

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS PARA PREVENIR  
PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS ERRÓNEOS EN VIVIENDAS  
DE ALBAÑILERÍA CONFINADA**

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

**PRESENTADA POR:**

**Bach. BANDA CHOQUEHUANCA, RAY FRANCISCO**

**Bach. BOLAÑOS BENAVIDES, JHAIR**

**ASESOR: Dr. Ing. CHAVARRY VALLEJOS, CARLOS MAGNO**

**LIMA-PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres, abuelos, hermanos, compañeros y amigos quienes me brindaron consejos, apoyo y conocimientos a lo largo de mis cinco años de estudio.

Ray Banda Choquehuanca

Esta tesis está dedicada a todos mis seres amados; en especial a mis padres: Norma Benavides y Agustín Bolaños; por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado a lo largo de mis años de estudio.

Jhair Bolaños Benavides

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro sincero agradecimiento a nuestra alma mater, por habernos brindado los conocimientos de esta maravillosa carrera y conocer, en estos cinco años de estudio, a maravillosas personas y excelentes profesionales. Gracias a nuestros amigos, que siempre nos prestaron gran apoyo moral y humano, necesarios en los momentos difíciles de este trabajo y esta profesión; a todas personas que de alguna manera nos apoyaron en el desarrollo de la tesis, entre ellos docentes y familiares.

Ray Banda y Jhair Bolaños

## RESUMEN

En la presente investigación se pretende prevenir procedimientos constructivos erróneos en la construcción de viviendas de albañilería confinada mediante el uso de herramientas BIM que nos brinda un modelo unificado de especialidades con el fin de detectar, en la etapa de gestión de diseño, las interferencias que presenta el proyecto. El conflicto se origina en la autoconstrucción de albañilería confinada, que, al ser más económico comparado con los demás sistemas constructivos, causa a simple vista construcciones con procesos erróneos que ponen en riesgo la salud e integridad de las personas que la habitan. Como caso de estudio se analizó, modeló y propuso soluciones constructivas a una vivienda multifamiliar de cuatro niveles con semisótano, de la cual se obtuvo información 2D para la revisión de incompatibilidades entre planos con y sin herramientas BIM. Además del análisis estadístico de la opinión de profesionales respecto al tema. Finalmente, se lograron obtener resultados favorables en cuanto a mejora de la visualización y entendimiento del sistema estructural, arquitectónico, eléctrico, sanitario; además al integrarlos en un modelo unificado se pudo detectar 136 colisiones constructivas, de las cuales el 18 % se dan entre la especialidad de estructuras y arquitectura, el 36% entre estructuras e instalaciones sanitarias, el 38% entre estructuras e instalaciones eléctricas y solo el 8% entre arquitectura e instalaciones eléctricas; interferencias que al identificarlas y documentarlas en la etapa de gestión se agilizó el proceso de recepción de la información hacia los implicados en el proyecto para la propuesta de solución de dichas interferencias.

**Palabras clave:** Interferencias entre especialidades, metodologías BIM, modelamiento 3d, viviendas multifamiliares, albañilería confinada.

## ABSTRACT

This research aims to prevent erroneous construction procedures in the construction of confined masonry houses through the use of BIM tools that provide us with a unified model of specialties in order to detect, in the design management stage, the interferences that it presents the project. The conflict originates in the self-construction of confined masonry, which, being more economical compared to other construction systems, at first glance causes constructions with erroneous processes that put the health and integrity of the people who inhabit it at risk. As a case study, constructive solutions were analyzed, modeled and proposed for a four-level multi-family house with a semi-basement, from which 2D information was obtained for the revision of incompatibilities between plans with and without BIM tools. In addition to the statistical analysis of the opinion of professionals on the subject. Finally, favorable results were obtained in terms of improving the visualization and understanding of the structural, architectural, electrical, and sanitary system; Furthermore, by integrating them into a unified model, it was possible to detect 136 constructive collisions, of which 18% are between the specialty of structures and architecture, 36% between structures and sanitary facilities, 38% between structures and electrical installations and only the 8% between architecture and electrical installations; Interferences that by identifying and documenting them in the management stage streamlined the process of receiving information towards those involved in the project for the proposed solution of said interferences.

**Keywords:** Interferences between specialties, BIM methodologies, 3d modeling, multi-family houses, confined masonry.

## INTRODUCCIÓN

Las nuevas tecnologías, metodologías y herramientas de gestión de proyectos no son una novedad hoy en día en la construcción de edificaciones en el Perú, ya que se aplican constantemente; sin embargo existe un sector, el más abundante, en el cual se ha no se implementa dichas herramientas, estamos hablando de la construcción de viviendas de albañilería confinada, siendo el 80% de estas construcciones realizadas sin respaldo profesional en la etapa de ejecución, quizá por el desconocimiento o creencias de un gasto innecesario. Mediante el presente estudio proponemos un protocolo de seguimiento, detección, documentación y corrección de interferencias la cual posee fácil entendimiento y utilidad práctica, teniendo un gran valor para las futuras construcciones de viviendas.

En el capítulo I se desarrolla la descripción y formulación del problema; delimitación del estudio, el planteamiento de objetivos, tomando como objeto general detectar las interferencias entre de viviendas de albañilería confinada para prevenir procedimientos constructivos erróneos mediante el uso de herramientas BIM, también se analizó la justificación e importancia de esta investigación, la limitación del estudio y su viabilidad.

En el capítulo II se sintetizó información de investigaciones nacionales e internacionales, tanto tesis como artículos que nos servirían como base teórica para la justificación de la presente investigación.

En el capítulo III se planteó la hipótesis tomando como hipótesis general que la detección de interferencias entre las especialidades previene procedimientos constructivos erróneos.

En el capítulo IV se describió el método, tipo, nivel y diseño de la investigación; además se definió la población, muestra y la validación del instrumento de recolección de datos.

En el capítulo V se presentan los resultados de la investigación, el análisis estadístico de resultados, la contrastación de hipótesis, desarrollo del proyecto y la propuesta de mejora.

# ÍNDICE

RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
INTRODUCCIÓN .....	III
<b>CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción y formulación del problema.....	1
1.2. Formulación del problema .....	2
1.2.1. Problema General .....	2
1.2.2. Problemas Específicos.....	3
1.3. Objetivos de la investigación .....	3
1.3.1. Objetivo general .....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Delimitación de la investigación .....	3
1.4.1. Geográfica .....	3
1.4.2. Temporal.....	3
1.4.3. Temática .....	3
1.4.4. Muestral .....	3
1.5. Justificación del estudio .....	4
1.5.1. Conveniencia .....	4
1.5.2. Relevancia social .....	4
1.5.3. Aplicaciones prácticas .....	4
1.5.4. Utilidad metodológica .....	4
1.5.5. Valor teórico.....	5
1.6. Importancia del estudio .....	5
1.6.1. Nuevos conocimientos.....	5
1.6.2. Aporte .....	5
1.7. Limitaciones del estudio.....	5
1.7.1. Falta de estudios previos de investigación .....	5
1.7.2. Metodológicos o prácticas .....	5

1.7.3. Medidas para la recolección de los datos .....	6
1.7.4. Obstáculos en la investigación .....	6
1.8. Alcance.....	6
1.9. Viabilidad del estudio.....	6
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
2.1. Marco histórico .....	7
2.2. Investigaciones relacionadas con el tema.....	9
2.2.1. Investigaciones Internacionales .....	9
2.2.2. Investigaciones Nacionales.....	13
2.2.3. Artículos relacionados con el tema.....	15
2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio.....	19
2.3.1. Albañilería confinada .....	19
2.3.2. Sistema tradicional de construcción .....	20
2.3.2.1. Deficiencias en la etapa de diseño .....	21
2.3.2.2. Deficiencias en la etapa de construcción .....	22
2.3.2.3. Flujos de información en el ciclo de vida de un proyecto .....	22
2.3.3. Metodología BIM .....	23
2.3.4. Importancia del uso BIM.....	24
2.3.5. Herramientas BIM .....	24
2.3.6. Modelado BIM .....	25
2.3.7. Incompatibilidades .....	27
2.3.8. Interferencias .....	28
2.3.9. Beneficios del BIM.....	29
2.3.10. Procedimiento de corrección de interferencias .....	29
2.4. Definición de términos básicos .....	31
2.5. Fundamentos teóricos que fundamentan la hipótesis.....	33
2.5.1. Objetivo General.....	33
2.5.2. Beneficios del modelo 3D .....	33
2.5.3. Proceso de detección de interferencias.....	34
<b>CAPITULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS .....</b>	<b>35</b>



3.1. Hipótesis.....	35
3.1.1. Hipótesis general .....	35
3.1.2. Hipótesis específicas.....	35
3.2. Sistema de Variables .....	35
3.2.1. Definición conceptual de variables.....	35
3.2.2. Operacionalización de variables.....	36

## **CAPITULO IV: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO .....37**

4.1. Método de la investigación .....	37
4.2. Tipo de investigación .....	37
4.3. Nivel de investigación.....	38
4.4. Diseño de investigación .....	38
4.5. Población y muestra .....	38
4.5.1. Población.....	38
4.5.2. Muestra.....	39
4.6. Técnicas e instrumentación de recolección de datos.....	40
4.6.1. Instrumentos de recolección de datos .....	40
4.6.2. Método y técnicas .....	40
4.7. Validez del instrumento .....	41
4.7.1. Cuestionario .....	41
4.8. Descripción de procesamiento de análisis.....	42

## **CAPITULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....43**

5.1. Presentación de resultados .....	43
5.1.1. Estadísticas de la unidad de estudio.....	43
5.1.2. Índice de validez del instrumento .....	45
5.1.3. Prueba de normalidad.....	51
5.1.3.1. Prueba estadística Shapiro-Wilk.....	51
5.2. Análisis de resultados.....	57
5.2.1. Estadísticos descriptivos de la información .....	57
5.2.2. Análisis de calidad .....	57

5.2.3. Análisis cuantitativo.....	57
5.2.4. Análisis cualitativo.....	59
5.2.5. Análisis de riesgos .....	61
5.3. Contrastación de la hipótesis.....	66
5.3.1. Contrastación de la hipótesis general.....	66
5.3.2. Contrastación de las hipótesis específicas .....	66
5.3.3. Interpretación de los resultados.....	70
5.4. Desarrollo del proyecto .....	70
5.4.1. Generalidades de la empresa.....	70
5.4.1.1. Empresa constructora .....	70
5.4.1.2. Misión.....	70
5.4.1.3. Visión .....	71
5.4.2. Estadística descriptiva del proyecto.....	71
5.4.3. Herramientas de control de calidad.....	73
5.4.3.1. Programa para el modelamiento de la edificación.....	73
5.4.3.2. Programa para la detección de interferencias .....	73
5.4.4. Detección de interferencias con Building de Information Modeling.....	73
5.5. Propuesta de mejora .....	83
5.5.1. Proceso de corrección de interferencias.....	83
5.5.1.1. Alcance .....	83
5.5.1.2. Procedimiento.....	83
5.5.2. Procedimientos para la aplicación de la propuesta de mejora .....	86
5.5.3. Recomendaciones para la propuesta de mejora .....	90
5.5.4. Estado situacional del proyecto antes de aplicar el plan de mejora.....	95
5.5.5. Aplicación de la propuesta de mejora .....	96
5.5.5.1. Documentación.....	96
5.5.5.2. Detección de interferencias en el modelo.....	103
5.5.5.3. Archivado .....	117
5.5.5.4. Proceso de corrección de interferencias .....	119
5.5.6. Estado situacional del proyecto después de aplicar el plan de mejora.....	123

<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>124</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>127</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>129</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>131</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>134</b>
Anexo 01. Matriz de consistencia .....	135
Anexo 02. Índice de cuestionario .....	136
Anexo 03. Cuestionario .....	137
Anexo 04. Opinión de expertos del instrumento de investigación .....	146
Anexo 05. Validez del instrumento .....	152
Anexo 06. Consentimiento de uso de firma profesional .....	154
Anexo 07. Licencia de edificación del proyecto .....	157
Anexo 08. Consentimiento de información .....	158
Anexo 09. Panel fotográfico de interferencias .....	159

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables .....	36
Tabla 2. Nivel de validez de los cuestionarios, según el juicio de expertos .....	41
Tabla 3. Valores del nivel de validez de los cuestionarios .....	42
Tabla 4. Evaluación los coeficientes de alfa de Cronbach.....	46
Tabla 5. Estadística de Fiabilidad (Alfa de Croanbach - SPSS) .....	46
Tabla 6. Estadísticas de total de elemento (Alfa de Cronbach - SPSS).....	46
Tabla 7. Prueba de normalidad para la variable: Visualización.....	51
Tabla 8. Prueba de normalidad para la variable: Interferencias.....	54
Tabla 9. Prueba de normalidad para la variable: Documentación .....	56
Tabla 10. Procesos de la correspondencia que se encuentra en la zona de riesgo en la detección de interferencias de viviendas de albañilería confinada. ....	58
Tabla 11. Indicadores a realizar propuesta de mejora en la detección de interferencias de albañilería confinada. ....	60
Tabla 12. Respuestas a la pregunta 3 .....	61
Tabla 13. Respuestas a la pregunta 4 .....	62
Tabla 14. Respuestas a la pregunta 5 .....	62
Tabla 15. Respuestas a la pregunta 7 .....	63
Tabla 16. Respuestas a la pregunta 23 .....	63
Tabla 17. Respuestas a la pregunta 24 .....	64
Tabla 18. Respuestas a la pregunta 25 .....	64
Tabla 19. Respuestas a la pregunta 26 .....	65
Tabla 20. Respuestas a la pregunta 27 .....	65
Tabla 21. Respuestas a la pregunta 28 .....	66
Tabla 22. Cuadro resumen de la aceptación de hipótesis específicas .....	70
Tabla 23. Estructuras vs Arquitectura.....	103
Tabla 24. Estructuras vs Instalaciones Sanitarias .....	105
Tabla 25. Estructuras vs Instalaciones eléctricas .....	110
Tabla 26. Arquitectura vs Instalaciones eléctricas .....	114

