, en el primer y segundo nivel se desarrolla un dúplex, en el tercer y cuarto nivel departamentos y en el quinto nivel se desarrollan espacios destinados a los servicios de cada unidad de vivienda, para el proyecto se desarrollaron las especialidades de estructuras, instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas y de comunicaciones, el proyecto se encuentra ubicado en la urbanización " La Florida" manzana "A", lote 33 de la ciudad de Chiclayo.
					Desarrollo del Diseño	
					Documentos de Construcción	
						Instrumentos
¿Cuál es la influencia de la aplicación de tecnologías BIM en el metrado en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo aplicando tecnologías BIM?	Realizar el metrado aplicando tecnologías BIM en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo.	La aplicación de las tecnologías BIM optimiza en un 8 % los metrados en un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo		Cuantificación	Planilla de Metrados Tradicional	Fichas de Observación validadas por el juicio de expertos.
						Procedimiento
¿Cuál es la influencia de la aplicación de tecnologías BIM en la coordinación de todas las especialidades en la fase de diseño de un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo- provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque?	Realizar la coordinación de todas las especialidades aplicando la tecnología BIM en la fase de diseño de un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo-provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque	Al realizar la coordinación de todas las especialidades aplicando la tecnología BIM detecta un mayor número de conflictos en la fase de diseño de un proyecto de vivienda multifamiliar de cinco niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo-provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque		Coordinación de Especialidades	Cuadro de Conflictos Detectados	Recolección de Datos Modelado en Revit Coordinación de modelos Cuantificación Análisis de Datos

**Anexo 2: Ficha de Observación N° 01 “Tiempo de Elaboración de Entregables”**

FICHA DE OBSERVACIÓN DE TIEMPO DE ELABORACIÓN DE ENTREGABLES					
<b>PROYECTO</b>	VIVIENDA NORMA DIAZ MEDINA				
<b>ESPECIALIDAD</b>	ARQUITECTURA				
<b>FECHA</b>	05/06/2021				
ITEM	DESCRIPCIÓN	TIEMPO APLICANDO METODOLOGÍA TRADICIONAL	TIEMPO APLICANDO TECNOLOGÍAS BIM	VARIACIÓN EN DÍAS	VARIACIÓN EN PORCENTAJE
<b>ESPECIALIDAD</b>	Diseño Esquemático	... días	... días	... días	...%
	Desarrollo del diseño	... días	... días	... días	...%
	Obtención de Documentos de Construcción	... días	... días	... días	...%
<b>TOTALES</b>		... días	... días	... días	...%

**Anexo 3: Ficha de Observación N° 02 “Cuantificación”**

FICHA DE OBSERVACIÓN DE CUANTIFICACIÓN						
<b>PROYECTO</b>	VIVIENDA NORMA DIAZ MEDINA					
<b>FECHA</b>	05/06/2021					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO ORIGINAL	METRADO APLICANDO TECNOLOGÍA BIM	VARIACIÓN EN CANTIDAD	VARIACIÓN EN PORCENTAJE
ITEM 01	DESCRIPCION DEL ITEM	UND ITEM	CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD	...%
ITEM 02	DESCRIPCION DEL ITEM	UND ITEM	CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD	...%
ITEM 03	DESCRIPCION DEL ITEM	UND ITEM	CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD	...%

**Anexo 4: Ficha de Observación N° 03 “Detección de Conflictos.”**

FICHA DE OBSERVACIÓN					
<b>PROYECTO</b>	VIVIENDA NORMA DIAZ MEDINA				
<b>FECHA</b>	12/06/2021				
ITEM	PARTIDA	N° de veces	TIPO	DESCRIPCIÓN	MÉTODO DE DETECCIÓN
ITEM	PARTIDA	CANTIDAD	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	FORMA DE DETECCIÓN
ITEM	PARTIDA	CANTIDAD	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	FORMA DE DETECCIÓN
ITEM	PARTIDA	CANTIDAD	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	FORMA DE DETECCIÓN