Tabla 27. Matriz de Consistencia.....135

Tabla 28. Índice de cuestionario .....136

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Tabique cortado en dos de sus extremos de confinamiento, superior y lateral .....	2
Figura N° 2. Problemas ocurridos en la obra debidos a un mal diseño. ....	7
Figura N° 3. Defectos de diseño .....	8
Figura N° 4. Flujo del sistema tradicional .....	20
Figura N° 5. Falta de detalles conllevando a soluciones no óptimas .....	22
Figura N° 6. Flujos de información durante el ciclo de vida del proyecto .....	23
Figura N° 7. Herramientas BIM usadas .....	25
Figura N° 8. Integración de modelos 3D .....	26
Figura N° 9. Proceso de detección de incompatibilidades .....	28
Figura N° 10. Interferencia entre montante y viga.....	29
Figura N° 11. Licencia de edificación para viviendas multifamiliares otorgadas por las municipalidades, según zona, 2017 .....	39
Figura N° 12. Población de estudio .....	43
Figura N° 13. Distribución porcentual de años de experiencia en los encuestados .....	44
Figura N° 14. Distribución porcentual de la profesión de los encuestados .....	44
Figura N° 15. Distribución porcentual del sexo de los encuestados .....	45
Figura N° 16. Gráfico de control estadístico.....	58
Figura N° 17. Porcentaje de aceptación de los indicadores en el cuestionario .....	59
Figura N° 18. Visualización de especialidades en la construcción de viviendas de albañilería confinada.....	67
Figura N° 19. Cruces entre especialidades en la construcción de viviendas de albañilería confinada.....	68
Figura N° 20. Porcentaje de aceptación de la hipótesis por indicador.....	68
Figura N° 21. Documentación de interferencias en la construcción de viviendas de albañilería confinada.....	69
Figura N° 22. Proceso de calidad de la empresa.....	71
Figura N° 23. Elevación Principal .....	72

Figura N° 24. Parámetros sísmo-resistentes .....	72
Figura N° 25. Sección del plano la Arquitectura del Nivel 1 .....	74
Figura N° 26. Sección del plano la cimentación de la estructura.....	75
Figura N° 27. Sección del plano de instalaciones Sanitarias del Semisótano.....	75
Figura N° 28. Sección del plano de Instalaciones Eléctricas del Nivel 1 .....	76
Figura N° 29. Documentación 2D de Estructuras .....	77
Figura N° 30. Modelamiento en Revit de la Estructura .....	77
Figura N° 31. Documentación 2D de Arquitectura.....	78
Figura N° 32. Modelamiento en Revit de la Arquitectura .....	78
Figura N° 33. Documentación 2D de Instalaciones Sanitarias .....	79
Figura N° 34. Modelo en Revit de las Instalaciones Sanitarias .....	80
Figura N° 35. Documentación 2D de las Instalaciones Eléctricas.....	80
Figura N° 36. Modelo en Revit de las Instalaciones Eléctricas .....	81
Figura N° 37. Modelo Integrado de la Vivienda.....	81
Figura N° 38. Vista de la Simulación Constructiva en Navisworks .....	82
Figura N° 39. Detección de Interferencias - CLASH DETECTIVE .....	82
Figura N° 40. Protocolo para detección de interferencias .....	87
Figura N° 41. Unión entre elementos estructurales .....	90
Figura N° 42. Densidad de elementos en losa. ....	91
Figura N° 43. Traslape en columnas.....	91
Figura N° 44. Nivel de falso piso diferente en planta y detalle. ....	92
Figura N° 45. Cruce de tubería con ventana. ....	92
Figura N° 46. Cruce de ventana con elemento estructural.....	93
Figura N° 47. Luminaria ubicada en viga. ....	93
Figura N° 48. Tubería de pozo a tierra con muro de cámara de rebombeo. ....	94
Figura N° 49. Ubicación de tomacorriente en columna.....	94
Figura N° 50. Reporte de interferencia con Navisworks. ....	95
Figura N° 51. Interferencias entre especialidades.....	95
Figura N° 52. Nivel de piso terminado .....	96
Figura N° 53. Nivel de fondo de cimentación .....	97
Figura N° 54. Nivel de fondo de falsa zapata errado .....	97

Figura N° 55. Arquitectura y Estructura .....	98
Figura N° 56. Falta de detalle de corte a.a .....	98
Figura N° 57. Incompatibilidad de detalle de placa P-1 .....	99
Figura N° 58. Dimensiones de la placa P-3 .....	99
Figura N° 59. Columna C1 desfasada .....	100
Figura N° 60. Falta de detalle de escalera.....	100
Figura N° 61. Muro de soporte de rampa.....	101
Figura N° 62. Incompatibilidad de detalle de viga VA.....	101
Figura N° 63. Incompatibilidad de dimensiones entre arquitectura y estructura.....	102
Figura N° 64. Interferencias detectadas por especialidad .....	116
Figura N° 65. Interferencias más comunes .....	116
Figura N° 66. Carpeta general de interferencias .....	117
Figura N° 67. Carpetas de interferencia por especialidad.....	117
Figura N° 68. Información de interferencias .....	118
Figura N° 69. Panel fotográfico de interferencias.....	118
Figura N° 70. Descripción de interferencias .....	119
Figura N° 71. Interruptores en vanos .....	120
Figura N° 72. Colocación inadecuada de tuberías de desagüe .....	121
Figura N° 73. Colocación de cajas octogonales.....	122
Figura N° 74. Visualización y solución de interferencias por especialistas .....	123



## **CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción y formulación del problema**

En el Perú se aplican diferentes tipos de sistemas estructurales para la construcción de edificaciones, siendo el sistema estructural de albañilería confinada el más común y viable debido a la resistencia sísmica que aportan la rigidez de los muros y lo económico en comparación con los otros sistemas, sin embargo, según (Gestión, 2017), el 80% de las construcciones fueron realizadas por sus propietarios, sin contar con asistencia profesional, situación que las hace vulnerables a incidencias sísmicas.

Por una parte, al construir sin asistencia profesional, no solo somos vulnerables ante incidencias sísmicas, sino también a fallas en el proceso constructivo, estas ocasionadas por no contar con planos de las diferentes especialidades, generando interferencias constructivas. Dichas interferencias se dan en mayor medida en el cruce entre las especialidades de estructura e instalaciones sanitarias y eléctricas, como por ejemplo la mala colocación de montantes sanitarios en los muros portantes, la incorrecta ubicación de centros de luz, la gran densidad de tuberías en la losa aligerada, entre otros.

Por otro lado, al contar con asistencia profesional, se realiza el diseño de la edificación según la exigencia del proyecto, obteniendo como resultado final planos CAD en dos dimensiones de las diferentes especialidades. Con la aprobación del proyecto, comienza la construcción y empiezan a aparecer conflictos, ya que, a pesar de la asistencia profesional en la etapa de diseño, siempre existen interferencias entre ellos. Estas interferencias se dan por la escasa colaboración entre los profesionales de las diferentes especialidades, generando resultados negativos en la construcción del proyecto; tales como retrasos de obra, ampliaciones de plazo e incremento de presupuesto no estimado. Poniendo en peligro el proyecto, ya que podrían existir problemas financieros para cubrir los defectos mencionados y culminar con este. Lamentablemente, hay una gran variedad de proyectos que vienen utilizando ese sistema de construcción, en los cuales se puede observar que existen las deficiencias expuestas. (Candela y Carbajal, 2019, p.4)

En la actualidad, existen metodologías orientadas al trabajo colaborativo, una de ellas es Building Information Modeling (BIM), la cual integra a todos los profesionales

encargados del diseño del proyecto. En esta metodología se utilizan ciertas herramientas, en las cuales se puede pasar de planos CAD en dos dimensiones a tener modelos en tres dimensiones; sin embargo, la creación de modelos virtuales para cada especialidad solo permite mejorar la visualización del proyecto, mas no la detección de interferencias. En consecuencia, se busca una mayor profundización a lo que puede ofrecer el implementar BIM. (Candela y Carbajal, 2019, p.5)



Figura N° 1. Tabique cortado en dos de sus extremos de confinamiento, superior y lateral  
Fuente: Lengua (2013)

En la presente tesis, se realiza el modelo virtual de una vivienda de albañilería confinada respecto a su arquitectura, estructura e instalaciones eléctricas y sanitarias, acorde a lo establecido en los planos CAD, con ello obtener un modelo integrado de dichas especialidades con la finalidad de detectar interferencias y proponer soluciones constructivas viables para prevenir procesos constructivos erróneos.

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema General

¿En qué medida la detección de interferencias entre especialidades mediante el uso de herramientas BIM influye en la prevención de procedimientos constructivos erróneos?

### 1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿De qué manera un modelamiento 3D de las especialidades mejora la visualización de la edificación?
- b) ¿En qué medida la simulación 3D de las especialidades permite identificar cruces entre ellas?
- c) ¿De qué manera la documentación de interferencias por especialidad conlleva a proponer soluciones constructivas viables?

## 1.3. Objetivos de la investigación

### 1.3.1. Objetivo general

Detectar las interferencias entre especialidades en la construcción de viviendas de albañilería confinada con la finalidad de prevenir procedimientos constructivos erróneos utilizando herramientas BIM.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- a) Realizar el modelamiento 3D de las especialidades para mejorar la visualización de la edificación.
- b) Realizar la simulación 3D de las especialidades con el fin de identificar cruces entre ellas.
- c) Documentar las interferencias por especialidad con la finalidad de proponer soluciones constructivas viables.

## 1.4. Delimitación de la investigación

### 1.4.1. Geográfica

Departamento de Lima, provincia de Lima, distrito de La Molina, Urb. La molina real, Jr. Miami manzana D lote. 13-A.

### 1.4.2. Temporal

La presente tesis se realizó desde el mes de mayo hasta noviembre del 2021.

### 1.4.3. Temática

La temática de la presente investigación es gestión.

### 1.4.4. Muestral

La presente investigación tiene como unidad de análisis la vivienda de albañilería confinada ubicada en el distrito de La Molina, Lima, Perú.

## 1.5. Justificación del estudio

### 1.5.1. Conveniencia

Ante los constantes errores constructivos que se aprecian a simple vista en los distritos, sobre todo en Lima, surgen nuevas metodologías para prevenir estos problemas, una de las metodologías más utilizadas en Perú es BIM, la cual mediante sus herramientas ayuda en gran medida a corregir estas deficiencias constructivas analizándolas en la etapa de gestión. La presente tesis es conveniente al utilizar las herramientas BIM porque brinda una visualización general de la vivienda, para posteriormente detectar y plantear soluciones constructivas viables acorde a las normas técnicas peruanas. De esta manera, tendremos una vivienda segura.

### 1.5.2. Relevancia social

Con la detección de interferencias entre las distintas especialidades de la vivienda, se procede a proponer soluciones constructivas viables, obteniendo como resultado una edificación segura. Por lo tanto, se asegura el bienestar de los habitantes de la vivienda.

### 1.5.3. Aplicaciones prácticas

Es común observar que, en plena etapa de ejecución del proyecto, se encuentren interferencias constructivas las cuales deban ser solucionadas mediante requerimientos de información (RDI), generando retrasos en obra; como en la autoconstrucción, se planteen soluciones constructivas muchas veces no viables sin respetar las normas técnicas peruanas.

La presente tesis tiene como aplicación práctica prevenir que se llegue a la etapa de ejecución con una serie de interferencias que ocasionan procedimientos constructivos erróneos.

### 1.5.4. Utilidad metodológica

En la presente tesis, se utilizan herramientas para la recolección de interferencias. En primera instancia se usará el software Revit para el modelamiento y en segundo lugar el software Navisworks para la compatibilización de modelos.

#### 1.5.5. Valor teórico

Los resultados obtenidos en la presente tesis se podrán generalizar a situaciones más amplias, debido a que, en la construcción de viviendas de albañilería confinada, realizadas en la autoconstrucción, se suelen cometer los mismos errores.

### 1.6. Importancia del estudio

#### 1.6.1. Nuevos conocimientos

Es importante porque las futuras construcciones de viviendas bajo el sistema de albañilería confinada, se beneficiarán con este proceso de corrección de interferencias entre especialidades al detectarlas en la etapa de planificación. El proceso consiste en documentar los planos por especialidad, realizar el modelamiento 3D por especialidad, compatibilizar todos los modelos 3D para realizar una simulación constructiva, detectar las interferencias dadas por la simulación y por el propio criterio, archivar las interferencias por especialidad y proponer soluciones constructivas viables acorde a las normas técnicas peruanas.

#### 1.6.2. Aporte

El aporte es el proceso de corrección de interferencias en la construcción de viviendas de albañilería confinada.

### 1.7. Limitaciones del estudio

#### 1.7.1. Falta de estudios previos de investigación

El uso de la metodología BIM en el Perú, cada vez se va incrementando, aplicándose en su mayoría en edificaciones que utilicen pórticos y muros de ductilidad limitada.

La presente tesis, al tener como objeto de estudio viviendas de albañilería confinada, careció de estudios previos, tales como tesis o artículos; sin embargo, existen tesis y artículos que evalúan otros sistemas estructurales las cuales sirvieron de apoyo en la presente investigación.

#### 1.7.2. Metodológicos o prácticas

La presente investigación se apoyará en la metodología BIM, por lo que no habría limitación.

### 1.7.3. Medidas para la recolección de los datos

En la presente tesis, para la recolección de interferencias, se utilizarán herramientas BIM en apoyo de la norma E 070; por lo que no habría limitación.

### 1.7.4. Obstáculos en la investigación

En la presente tesis, existieron problemas para la recolección de planos de albañilería confinada; debido a que, en la actualidad, las empresas en su mayoría construyen con sistemas estructurales de pórticos o muros de ductilidad limitada. Por otro lado, en la autoconstrucción la albañilería confinada es el sistema estructural más utilizado; y lamentablemente en la mayoría de casos no existían planos.

## 1.8. Alcance

El alcance será solo para la construcción de viviendas que utilicen como sistema estructural la albañilería confinada en todo el Perú.

## 1.9. Viabilidad del estudio

La presente investigación es viable respecto al tema de tiempo ya que se realizará y culminará a lo largo que dure el curso.

El financiamiento de la tesis es viable, ya que la gran mayoría del trabajo se realizará en gabinete sin necesidad de gastar tantos recursos.

Al ser una tesis que se realizará netamente en la etapa de planificación, no será necesario ingresar a la obra.

La metodología BIM, al ser cada vez más conocida en el Perú, nos brinda una serie de conocimientos y herramientas las cuales se utilizarán en la presente tesis. Además, la albañilería confinada al ser el sistema estructural con más viviendas construidas en el Perú, nos brinda un gran marco teórico.

La metodología BIM y la norma E 070 son de gran utilidad para la recolección de datos.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Marco histórico

Según la figura 01, se encuentra que el principal problema ocasionados por la mala elaboración de la etapa de diseño fue la incompatibilidad de planos entre las distintas especialidades, representando el 35% de los problemas ocurridos en obra debido a un mal diseño, seguido de un 13% que se refiere a la incompatibilidad con los requerimientos municipales y/o con la normativa actual. El resto de problemas los encontramos en las modificaciones realizadas en obra debido a errores en una de las especialidades, (Vásquez, 2006, p.30)

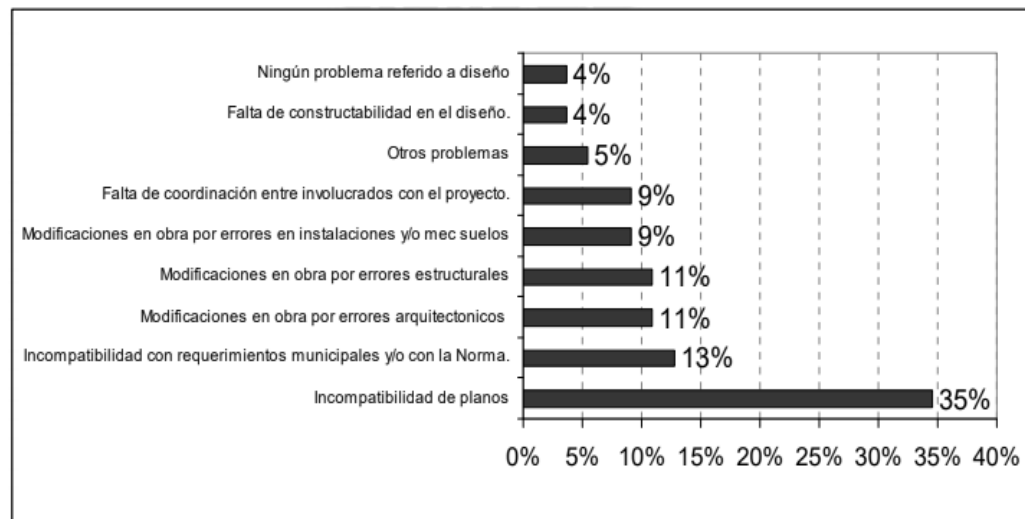


Figura N° 2. Problemas ocurridos en la obra debidos a un mal diseño.

Fuente: Vásquez (2006)

En el 2011, la gran diversidad de proyectos en el sector inmobiliario que son requeridos por los usuarios, cada vez se va incrementando, y esto se ve reflejado con una gran diversidad y complejidad de instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas, insumos y procesos constructivos, que obligan, no solo a usar algunas herramientas de planificación, sino también a tener una metodología en la cual se revise, compatibilice y realmente el diseño de la edificación antes de llegar a la etapa de ejecución de obra. Lamentablemente, en la mayoría de casos el diseño realizado en la etapa de planificación pasa a la etapa de ejecución con un diseño que no ha sido revisado ni optimizado, lo que ocasiona interferencias entre

especialidades, haciendo necesaria la intervención de la empresa constructora para que sea la encargada de la revisión y rectificación del diseño, siendo lo más crítico que todo esto se realiza en plena ejecución de la edificación, lo cual, muchas veces afecta de manera negativa en los costos y plazos si no se soluciona de manera adecuada estos problemas. Debido a ello surge el modelado a través de herramientas BIM, las cuales pueden ayudar a la optimización del diseño y a detectar de manera rápida y temprana las incompatibilidades e interferencias antes de llegar a la fase de ejecución del proyecto. (Taboada, Alcántara, Lovera, Santos y Diego, 2011, p.1)

“Una de las principales causas que originan pérdidas, en el sector de la construcción, es la no optimización de proyectos y el incorrecto seguimiento en la etapa de ejecución del proyecto” (Salinas, 2013, p.6)

Como se observa en la figura 02, “Las principales causales que originan defectos en el diseño son el escaso detalle de los elementos estructurales, falta de planos detallados de arquitectura e incompatibilidad entre especialidades”. (Salinas, 2013, p.7)

N°	DEFECTOS DE DISEÑO	%
1	Escaso detalle de los elementos estructurales	13.97%
2	Falta de planos detalles de arquitectura	12.78%
3	Incompatibilidad entre las diferentes especialidades	11.59%
4	Cruce de información incorrecto con estructuras	8.17%
5	Falta de definición de elementos de arquitectura	6.54%
6	Modificaciones en los planos de estructuras	6.39%
7	Falta de dimensiones de arquitectura	6.24%
8	Falta de identif. y ubicación de elementos de arq.	5.65%
9	Materiales de acabados que requieren muestras	4.75%
10	Problemas con los ejes	4.46%
11	Defectos de diseño en el desague	4.16%
12	Cruce de información incorrecto con arquitectura	3.12%
13	Cambios de diseño de propietario	3.12%
14	Defectos de diseño eléctrico	2.97%
15	Se entregan tarde los planos de arquitectura	1.93%
16	Defectos en los diseños A.C	1.49%
17	Problemas con los equipos eléctricos	0.89%
18	Estructura de los equipos	0.59%
19	Problemas con los materiales en el mercado	0.45%
20	Convención de símbolos	0.45%
21	Defecto en los diseños de gas	0.30%
<b>TOTAL</b>		<b>100.0%</b>

Figura N° 3. Defectos de diseño

Fuente: Salinas (2013)



Con la finalidad de cumplir con las necesidades de los clientes, surge la necesidad del uso de herramientas de planificación, para que optimicen la productividad y sean capaces de resolver todo tipo de inconvenientes en la etapa de diseño, para no comprometer el presupuesto y cronograma de obra. (Salinas, 2013, p.38)

Ante el gran avance tecnológico y la abundante competitividad, estamos obligados a cumplir con todas las necesidades del cliente, siendo eficaces y añadiendo nuevas herramientas que mejoren nuestro estilo de vida y se optimicen tiempos y costos. El sector construcción, uno de los más activos en la generación de empleo, se ha visto beneficiado por los nuevos cambios, siendo capaces de desarrollar proyectos cada vez más complejos, diversos y sofisticados. (Marquina, 2018, p.18)

En nuestro país, debido a la gran competencia en el sector construcción, se vienen detectando que los problemas más convencionales en los proyectos de inversión, se dan en la deficiente elaboración de expedientes técnicos o perfiles, lo cual ocasiona retrasos en la construcción del proyecto, generando un aumento en los costos. Sin embargo, todo esto se puede corregir si se realiza una buena planificación. Las deficiencias en la etapa de planificación se ven reflejados en la etapa de ejecución, en donde se identifican muchas incompatibilidades que repercuten de manera directa en demoras, replanteamientos y variaciones; por ende, se da lugar al reproceso del diseño, incrementando el tiempo, el costo y la carga de trabajo de la entidad constructora. (Marquina, 2018, p.18)

## 2.2. Investigaciones relacionadas con el tema

### 2.2.1. Investigaciones Internacionales

Mora (2020), en su tesis “Detección de interferencias constructivas y cuantificación de materiales mediante el modelado en 3D. Caso: edificio de la Oficina de Ingeniería del TEC”, sostiene que al utilizar la herramienta Navisworks en el análisis y coordinación 3D del modelo, se permitió detectar, de forma rápida, las interferencias generadas entre las diferentes especialidades no solo por un mal diseño, sino también por errores cometidos durante el proceso de modelado. El cruce entre especialidades más significativo que se detectó en este análisis fue entre las cimentaciones del edificio y el

muro de contención. Además, se debe tenerse en cuenta que la falta de coordinación y comunicación puede generar problemas en el proceso constructivo. Por lo tanto, se concluye que es de suma importancia realizar el análisis de coordinación 3D (colisiones) y el análisis de recorrido virtual, en la etapa de planificación/diseño; para que el proceso de resolución de interferencias se lleve a cabo eficientemente; y así exista un mayor aprovechamiento de las herramientas BIM.

Arequipa (2020), en su tesis “Análisis de interferencias en el proyecto inmobiliario Conjunto habitacional Reina Julia, mediante la metodología BIM”, sostiene que pesar de que BIM cuente con siete dimensiones, para la detección de interferencias constructivas solo es necesario el uso de la tercera dimensión, la cual es la que utiliza un software de diseño; por otro lado, la cuarta dimensión solo es necesario para la gestión de proyectos. En síntesis, en el conjunto habitacional Reina Julia está constituido por una serie de casas las cuales fueron agrupadas en 5 tipos, donde se encontraron un total de 22 interferencias, 8 en la casa tipo 1, 6 en la casa tipo 2, 4 en la casa tipo 3, 4 en la casa tipo 4 y 0 en la casa tipo 5, siendo la especialidad de instalaciones sanitarias la de mayores interferencias con un 45 % de presencia. En conclusión, esto demuestra que el uso de la tercera dimensión de una herramienta BIM permite identificar interferencia, colisiones y elementos duplicados de manera oportuna en un modelo virtual.

Barbosa y Ortega (2019), en su tesis “Uso de las herramientas Building Information Modeling (BIM) para la planeación y control de una edificación en Ocaña, N. de S”, sostiene que gracias al uso de la metodología BIM, en el edificio se identificaron 1629 interferencias, las cuales hubieran repercutido de manera negativa en la ejecución de obra si no hubieran sido evaluadas. Se debe señalar que se evaluaron 11 tipos de interferencias, clasificadas como las más significativas y

estas englobaban a su vez una cantidad considerable de interferencias del mismo tipo. Por lo tanto, se evidencia la clara necesidad de desarrollar una planeación adecuada de los proyectos, y de disponer de las herramientas necesarias para prevenir errores, optimizando la gestión de cambios. Se puede concluir entonces que BIM es la evolución del CAD, la cual no intenta menospreciar a esta, sino que la integra, optimizando sus funciones siempre con la finalidad de hacer más eficientes los procesos partiendo desde una minuciosa planeación para facilitar el seguimiento y control de la construcción, por lo cual está en constante evolución. Como se comprobó en la presente tesis, se corrigen las interferencias antes de la etapa de construcción generando una disminución significativa en el presupuesto y en el cronograma.

Viera (2019), en su tesis “BIM en la pre-Construcción de un Edificio de Viviendas Plurifamiliar en Santa Cruz de Tenerife. Modelado Arquitectónico y Estructural”, sostiene que el modelado del proyecto en la fase de diseño, permitió que se encuentren las deficiencias y los errores que pudieron haber surgido en la fase de ejecución, y se hayan podido solventar antes de que se iniciaran las obras. Con la resolución de los problemas en esta fase del proceso constructivo, se consiguió ahorro de tiempo y dinero, al no tener que paralizar la ejecución y solucionarlos durante el desarrollo de la obra. Además, el modelo BIM permitió que, cuando se detectan problemas se puedan plantear varias soluciones de forma rápida y realizar una toma de decisiones óptima y con la comprobación sobre el propio modelo de pre-construcción. En síntesis, a medida que se va realizando el modelado en 3D, se pueden ir consultando las posibles interferencias que se van produciendo entre los tres sistemas en los que se ha dividido el proyecto atendiendo a sus especialidades y solucionarlas al momento, como si se estuviera ejecutando el proyecto de forma real. Esto permite, también, que personas que no están habituadas a

trabajar con este tipo de programas o con planos, puedan visualizar y entender el proyecto de una forma sencilla y comprensible. Todo esto da lugar a que se genere una mayor confianza entre el modelador y el cliente o la empresa y el cliente.

Gutiérrez y Marquez (2020), en su tesis “Análisis del retorno de la inversión utilizando la metodología (Building Information Modeling) BIM en la etapa de planeación de un proyecto de vivienda de interés social (VIS), aplicado al municipio de Yopal, Casanare”, sostiene que en la investigación se obtiene un incremento de \$164.957.977 sobre el costo directo con el uso de las metodologías tradicionales, al implementar la metodología BIM se logró disminuir significativamente el costo de reprocesos en obra, de igual forma afecta o determina el alcance de la parte constructiva y también toca otros sectores como la parte presupuestal, control financiero, diseños y administración. Además, el capítulo de estructura representó el 41.52% del costo directo real ejecutado, y con la metodología BIM este mismo capítulo tiene una incidencia del 39.65%, esta cifra demuestra que con el uso de la herramienta BIM, en la etapa de planeación de un proyecto se puede disminuir de manera significativa los sobrecostos de dichos reprocesos y la optimización en tiempos de ejecución de la obra. Finalmente, se puede decir que el uso de herramientas BIM en la modelación de un proyecto nos brinda una serie de beneficios que nos permiten la visualización en 3D acertada del modelo, también cuenta con los parámetros necesarios para el suministro de cantidades de obra con un margen de error bajo, proporcionando así un cronograma eficaz de ejecución de obra, de esta manera se puede pensar que las metodologías BIM son modelos versátiles que cumplen con los requerimientos necesarios para considerarse un modelo paramétrico, el cual cumple una función que permite la coordinación y la gestión de cambios en un proyecto.

### 2.2.2. Investigaciones Nacionales

Ccora (2017), en su tesis “Reducción de costos de interferencias constructivas del centro comercial peruano aplicando la metodología BIM”, sostiene que la integración de la metodología BIM y la gestión de riesgos en esta investigación demuestra que se reduce el costo de 100% a 2.85 % del costo de interferencias del proyecto. Por lo tanto, concluye que la metodología BIM optimiza procesos en la construcción, fomenta una buena práctica constructiva y se tiene un proyecto exitoso porque al controlarse e identificarse los errores en un modelo virtual, se tiene holgura para poder hacer la gestión de soluciones sin afectar en la etapa de ejecución de obra.

Herrera (2020), en su tesis “BIM, para Detectar las interferencias en la etapa de diseño en una edificación, distrito y provincia de Jaén, región Cajamarca”, sostiene que el beneficio de implementar el BIM en la etapa de diseño en donde se determinó que el 44% que corresponde a interferencias en las especialidades de estructuras (EST) e instalaciones sanitarias (IISS) en la etapa de diseño; el 47%, en las especialidades de estructuras (EST) e instalaciones eléctricas (IIEE); el 3%, en las especialidades de instalaciones sanitarias (IISS) e instalaciones eléctricas (IIEE); el 6%, en las especialidades de arquitectura (ARQ) e estructuras (EST). Podemos concluir que el investigador demuestra la efectividad del uso de herramientas BIM para la detección de interferencias y su cuantificación para corregirlas.

Álvarez & Pinto (2020), en su tesis “Detección de incompatibilidades en la etapa de diseño que generan impacto en costo y en tiempo por la no utilización de herramientas y metodologías modernas como BIM en un edificio universitario de la ciudad de Arequipa”, sostiene que en la clasificación de las consultas por especialidad; en la disciplina de estructuras se encontraron 237 consultas las cuales representan el 40.79%; en la disciplina de instalaciones sanitarias se encontraron

108 consultas las cuales representan el 18.59%; en la disciplina de arquitectura se encontraron 105 consultas las cuales representan el 18.07%; en la disciplina de instalaciones eléctricas se encontraron 103 consultas las cuales representan el 17.73%; 22 consultas que representa el 3.79% son de especialidad de instalaciones mecánicas y 6 consultas (1.03%) corresponde a otros. Los adicionales al proyecto obtuvieron un costo total de S/5, 975,072.23 soles incluido IGV, lo que representó un incremento en 11.15% del valor total del proyecto, por lo que se puede concluir que hubiera sido más rentable y conveniente implementar metodologías y herramientas BIM; para poder sincerar los costos del proyecto, su viabilidad y además poder asegurar su culminación.

Chávez y Toledo (2018), en su tesis de investigación “Optimización del planeamiento y control de un proyecto inmobiliario, a través de LPS y un modelo BIM para el secuenciamiento e identificación de restricciones”, sostiene que en las escaleras que se encuentran entre el sótano y la cisterna, existen obstáculos generados por los ductos de instalaciones mecánicas, estos dificultan el libre paso tanto en el ancho de escaleras como en altura mínima para que una pueda transitar sin golpearse la cabeza. Asimismo, se puede apreciar que el ducto principal de IIMM se encuentra atravesando Zapatas y Columnas. De esta manera se concluye que resulta factible integrar la metodología BIM y la filosofía Lean Construction, mejorando la producción en obra, debido a que permite levantar incompatibilidades o interferencias que se pueden traducir en restricciones a la hora de realizar el planeamiento semanal y estas afectan directamente en el tren de actividades y avance de obra, por retrabajos o paralización de avance hasta que se da la solución correspondiente en campo o se consulta a expertos.

Ybañez (2018), en su tesis “BIM, para optimizar la etapa de diseño en una edificación, distrito Villa El Salvador, Lima 2018”, sostiene que mediante la identificación con procesos tradicionales el 52% (28 incompatibilidades) son de impacto moderado y por otro lado tenemos que el 81% (44 incompatibilidades) fueron identificadas gracias a BIM, generando un 29% más de eficiencia para anticiparse a problemas que generan retrabajos de gravedad, con lo cual concluye que BIM mejora significativamente la identificación de incompatibilidades durante la etapa de diseño en una edificación, distrito Villa El Salvador, Lima 2018. El impacto generado por las incompatibilidades es de grado moderado con información errónea o incompatible que genera retrabajos de gravedad, provocando actividades para reparaciones y consultas a los profesionales.

### 2.2.3. Artículos relacionados con el tema

Coutinho, Moura, y Da Costa Teixeira (2021), en su artículo “Compatibilidad de un proyecto arquitectónico y sanitario utilizando la metodología BIM”, tienen como objetivo aplicar la metodología BIM en el modelado 3D del diseño arquitectónico y sanitario, previamente modelado en el formato 2D tradicional. De esta forma, solucionar las incompatibilidades existentes del proyecto original, las cuales son identificadas con la ayuda de visualización 3D. El estudio resultó en un proyecto interdisciplinar compatible con el detallado realista y automatizado del edificio, donde se analizaron tablas cuantitativas antes y después de la resolución de conflictos, comprobando los recursos desperdiciados y evitando imprevistos durante la ejecución de la obra. Al final de este estudio se constató la eficiencia de la metodología BIM en la elaboración y compatibilidad de proyectos interdisciplinarios, dado que se completó el modelado del proyecto arquitectónico e hidrosanitario, se obtuvo una visualización tridimensional integrada y realista, lo que facilitó la interpretación del proyecto y la identificación de incompatibilidades.

Con esto, fue posible modelar un proyecto hidrosanitario adaptado, donde se redujo la presencia de información inconsistente. Por tanto, el modelado requiere un mayor nivel de detalle que las herramientas 2D durante las fases preliminares del diseño, mostrando que se modifica la forma de elaboración, pasando más tiempo en las fases iniciales de desarrollo del diseño.

Coral, Martínez, Ávila, Perdomo, Garzón y Cubillos (2020) en su artículo “Comparación de implementación CAD vs BIM para proyectos de construcción, arquitectura e ingeniería”, se realizaron pruebas de colisiones entre disciplinas mediante el uso de Navisworks, esto permitió identificar el número de colisiones que cuantificaron en 296, representado esto un 1% equivalente a \$31.222.679 respecto al costo total del multifamiliar con un valor de \$3.111.096.769, esto de acuerdo al presupuesto de obra desarrollado, basado en análisis de precios unitarios. Esto de forma más técnica indica la cantidad de colisiones dentro del proyecto; por lo tanto, permite la coordinación digital del diseño con la ejecución de obra, de tal forma que nos da una vista previa para poder gestionar de manera eficaz y anticipada su construcción, evitando alteraciones de tiempo y sobrecostos. Con lo cual concluye que, de acuerdo a las diferentes referencias consultadas en la elaboración del artículo y la modelación del proyecto multifamiliar Suite 30, la implementación de BIM significa una superior capacidad de eficacia y tiempo de modelado en proyectos constructivos, así como una mejor gestión de los diseños requeridos en un proyecto. En lo relacionado con los ahorros obtenidos en la optimización evitando colisiones en los diseños del uno (1%) del costo total del proyecto, permitiría adquirir infraestructura tecnológica que se requiere como computadoras, software y capacitación para el montaje de BIM en un proyecto de la magnitud analizada en dicha investigación.



Valunjkar (2017) en su artículo “Mejore la productividad del proyecto de construcción de edificios con Clash Detection, Aplicación en el modelado de información de construcción” sostiene que, en el método tradicional de detección de conflictos cuando no había BIM, los profesionales de AEC solían quemar aceite a media noche para identificar errores en los dibujos 2D. Pero incluso después de hacer un arduo trabajo en la detección de choques antes del inicio de la construcción, los arquitectos e ingenieros solían descubrir problemas de diseño de gran magnitud durante el procedimiento de construcción final. El hallazgo de choques solía resultar en un retrabajo en el lugar de trabajo, lo que solía ser bastante costoso para los propietarios. Los excesos de presupuesto son consecuencias instantáneas de la remodelación realizada por arquitectos e ingenieros durante la construcción en el sitio. Debido al fracaso del método tradicional es necesario generar una nueva forma de trabajar y pensar dentro de la industria de la construcción, por lo que se requiere implantar tecnología moderna como BIM para mejorar la detección de choques en lugar del método tradicional. Con lo cual, concluye que utilizar la detección de interferencias en este estudio de caso en lugar del método tradicional detecta los conflictos en el modelo 3D antes de que comience la construcción del edificio, por lo que es útil para disminuir los errores de coordinación, los errores humanos, lo que da como resultado un alto nivel de precisión de los modelos. Por lo tanto, esto evitará volver a trabajar en el lugar de trabajo, Autodesk Navisworks hace que el proceso de detección de interferencias sea más rápido y sencillo, además de reducir por completo el alcance de los errores humanos durante su ejecución y que Navisworks identifica con éxito los conflictos de diseño que se producen entre los elementos de construcción y los resuelve a tiempo. Por lo tanto, la eliminación completa de los errores de diseño, optimizar el tiempo y

el costo es muy importante para la industria AEC antes de que comience la construcción real en el lugar de trabajo.

Jadhav, Kumthekar & Magdum (2017) en su artículo “Modelado de información de construcción (BIM) un nuevo enfoque hacia el proyecto Gestión” sostiene que, se necesita una herramienta que proporcione información dinámica sobre el estado del proyecto en forma de modelado 3D. Lo cual sea fácil de usar para obtener el estado actual del proyecto, incluido el tiempo y los costos excesivos, que también ayude al planificador a tomar la decisión adecuada teniendo en cuenta el parámetro de tiempo. En general, las herramientas como Revit, MSP y Navisworks Manage ayudan a comprender mejor el diseño del edificio, secuencia de construcción, gestión eficaz de los recursos y finalización oportuna de las actividades del proyecto según los estándares requeridos. Los resultados son útiles en la entrega eficiente y oportuna del proyecto. Con lo cual concluye que el aspecto 3D del BIM lo convierte en un método muy eficaz de comunicación entre el arquitecto, el consultor MEP, los contratistas y los demás participantes del proyecto. Se beneficia de comunicar el problema, su mejor comprensión y resolución del problema, ahorra tiempo y esfuerzo en la forma de comunicación tradicional, así mismo la naturaleza del proceso BIM es tal que elimina las incertidumbres en los procesos de construcción y reduce la complejidad. Algunas condiciones imprevistas podrían ser choques entre componentes, conflictos espacio-temporales. La función de detección de choques puede revelar algunas interferencias inesperadas entre componentes que se pueden modificar y actualizar en el modelo, también los conflictos de tiempo-espacio entre las tareas del programa se pueden observar y corregir.

Salinas y Román (2014) en su artículo “Implementación de BIM en proyectos Inmobiliarios” propone mapear e identificar los procesos de diseño y construcción; establecer los procedimientos para la

implementación de BIM; realizar métricas que permitan establecer mejoras; y cuantificar los costos y beneficios obtenidos. Esto debido al importante crecimiento de la demanda de viviendas, las empresas inmobiliarias y constructoras se han visto en la necesidad de acelerar sus procesos de diseño, presentándose deficiencias como falta de detalles, incompatibilidades y cruces entre especialidades e inconsistencias que generan problemas que repercuten en el proceso de construcción. Se revisaron tres proyectos en los que no se tiene implementado BIM y se identificaron los RFIs presentados durante la etapa de construcción para compararlo con la cantidad de RFIs del proyecto donde se tiene el modelo, detectándose que se redujo a menor del 10% el número de requerimientos de información con el modelo BIM. Así mismo las incompatibilidades e interferencias encontradas han sido clasificadas de acuerdo a su gravedad, cuantificadas, costeadas y comparadas con el costo de implementación, para establecer el costo beneficio de la implementación, encontrándose un beneficio en la implementación de U.S. \$11,731.80. Con lo cual concluye que, la implementación de BIM en la empresa de estudio es una novedosa propuesta de gestión del diseño y construcción que nos permitió tomar decisiones en etapas tempranas, eliminar desperdicios y obtener mejoras en la productividad como las que se han obtenido en otros países.

### 2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

#### 2.3.1. Albañilería confinada

Según la Norma E 070, es albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel.

### 2.3.2. Sistema tradicional de construcción

Si bien la albañilería confinada tiene un comportamiento sismorresistente óptimo. Su accesible costo y ejecución ha llevado muchas veces a la autoconstrucción. Las cuales, aparentan ser seguras; sin embargo, la gran mayoría de ellas no cumplen con lo establecido en la norma NTP E 070, generándose estructuras vulnerables a efectos sísmicos.

En proyectos de edificaciones, el propietario/cliente contrata a un arquitecto para sea el encargado de realizar los planos de arquitectura de su edificación, para luego pasar los planos de arquitectura a un ingeniero estructural para que se encargue de su diseño y sus especialidades. Finalmente, después de pasar por esta serie de pasos se obtienen los planos de las diferentes especialidades para ser entregados a un contratista y este se encargue de su ejecución. (Taboada et al., 2011, p.2)

Después de obtener todos los planos, la entidad/dueño entrega los planos y todas las especificaciones a una serie de contratistas para seleccionar al que se encargará de la ejecución del proyecto; normalmente se elige al que ofrece un menor precio. Debido a que toda la documentación está en planos CAD de dos dimensiones, el contratista debe hacer un esfuerzo para tener un entendimiento general de lo que se desea hacer. Lamentablemente no todo queda muy claro, generando problemas en su ejecución. Por los suscitado, el enfoque tradicional no es la forma más expedita y eficiente para diseñar y construir un proyecto. (Saldías, 2010, p.9)

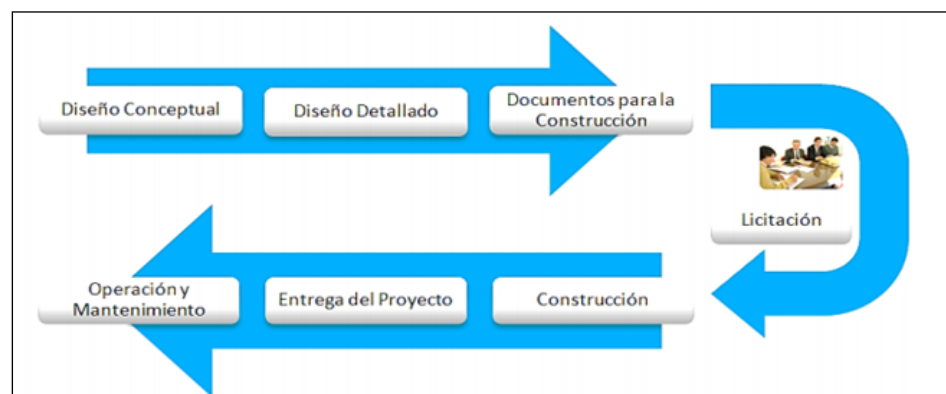


Figura N° 4. Flujo del sistema tradicional

Fuente: Taboada (2011)

#### 2.3.2.1. Deficiencias en la etapa de diseño

En la etapa de planificación, la mayoría de proyectos que se vienen ejecutando están en base a documentos de diseño generados principalmente con tecnología 2D CAD, esta definición o intento de diseño es la principal causa de los problemas tradicionales de la construcción, ya que utilizan sistemas poco industrializados. (Martínez, 2019, p.4).

Según Martínez (2019), los principales problemas en la etapa de diseño son:

- a) Ignorancia de los requerimientos del cliente.
- b) Burocracia y trabajos basados en planos de dos dimensiones.
- c) Problemas de coordinación entre las especialidades.
- d) Falta de información.
- e) Rehacer trabajos.

Las interferencias más notorias se dan en las instalaciones sanitarias, ya que, mediante una simple observación, se pueden encontrar en campo ciertos problemas debido a su deficiente colocación y montaje, problemas que podrían prevenir si se utilizaran herramientas adecuadas de detección temprana de interferencias en los planos de todas las especialidades y adoptar soluciones viables en la etapa de planificación. (Taboada et al., 2011, p.3)



Figura N° 5. Falta de detalles conllevando a soluciones no óptimas

Fuente: Taboada (2011)

#### 2.3.2.2. Deficiencias en la etapa de construcción

Las principales pérdidas que se observan en la etapa de construcción son el rehacer trabajos, detenciones, retraso de actividades y errores (defectos de obra); y entre las principales causas que ocasionan estas pérdidas se encuentran cambios de diseño, información atrasada, mala planificación e información poco clara. Las causas de no cumplimiento de las actividades se deben principalmente a la mala planificación, tenemos además la falta de mano de obra, incumplimiento de subcontratistas y la falta de materiales. (Martínez, 2019, p.6)

Generalmente, en esta etapa se hacen un sinnúmero de cambios al diseño, esto debido a condiciones de terreno no conocidas, falta de materiales, incompatibilidades entre planos, interferencias entre especialidades, nuevos requerimientos de la entidad y falta de entendimiento del proyecto. Estos cambios y resoluciones frecuentemente conllevan a disputas legales, añaden costos y retrasos. (Saldías, 2010, p.9)

#### 2.3.2.3. Flujos de información en el ciclo de vida de un proyecto

Según Saldías (2010), la información que circula durante el ciclo de vida del proyecto:

- a) En la etapa de diseño, un especialista, generalmente ingeniero, se encarga de recoger los requerimientos de la entidad/dueño, plasmándolas en adecuados espacios y formas, definiendo los elementos que se utilizarán junto con la posición y forma de estos.
- b) Se reúnen las diferentes especialidades para determinar el tipo de material a utilizar, datos que se plasman en planos en dos dimensiones y especificaciones que luego se transmiten a la etapa de construcción.

- c) En la etapa de construcción, la entidad/dueño le interesa información del plazo de ejecución y del costo real de la obra, de la calidad de la infraestructura, de las especificaciones de los equipos instalados, etc.
- d) Después de concluir con la construcción, se presentan planos “as built”, los cuales servirán para futuras modificaciones, mantenimiento o demolición.
- e) En la etapa de operación se necesita información final; es decir, se necesitan los planos as built, para luego generar la información de la operación y el mantenimiento de la instalación.
- f) En la etapa de demolición se necesita la información de todos los materiales de la edificación para ver cuáles pueden ser reutilizables; además se necesita información de los cambios hechos para evitar problemas en su demolición.



Figura N° 6. Flujos de información durante el ciclo de vida del proyecto

Fuente: Saldías (2010)

### 2.3.3. Metodología BIM

*Building Information Modeling* (BIM) es un método de trabajo en equipo que se utiliza en la planificación de proyectos. Tiene como objetivo principal juntar la información de cada especialidad para unirla en un solo modelo y así mejorar el entendimiento de este. BIM, se podría decir que es la evolución del sistema tradicional de construcción los cuales están

basados en planos CAD de dos dimensiones (2D); ya que puede tener información de la geometría, de tiempos, de costos, del medio ambiente y del mantenimiento. La utilización del BIM, no solo se queda en la etapa de planificación, puede llegar a todas las etapas del proyecto. (Herrera, 2018, p.7)

#### 2.3.4. Importancia del uso BIM

Según Espinoza y Pacheco (2014), las ventajas de BIM en edificaciones:

- a) Reduce plazos y costos.
- b) Mayor integración entre los implicados de obra, ya que el ingeniero muchas veces se vuelve diseñador y el arquitecto en el constructor.
- c) Reducción de trabajo del encargado del proyecto.
- d) Control de interferencias entre las especialidades.
- e) Creación de modelos únicos por especialidad.
- f) Control constante y automática de los diferentes modelos por especialidad.
- g) Creación de un único modelo para el mayor entendimiento entre los participantes.
- h) Detección y solución en fase de planificación de incompatibilidades
- i) El modelo BIM permite una mejor estimación de costos, recursos humanos, materias primas y componentes estructurales.

#### 2.3.5. Herramientas BIM

Las herramientas BIM poco a poco han ido evolucionando, y esto debido a imágenes en tres dimensiones y a la tecnología que se usa en el sector industrial. Si bien es cierto, las aplicaciones de BIM parecen recientes, estas ya han venido realizándose incluso antes de que se le conozca como tal. En realidad, el Achicad nació en 1982 y el Allphan surgió en 1984, ambos siendo piezas fundamentales en la modelación de información, las cuales pasaron desapercibidas en el mundo de la construcción ya que fueron usados principalmente en el sector industrial. (Chávez y Toledo, 2018, p.21)



Por lo mencionado anteriormente, se ha visto que, en los últimos años, el sector construcción poco a poco se ha ido industrializando, empezando por familias, llegando a sistemas y creando modelos. Si bien es cierto, se ha dejado claro que el BIM no es solo un software, para su correcta ejecución es necesario el uso de las herramientas BIM. (Chávez y Toledo, 2018, p.22)

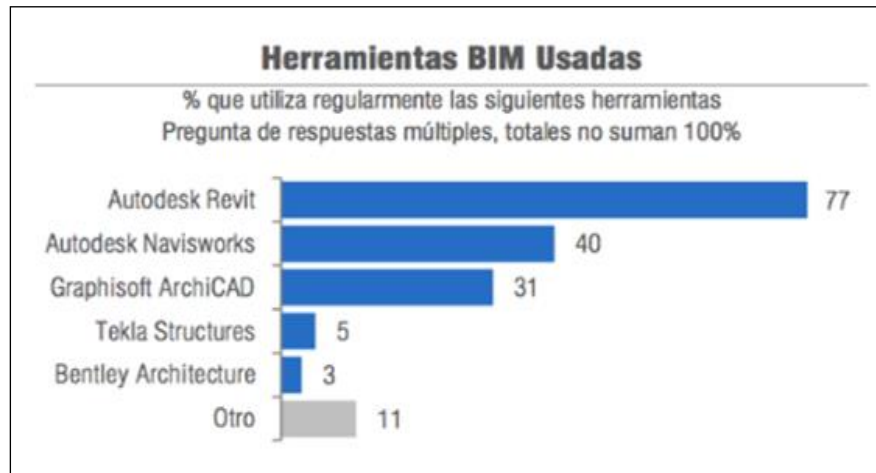


Figura N° 7. Herramientas BIM usadas

Fuente: Universidad de Chile (2013)

El uso de herramientas BIM se ha incrementado en la elaboración de proyectos, ya que estas herramientas han permitido la eliminación de errores comunes durante la etapa de diseño; además, el personal que maneja la tecnología BIM debe estar en constante capacitación para adquirir las aptitudes necesarias que permitan una implementación exitosa; es decir, para obtener el máximo provecho.

#### 2.3.6. Modelado BIM

##### a) Arquitectura

Este modelo es el que se realiza una vez culminado el modelo de estructuras, además servirá de base para el modelo de instalaciones eléctricas y sanitarias. Se deben colocar los muros no portantes, contrapisos, tarrajeos, puertas, ventanas y mobiliario en general. También se debe colocar los aparatos sanitarios (inodoro, ducha, lavatorios). Para

comenzar con este modelo, se recomienda crear carpetas de las diferentes especialidades para mantener los modelos ordenados. Muchas veces no se encuentran las familias necesarias acorde a los planos CAD en dos dimensiones, por lo que se recomienda buscar páginas tales como BIMObject, en donde se podrá encontrar un sin número de familias arquitectónicas.

#### b) Estructuras

El modelado de estructuras es el punto de partida para la creación de los diferentes modelos. En esta especialidad se debe modelar tal cual el proceso constructivo del sistema estructural; es decir, comenzar por la cimentación e ir subiendo acorde a los planos. Es en esta especialidad, donde se le añade el acero estructural, debido a ello, esta etapa es la que más tiempo solicita debido a la complejidad de los detalles de acero; el acero se coloca al terminar toda la estructura.

La modelación da inicio con la especialidad de estructuras, luego el de arquitectura y finalmente instalaciones MEP (sanitarias y eléctricas). Es decir, se tendrán varios modelos los cuales luego se juntarán en un único modelo para su integración y mejor visualización del proyecto y así detectar de manera rápida los conflictos. (Taboada et al., 2011, p.5)

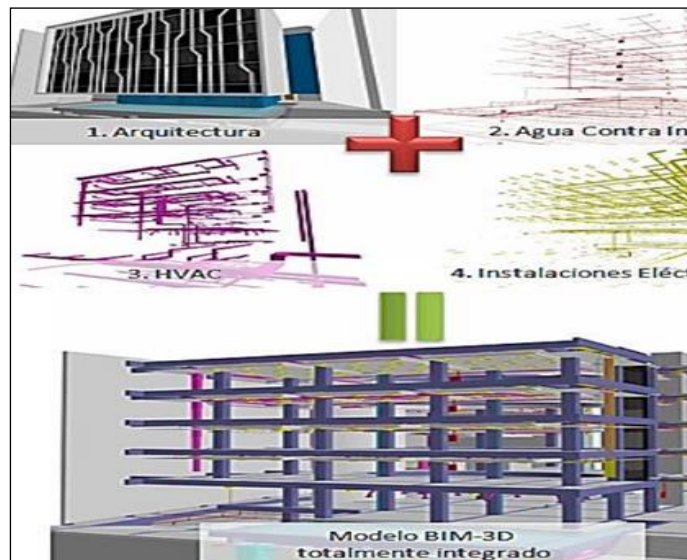


Figura N° 8. Integración de modelos 3D

Fuente: Taboada (2011)

c) Instalaciones Eléctricas

Este modelado se realiza después de tener listo el modelo de arquitectura y estructuras; existen varias formas de comenzar su modelamiento; el recomendable por los investigadores es comenzar colocando los aparatos eléctricos (alumbrado, tomacorrientes e interruptores), posteriormente, comenzar con el cableado horizontal y terminar con el cableado vertical. Las conexiones a tablero general y bando de medidores de realizan al final.

d) Instalaciones Sanitarias

Este modelado se realiza, de igual manera que el de instalaciones eléctricas, después de tener listo el modelo de arquitectura y sanitario; es indiferente si se tiene o no el modelo de instalaciones eléctricas. Se comienza colocando los aparatos sanitarios (Inodoro, ducha, lavatorios), luego se debe crear sistemas (agua fría, agua caliente, desagüe y ventilación); con los sistemas creados se recomienda comenzar con el tendido de redes horizontales del sistema de agua fría, caliente, desagüe y ventilación respectivamente. Culminado la modelación de redes, se debe continuar con las tuberías verticales (montantes).

2.3.7. Incompatibilidades

Las incompatibilidades son controversias que en la mayoría de casos se dan por una mala representación gráfica en los planos, cuando en el detalle estructural no coincide con lo indicado en planta. Un claro ejemplo de incompatibilidad, se da cuando una columna tiene un ancho en la planta y en el cuadro de columnas tiene otra. Debido a ello, los planos que llegan a la etapa de ejecución de obra deben tener una gran calidad de detalle en cuanto a los niveles y dimensiones, sin contener ninguna controversia, por consiguiente, el uso de herramientas BIM es una gran alternativa para optimizar los planos en 2D que lleguen a obra. (Taboada et al., 2011, p.4)

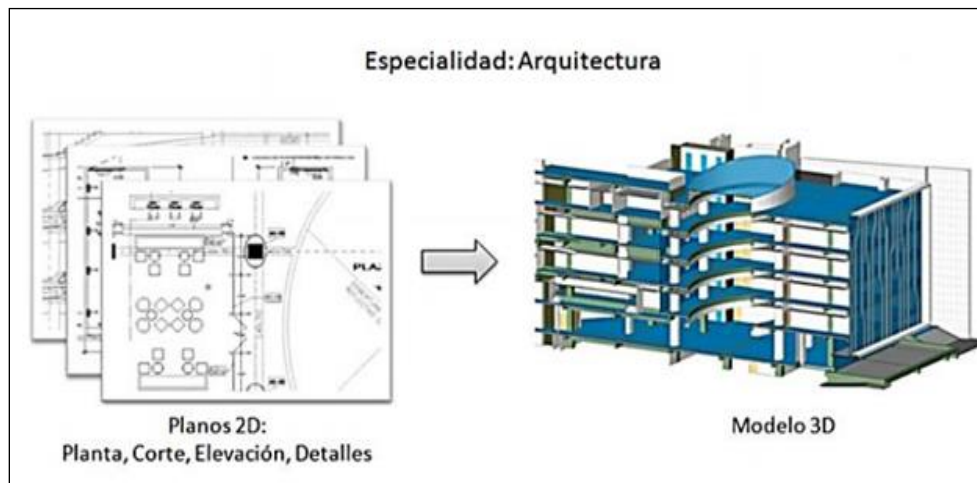


Figura N° 9. Proceso de detección de incompatibilidades

Fuente: Taboada (2011)

#### 2.3.8. Interferencias

Las interferencias son conflictos que en la mayoría de casos ocurre entre planos de diferente especialidad, al no tener una suficiente integración, y que generalmente se da en el tema de instalaciones sanitarias y eléctricas. Muchas veces, estas interferencias son identificadas en obra y resultas al instante con soluciones, en su mayoría, no viables, lo que ocasiona retrasos y el incremento de costos. Debido a ello, surge la necesidad de utilizar herramientas BIM, para poder detectar todo esto en la etapa de planificación y disponer de soluciones constructivas viables. (Taboada et al., 2011, p.5)

La detección de interferencias, en pocas palabras, es la comparación entre especialidades, con el fin de identificar interferencias, cruces entre elementos, choque de ejemplares entre otros. (Herrera, 2020, p.11)

Según Herrera (2020), existen diferentes tipos de interferencias:

- a) Interferencia por duplicación: Cuando dos elementos tienen la misma geometría y están sobrepuestos, debido a ello solo es visible un elemento.
- b) Traslapes: Cuando un elemento está embebido en otro, ambos elementos se pueden ver.
- c) Choques: Cuando dos o más elementos colisionan entre sí.

d) De normativa: Aparentemente no hay interferencias, pero en base a una normativa específica si lo está.

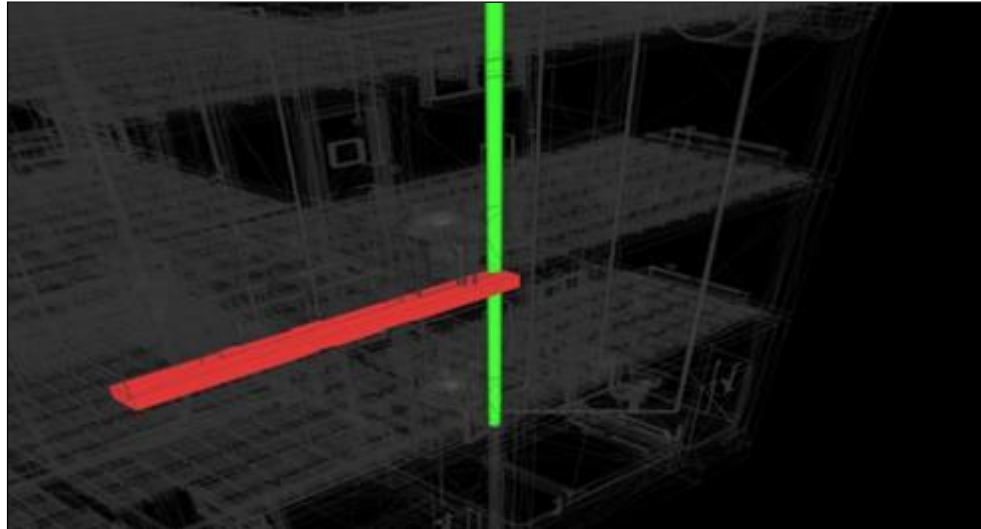


Figura N° 10. Interferencia entre montante y viga

Fuente: Herrera (2020)

#### 2.3.9. Beneficios del BIM

Según Martínez (2019), los beneficios al aplicar BIM son:

a) En la etapa de diseño:

- Para la cuantificación y listado de materiales.
- Para la obtención de planos de las diferentes especialidades (plantas, cortes, elevaciones y vistas 3D)
- Generación de Renders y/o videos con recorridos virtuales.
- Con el modelo estructural se puede exportar para su análisis estructural.
- Visualización de espacios.

b) En la etapa de construcción:

- Mayor entendimiento del proyecto.
- Detección de interferencias.
- Obtención de metrados.
- Intercambio colaborativo para facilitar su compra.
- Simulación constructiva en 3D.

#### 2.3.10. Procedimiento de corrección de interferencias

a) Documentación de planos por especialidad

Se debe tener la documentación 2D por especialidad: planos de arquitectura, estructura, instalaciones eléctricas y sanitarias. Estos documentos son producto de la ingeniería de detalle los cuales son necesarios para la construcción de la obra. Dichos documentos deben ser claros, autosuficientes, sin necesidad de recurrir a otros planos para su entendimiento (comprenderlos), salvo en lo complementario.

b) Modelamiento 3D

Para este paso se debe definir la herramienta BIM (Revit) a utilizar, así como su versión, el cual nos brinde una visualización 2D y 3D a la vez. Primero se debe realizar una limpieza general (omitir detalles, membretes, especificaciones entre otros) de todos los planos con el fin de tener una correcta exportación a la herramienta BIM. Una vez realizada la exportación, se utilizan los planos 2D como base para el modelamiento por especialidad: estructuras, arquitectura, instalaciones sanitarias y eléctricas, respectivamente.

c) Simulación constructiva

Culminada la modelación de dichas especialidades, se procede a utilizar otra herramienta BIM (Navisworks), donde se unificará los modelos creados en el paso anterior, la cual nos permita la visualización conjunta de la edificación.

d) Detección de interferencias

Navisworks, herramienta BIM, posee la opción de proporcionar las interferencias encontradas en el modelo unificado de las especialidades, obteniendo así una lista detallada de estas. Una vez detectada la interferencia, se procede a tomar capturas y/o fotografías que muestren de forma clara el error, para que todos los participantes del proyecto puedan entender de manera sencilla.

e) Archivado

Prontamente al detectar la interferencia, se tiene que crear una carpeta independiente por cada especialidad, las cuales contienen capturas del modelo donde se visualice de manera clara la interferencia, además de una descripción breve. De esta manera, se tiene un registro ordenado.

f) Corrección

Con la información archivada, se procede a dar opciones de solución a la interferencia, con el fin de prevenir procesos constructivos erróneos y daños a los elementos estructurales, acorde a lo establecido en la norma técnica peruana E 070 de albañilería confinada.

2.4. Definición de términos básicos

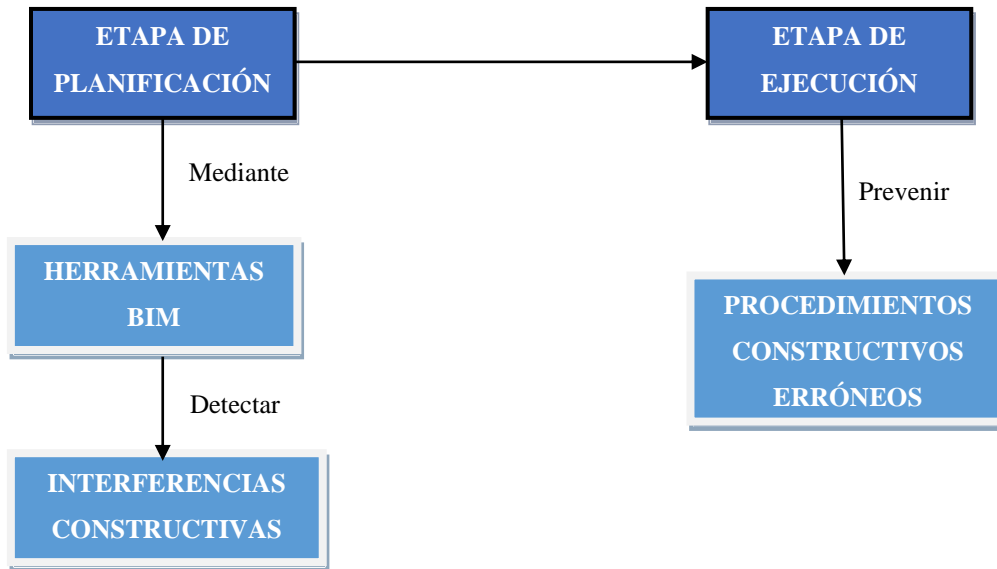
- Autodesk Revit: Autodesk Revit es un software de diseño inteligente de modelado BIM para arquitectura e ingeniería, que facilita las tareas de diseño de proyecto y los procesos de trabajo. (RF AECO Competence Center, s.f.)
- Autodesk Navisworks: Navisworks permite a los usuarios abrir y combinar los modelos 3D, navegar por ellos en tiempo real y revisar el modelo utilizando un conjunto de herramientas que incluye comentarios, puntos de vista, y mediciones. (Área BIM, s.f.)
- Planos as built: Su nombre lo explica: cómo se ha construido. Son un documento técnico que recoge los planos, cálculos y descripciones de las actuaciones realizadas para adaptar el proyecto de construcción inicial a la realidad de la obra que se ha construido. (Global Mediterránea Geomática, s.f.)
- Muro portante: Según la norma E 070, son muros diseñados y construidos en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical.
- Muro no portante: Según la norma E 070, son muros diseñados y construidos en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos.

- RFI: Request for Information: Proceso por el cual un participante en el proyecto envía una comunicación a otro participante para confirmar la interpretación de lo documentado o para aclarar lo especificado en un modelo. (Martínez, 2019, p.36)
- Tubería montante: Según la norma IS 10, son tuberías verticales de un sistema de desagüe que recibe la descarga de los ramales.
- Clash Detection: Es un comando del software Navisworks que ayuda a identificar, inspeccionar e informar de manera efectiva las interferencias en un modelo de proyecto. Se utiliza para verificar el trabajo completado. La detección de choques es necesaria porque varios modelos (estructurales, MEP, etc.) están integrados en un modelo BIM principal. (Candela, 2019, p.30)
- Familia: Una familia es un grupo de elementos con un conjunto de propiedades comunes (llamadas parámetros) y una representación gráfica relacionada. Los distintos elementos que pertenecen a una familia pueden tener valores diferentes en algunos o todos sus parámetros, pero tienen el mismo conjunto de parámetros (sus nombres y significados). Estas variaciones dentro de la familia reciben el nombre de tipos de familia o tipos. (Candela, 2019, p.30)
- Modelador BIM: Un modelador BIM se dedica a la producción de planos modelando en BIM. Se podría equiparar al antiguo delineante sumándole gran contenido de carga técnica ya que, recordemos, con la metodología BIM, no se dibuja, sino que se modela con toda la información, por tanto, hay que saber mucho de arquitectura, estructuras e instalaciones. (Candela, 2019, p.31)

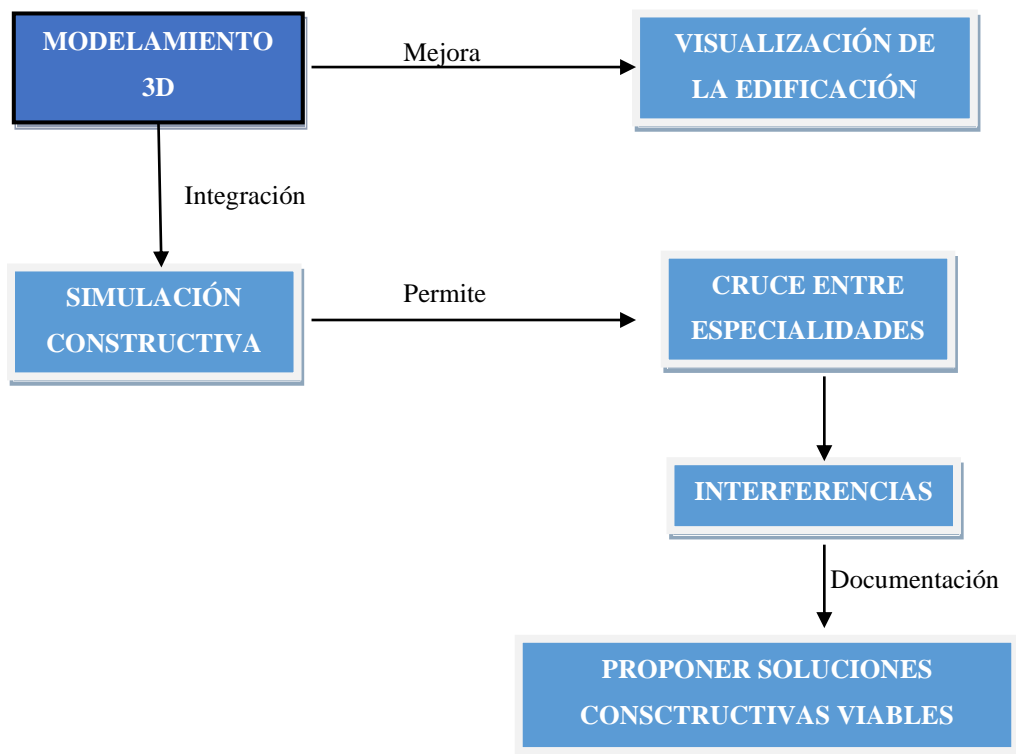


## 2.5. Fundamentos teóricos que fundamentan la hipótesis

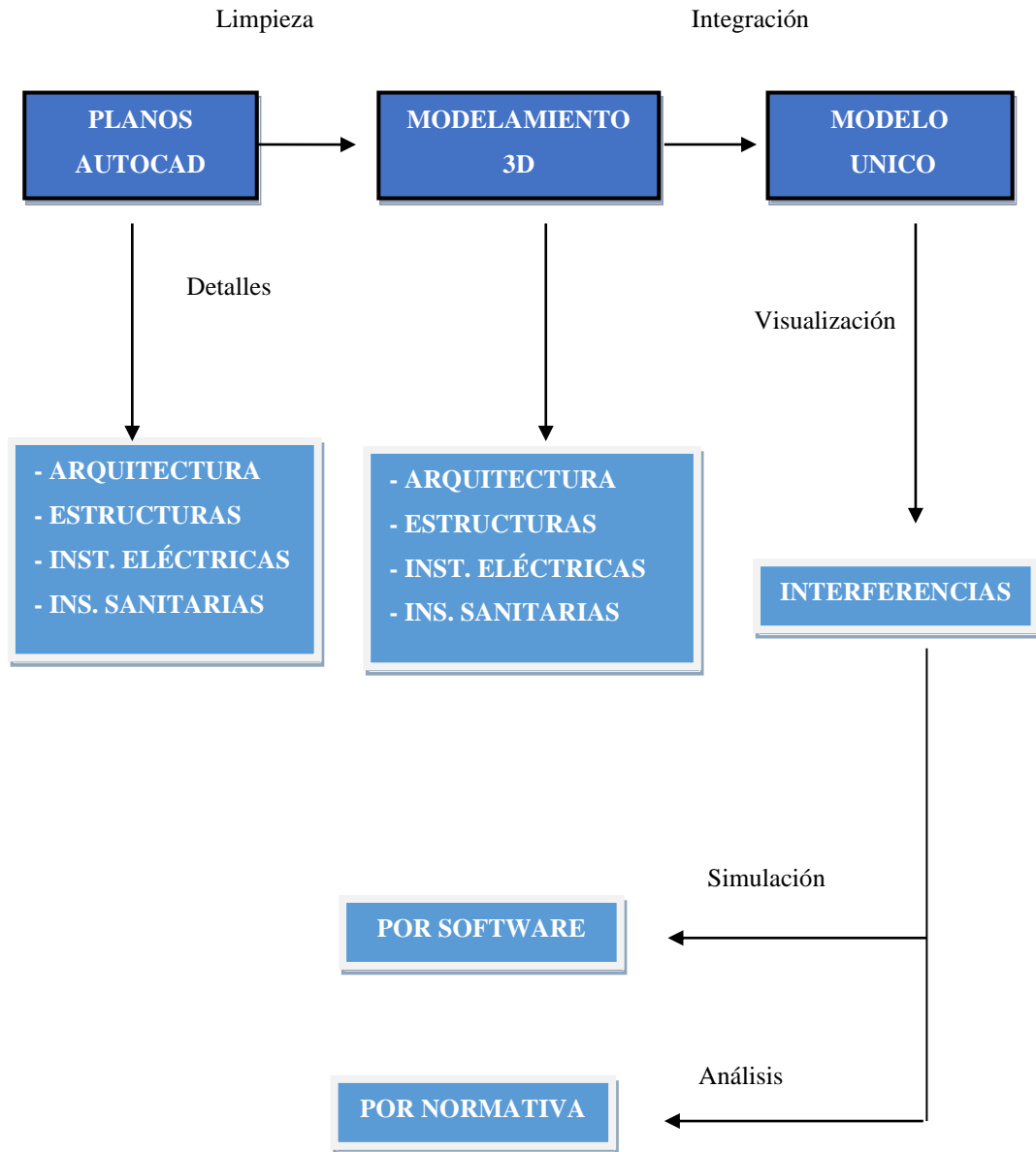
### 2.5.1. Objetivo General



### 2.5.2. Beneficios del modelo 3D



### 2.5.3. Proceso de detección de interferencias



## **CAPITULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS**

### **3.1. Hipótesis**

#### **3.1.1. Hipótesis general**

La detección de interferencias entre las especialidades en la construcción de viviendas de albañilería confinada previene procedimientos constructivos erróneos a través de herramientas BIM.

#### **3.1.2. Hipótesis específicas**

- a) El modelamiento 3D de las especialidades mejora la visualización de la edificación.
- b) La simulación 3D de las especialidades permiten identificar cruces entre ellas.
- c) La documentación de interferencias por especialidad conlleva a proponer soluciones constructivas viables.

### **3.2. Sistema de Variables**

#### **3.2.1. Definición conceptual de variables**

##### **a) Variable independiente**

Interferencias: Las interferencias son conflictos que en la mayoría de casos ocurre entre planos de diferente especialidad, al no tener una suficiente integración, y que generalmente se da en el tema de instalaciones sanitarias y eléctricas.

##### **b) Variable dependiente**

Procedimientos constructivos erróneos: Son una serie de pasos para construir determinados elementos de manera incorrecta, que generalmente se da en la autoconstrucción al no tener supervisión profesional.

### 3.2.2. Operacionalización de variables

**Tabla 1.** Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA	INSTRUMENTO	HERRAMIENTA	ÍTEMS
INTERFERENCIAS	Las interferencias son conflictos que en la mayoría de casos ocurre entre planos de diferente especialidad, al no tener una suficiente integración, y que generalmente se da en el tema de instalaciones sanitarias y eléctricas.	Son cruces entre especialidades, las cuales se detectan realizando una simulación constructiva con la ayuda de modelamientos 3D, con la finalidad de organizarlas y prevenir procedimientos constructivos erróneos.	Especialidades	Arquitectura	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Revisar detalles de aceros de refuerzo</li> <li>✓ Revisar niveles de cimentación</li> <li>✓ Revisar detalles de elementos estructurales</li> <li>✓ Revisar cortes/elevaciones de vanos</li> <li>✓ Revisar compatibilidad de niveles de piso terminado</li> <li>✓ Revisar detalles elementos arquitectónicos</li> <li>✓ Revisar que los circuitos de planta coincidan con el Esquema unifilar</li> <li>✓ Revisar los nivel de tomacorrientes e interruptores</li> </ul>	-	Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Gráficos comparativos</li> <li>✓ Formatos de interferencias por especialidad.</li> <li>✓ Formatos del Clash detection</li> <li>✓ Panel fotográfico por especialidad</li> <li>✓ Cuestionario de interferencias entre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Norma E 070 de Albañilería confinada</li> <li>✓ Norma IS 010 de instalaciones sanitarias</li> <li>✓ Norma EM 010 de instalaciones eléctricas</li> <li>✓ Autodesk Revit</li> <li>✓ Autodesk Navisworks</li> <li>✓ Microsoft Excel</li> <li>✓ Autodesk Autocad</li> <li>✓ Microsoft word</li> </ul>	Indicado en los formatos
				Estructuras	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Revisar la llegada de circuitos a los tableros de distribución.</li> <li>✓ Revisar la conexión entre tuberías</li> <li>✓ Revisar niveles en aparatos sanitarios</li> <li>✓ Revisar isometrías de redes de agua</li> <li>✓ Revisar compatibilidad entre elementos estructurales y planta arquitectónica</li> <li>✓ Revisar si existe cruce entre tuberías y elementos estructurales</li> </ul>					
PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS ERRÓNEOS	Son una serie de pasos para construir determinados elementos de manera incorrecta, que generalmente se da en la autoconstrucción al no tener supervisión profesional.	Pasos para construir edificaciones de manera inadecuada debido a los cruces entre especialidades que generalmente tienen soluciones constructivas incorrectas.	Especialidades	Instalaciones Sanitarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Revisar si existe cruce entre tuberías y vanos</li> <li>✓ Revisar si las luminarias se ubican en vigas y viguetas</li> <li>✓ Revisar si existe cruce entre tuberías de desague con pozo tierra</li> <li>✓ -Revisar si los tomacorrientes e interruptores se ubican en las columnas</li> <li>✓ Obtener reportes de interferencias</li> <li>✓ Documentar interferencias por especialidad</li> </ul>					
				Instalaciones Eléctricas						

Fuente: Elaboración propia

## **CAPITULO IV: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO**

### **4.1. Método de la investigación**

El método inductivo analiza casos particulares, para generar una conclusión general. A partir de las observaciones sistemáticas de la realidad se puede generalizar un hecho o una teoría. Se emplea la observación y la experimentación para llegar a las generalidades de hechos que se repiten una y otra vez. (Alonso, 2019, p.9).

La presente tesis es de tipo inductivo, ya que se analizó un caso particular para llegar a una conclusión general en base a los resultados que se obtengan.

La investigación cuantitativa utiliza instrumentos los cuales tienden a reunir datos de medición sistemática. Como principal característica, el análisis estadístico utiliza la observación, el experimento y la medición. El análisis estadístico tiene como función principal el determinar la muestra de sujetos a estudiar, tabular los datos empíricos obtenidos y establecer las generalizaciones apropiadas a partir de ellos. (Alonso, 2019, p.9)

La presente tesis es de tipo cuantitativa en primera instancia porque a través del modelamiento con herramientas BIM se detectó todas las interferencias entre especialidades, y de esta manera, se pudo cuantificar y organizar las interferencias por especialidad.

“La investigación cualitativa se basa en el análisis personal. Es una investigación interpretativa, referida a lo particular. Tiene como objetivo buscar soluciones a los problemas.” (Alonso, 2019, p. 10)

La presente tesis es de tipo cualitativa, porque una vez detectadas las interferencias, mediante el modelamiento con herramientas BIM, se procedió a proponer soluciones constructivas viables a criterio del profesional y según la NTP E070 de albañilería confinada.

### **4.2. Tipo de investigación**

“La investigación descriptiva se basa en la compilación de datos que describen los hechos y luego organiza, tabula, representa y describe la recopilación de datos.” (Abreu, 2012, p.192).

El nivel de la investigación es de tipo descriptivo, porque se presentó el proceso de detección de interferencias constructivas mediante herramientas BIM, las cuales serán recopiladas y organizadas para proponer su solución.

#### 4.3. Nivel de investigación

“El nivel de la investigación aplicada es práctica, ya que sus resultados se utilizan para resolver problemas cotidianos. La investigación aplicada acostumbra detectar la problemática y busca la solución acorde a un determinado entorno.” (Horna, 2012, p.202).

La presente tesis es aplicada, ya que mediante el uso de herramientas BIM se buscó detectar las interferencias constructivas entre especialidades de la vivienda de albañilería confinada.

#### 4.4. Diseño de investigación

La presente tesis es no experimental porque no se manipuló la variable independiente (interferencias), solo se observó y analizó con la finalidad de proponer soluciones constructivas viables.

“La investigación no experimental se basa en no usar la variable independiente, básicamente observa el fenómeno y como se presenta en la realidad con la intención de analizarlo. Se dividen en diseños transversales y longitudinales.” (Tacillo, 2016, p. 86).

#### 4.5. Población y muestra

##### 4.5.1. Población

“La población es el conjunto de sujetos o cosas que tienen una o más propiedades en común, se encuentran en un espacio o territorio y varían en el transcurso del tiempo. (Horna, 2012, p.221).”

La población está conformada por un total 88 viviendas, la unidad de observación son viviendas multifamiliares. Para el cálculo de la muestra se empleó una población (N=88 proyectos), la cual fue calculada al 95% de confiabilidad ( $k=1.96$ ), una proporción esperada de 0.5 (p y q) y un 5% de error muestral. Aplicando la fórmula de cálculo de la muestra por la población finita  $n=72$ .

LIMA METROPOLITANA: LICENCIAS DE EDIFICACIÓN PARA VIVIENDAS MULTIFAMILIARES OTORGADAS POR LAS MUNICIPALIDADES, SEGÚN ZONA, 2017

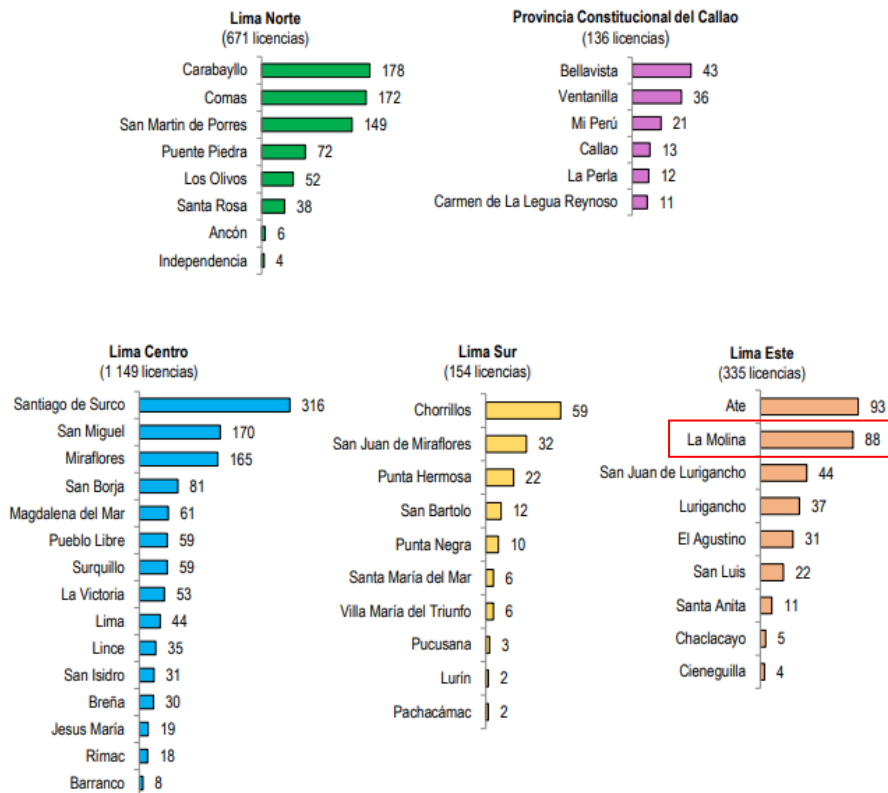


Figura N° 11. Licencia de edificación para viviendas multifamiliares otorgadas por las municipalidades, según zona, 2017

Fuente: INEI, 2017

#### 4.5.2. Muestra

“La muestra es el conjunto de casos extraídos de la población, seleccionados por algún método racional, siempre parte de la población. Si se tienen varias poblaciones, entonces se tendrán varias muestras.” (Horna, 2012, p.221).

La muestra representativa para la investigación fueron las interferencias entre especialidades de la vivienda de albañilería confinada ubicada en el distrito de La Molina, Urb. La molina real, Jr. Miami mz. D sblte. 13-A.

“El muestreo no probabilístico utiliza técnicas que siguen criterios de selección, procurando que la muestra obtenida sea lo más representativa posible.” (Horna, 2012, p.225)

Para la tesis el muestreo es no probabilístico, ya que la muestra fue elegida por el propio conocimiento, comodidad y fácil acceso de los investigadores. Para el cálculo de la muestra (cuestionario) se empleó una población (N) la cual se estableció un 95% de confiabilidad y 5 % de error muestral. Cálculo de la muestra (fórmula 1):

$$\frac{k^2 N p q}{e^2 (N - 1) + k^2 p q} \dots\dots\dots (1)$$

- k = 1.96 (Nivel de confianza al 95 %)
- N = 88 viviendas multifamiliares.
- p = 0.5 (proporción esperada 50%)
- q = 0.5 (1-p = 0.5)
- e = 0.05 (Error muestral)
- n = 72 viviendas multifamiliares a ser estudiadas.

#### 4.6. Técnicas e instrumentación de recolección de datos

##### 4.6.1. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos que se utilizaron para la recolección de datos son:

- a) Cuestionario
- b) Revisión de la Norma E-070, IS10, IM 010
- c) Revisión de planos de arquitectura, estructuras e instalaciones sanitarias y eléctricas.
- d) Herramientas BIM (Revit y Navisworks)
- e) Gráficas comparativas (Excel)
- f) Revisión de tesis nacionales, internacionales y artículos relacionados al tema de investigación.

##### 4.6.2. Método y técnicas

Las técnicas que se utilizaron para la investigación son las de recolección de datos, las cuales fueron planos de las diferentes especialidades de una vivienda de albañilería confinada proporcionados por la empresa CONSORCIO D&C PALOMINO.



Para la recolección de datos se tuvo en cuenta los siguientes requerimientos:

- a) Se modeló la vivienda de albañilería confinada en el software Revit, teniendo previamente los planos de las diferentes especialidades, los cuales serán imprescindibles para el modelamiento 3D.
- b) Con la vivienda unifamiliar modelada en distintas especialidades, se procedió a utilizar el software Navisworks para obtener un modelo único, así poder detectar y agrupar las interferencias constructivas.
- c) Finalmente, con las interferencias detectadas y agrupadas por especialidad, nos apoyamos en la norma E 070 y el criterio profesional para proponer soluciones constructivas viables a los problemas encontrados y cumplir con los objetivos planteados en la presente investigación.

#### 4.7. Validez del instrumento

##### 4.7.1. Cuestionario

Este proceso se realizó por juicio de expertos, para lo cual se solicitó la opinión de tres profesionales dedicados a la supervisión de obras y gestión de proyectos bajo la metodología BIM, quienes analizaron la pertinencia muestral del instrumento (Ver anexo 4), a ellos se les entregó la matriz de consistencia, el instrumento de recolección de datos y la ficha de validación con los indicadores respectivos.

**Tabla 2.** Nivel de validez de los cuestionarios, según el juicio de expertos

<b>Expertos</b>	<b>Validez de instrumento</b> %
Germán Rodrigo, Pérez Rosales Ingeniero civil	85.15 %
Marco Andrés, Villanueva Rojas Ingeniero Civil	80.50 %
Tania Liz, Lluen Puicón Arquitecta	85.44 %
Promedio	83.69 %

Fuente: Elaboración propia.

Los valores resultantes, después de tabular la calificación emitida por los expertos se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 3.** Valores del nivel de validez de los cuestionarios

Valores	Niveles de validez
91-100	Excelente
81-90	Muy Bueno
71-80	Bueno
61-70	Regular
51-60	Deficiente

Fuente: Elaboración propia.

Dada la validez del instrumento por juicio de expertos, donde el cuestionario obtuvo un valor de 83.90% se deduce una validez con calificativo de Muy Bueno por encontrarse dentro del rango del 81 - 90 en valores

#### 4.8. Descripción de procesamiento de análisis

Para la presente investigación, los planos de las diferentes especialidades brindaran los requerimientos necesarios para realizar el modelamiento con Revit 2021, y de esta manera obtener de manera visual los reportes de las interferencias constructivas detectadas por Navisworks 2021, de esta manera poder cumplir con los objetivos propuestos.

## CAPITULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1. Presentación de resultados

#### 5.1.1. Estadísticas de la unidad de estudio

- Ochenta y ocho (88) viviendas multifamiliares de albañilería confinada.
- Ubicación: Distrito de la Molina
- Dirigida hacia Arquitectos e Ingenieros

La población de estudio está conformada por 88 viviendas de albañilería confinada, la cual es el número de licencias de edificación para viviendas multifamiliares otorgadas por la municipalidad de La Molina en el año 2017 según el INEI, valor con el cual obtenemos la muestra de población finita  $n=72$ , con la finalidad de realizar una encuesta para validar que la detección de interferencias entre especialidades previene procesos constructivos erróneos en la construcción de viviendas de albañilería confinada.

LIMA METROPOLITANA: LICENCIAS DE EDIFICACIÓN PARA VIVIENDAS MULTIFAMILIARES OTORGADAS POR LAS MUNICIPALIDADES, SEGÚN ZONA, 2017

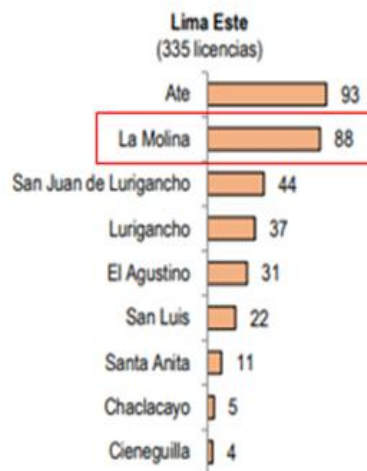


Figura N° 12. Población de estudio

Fuente: INEI, 2017

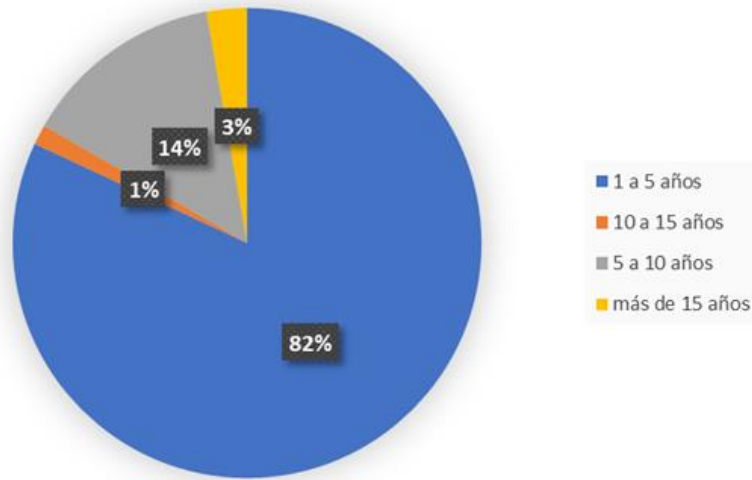


Figura N° 13. Distribución porcentual de años de experiencia en los encuestados

Fuente: Elaboración propia

Según se muestra en la Figura N°12, el 82% de los encuestados tiene de 1 a 5 años de experiencia desarrollando su profesión, mientras que el 14% de los encuestados tiene de 5 a 10 años de experiencia. En total se encuestó a 72 profesionales.

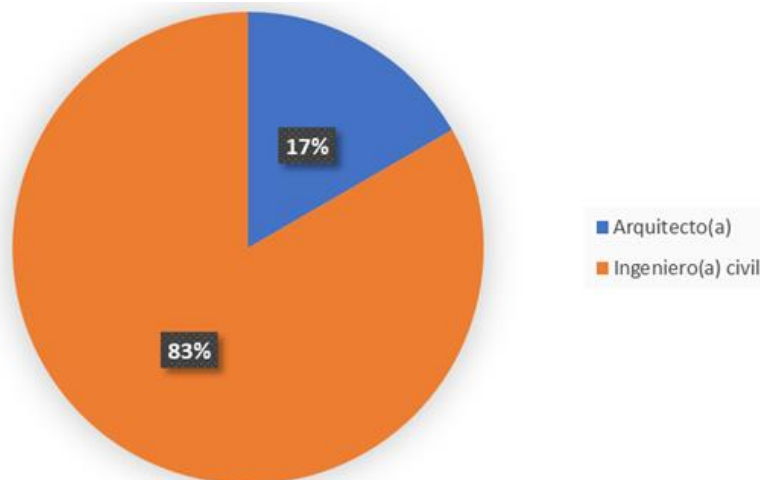


Figura N° 14. Distribución porcentual de la profesión de los encuestados

Fuente: Elaboración propia

Como muestra la Figura N°13, el 83% de los encuestados tiene como profesión la ingeniería civil; por otro lado, solo el porcentaje restante tiene como profesión la arquitectura.

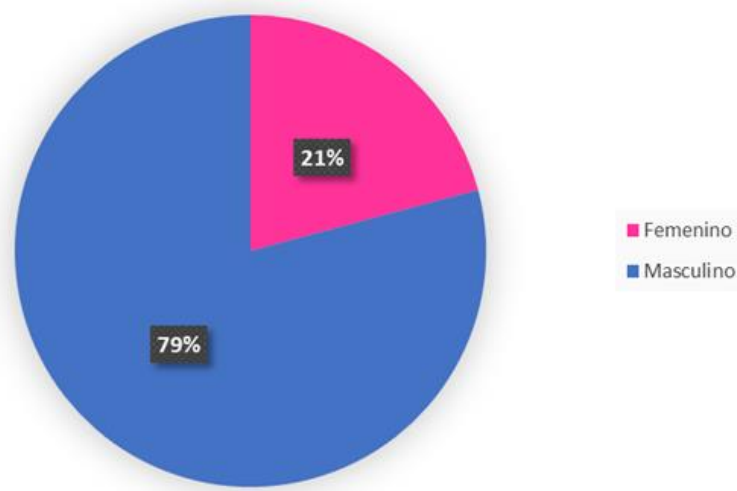


Figura N° 15. Distribución porcentual del sexo de los encuestados

Fuente: Elaboración propia

Según se muestra en la Figura N° 14; el 79% de los encuestados es de sexo masculino, mientras que solo el 21% fue de sexo femenino.

#### 5.1.2. Índice de validez del instrumento

La medida de la fiabilidad para validar el instrumento se ejecutó a través del coeficiente de alfa de Cronbach de acuerdo a lo establecido por George y Mallery (2003, p. 231).

El valor mínimo aceptable para el coeficiente alfa de Cronbach es 0.7; por debajo de ese valor la consistencia interna de la escala utilizada es baja” (Celina y Campo, 2005). Este valor manifiesta la consistencia interna, es decir, muestra la correlación entre cada una de las preguntas; un valor superior a 0.7 revela una fuerte relación entre las preguntas, un valor inferior revela una débil relación entre ellas.

**Tabla 4.** Evaluación los coeficientes de alfa de Cronbach

Valor del coeficiente	Característica
Coeficiente alfa >0,9	Excelente
Coeficiente alfa >0,8	Bueno
Coeficiente alfa >0,7	Aceptable
Coeficiente alfa >0,6	Cuestionable
Coeficiente alfa >0,5	Inaceptable

Fuente: George y Mallery (2003).

Se realizó el procesamiento de datos en el programa estadístico SPSS versión 22 y se obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla 5.** Estadística de Fiabilidad (Alfa de Cronbach - SPSS)

Alfa de Cronbach	N de elementos
,909	30

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la Tabla VII, el valor del Alfa de Cronbach obtenido por el Software SPSS fue de 0.909, lo cual indica que la correlación entre cada una de las preguntas es excelente, según la Tabla 5.

**Tabla 6.** Estadísticas de total de elemento (Alfa de Cronbach - SPSS).

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
1. ¿En sus proyectos, tiene problemas con el entendimiento por deficiencia en el detalle de acero corrugado?	72.68	230.868	.414	.907

2. ¿En su experiencia profesional, presencié incompatibilidad de niveles de cimentación entre planos?	72.78	231.696	.364	.908
3. ¿En su experiencia profesional, tuvo incompatibilidad de niveles en la unión de elementos estructurales?	72.65	222.596	.649	.903
4. ¿En sus proyectos, tiene problemas por densidad de elementos en losas?	72.44	223.659	.620	.904
5. ¿En sus proyectos, tiene dificultad con los niveles de traslape en elementos verticales?	72.50	219.803	.662	.903
6. ¿Los cortes y/o elevaciones del modelo 3D de la edificación, mejora la visualización de detalles en ventanas, puertas y mamparas?	73.86	237.417	.303	.909
7. ¿En sus proyectos, tiene incompatibilidad con los niveles de piso terminado?	72.65	223.019	.661	.903
8. ¿El modelamiento 3D le permite representar de mejor manera detalles de elementos arquitectónicos?	73.85	234.835	.442	.907
9. ¿El modelamiento 3D le ayuda en la representación de acabados de muros exteriores?	73.75	236.106	.328	.908
10. ¿El modelamiento 3D le ayuda en la representación de acabados de muros interiores?	73.58	231.852	.523	.906

11. ¿Cómo resultado del modelamiento 3D, obtiene una mejor visualización de la distribución arquitectónica de la edificación?	73.90	235.131	.463	.907
12. ¿En sus proyectos, tiene dificultad en la coordinación de circuitos eléctricos con el esquema unifilar?	72.76	230.521	.492	.906
13. ¿En sus proyectos, tiene dificultad para controlar la ubicación y niveles de alumbrados e interruptores?	72.75	226.106	.503	.906
14. ¿En sus proyectos, tiene dificultad para controlar la ubicación de tomacorrientes en los ambientes?	73.28	228.372	.527	.905
15. ¿El modelamiento 3D de la red de comunicaciones le permite controlar su ubicación y niveles en los ambientes?	73.39	228.495	.565	.905
16. ¿Cómo resultado del modelamiento 3D, obtiene una mejora en la visualización del sistema eléctrico de la edificación?	73.36	229.023	.498	.906
17. ¿El modelamiento 3D le permite controlar y/o supervisar las conexiones entre tuberías?	73.53	231.718	.525	.906
18. ¿El modelamiento 3D de aparatos sanitarios le permite controlar su ubicación y niveles en los ambientes?	73.46	227.491	.603	.904



19. ¿El modelamiento 3D de las redes de agua mejora el entendimiento de las isometrías?	73.54	227.914	.589	.904
20. ¿Cómo resultado del modelamiento 3D, obtiene una mejora en la visualización del sistema sanitario de la edificación?	73.53	230.337	.524	.905
21. ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, detectó colisiones entre elementos estructurales y no estructurales?	72.63	232.069	.402	.907
22. ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó cruce entre tuberías y elementos estructurales?	73.07	234.657	.403	.907
23. ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó cruce entre tuberías y vanos?	72.47	233.605	.368	.908
24. ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, identificó el cruce de vanos con elementos estructurales?	72.35	235.779	.346	.908
25. ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó la ubicación de luminarias en vigas y/o viguetas?	72.63	233.224	.411	.907

26. ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó el cruce de tuberías con el pozo a tierra?	72.01	226.774	.520	.905
27. ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, identificó la ubicación de tomacorrientes e/o interruptores en columnas?	72.56	230.701	.394	.908
28. ¿Con qué frecuencia, en obras y/o proyectos en los que ha participado, se utilizó el Navisworks (Clash Detection) para obtener un reporte de interferencias?	71.53	229.858	.441	.907
29. ¿Con qué frecuencia, en obras y/o proyectos en los que ha participado, se documentan las inferencias por especialidad?	72.65	232.343	.371	.908
30. ¿En proyectos en los que ha participado, se reúnen los especialistas para proponer soluciones constructivas a las interferencias encontradas?	72.96	232.350	.407	.907

Fuente: Elaboración propia.

Las correlaciones de cada uno de las 30 preguntas y con la prueba total son positivas, siendo las más elevadas la pregunta 5 con una correlación total de elementos corregida 0.662 (Tabla 6).

Los resultados alcanzados muestran que la consistencia interna para medir la fiabilidad del instrumento utilizando el programa SPSS es excelente, con un Alfa de Cronbach 0.909 en la construcción de vivienda multifamiliares de albañilería confinada en el Distrito de La Molina, Lima.

### 5.1.3. Prueba de normalidad

#### 5.1.3.1. Prueba estadística Shapiro-Wilk

La siguiente tabla muestra los resultados del SPSS (*Tabla 7,8 y 9*) que nos indica la normalidad en ambos grupos, desestimamos la prueba de prueba Shapiro-Wilk ( $n \leq 50$ ) y basamos la interpretación en los valores de la prueba Kolmogorov-Smirnov ( $n > 50$ )

**Tabla 7.** Prueba de normalidad para la variable: Visualización

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
1. ¿En sus proyectos, tiene problemas con el entendimiento por deficiencia en el detalle de acero corrugado?	.182	72	.000	.915	72	.000
2. ¿En su experiencia profesional, presencié incompatibilidad de niveles de cimentación entre planos?	.218	72	.000	.895	72	.000
3. ¿En su experiencia profesional, tuvo incompatibilidad de niveles en la unión de elementos estructurales?	.184	72	.000	.915	72	.000
4. ¿En sus proyectos, tiene problemas por densidad de elementos en losas?	.207	72	.000	.900	72	.000

5. ¿En sus proyectos, tiene dificultad con los niveles de traslape en elementos verticales?	.252	72	.000	.861	72	.000
6. ¿Los cortes y/o elevaciones del modelo 3D de la edificación, mejora la visualización de detalles en ventanas, puertas y mamparas?	.335	72	.000	.743	72	.000
7. ¿En sus proyectos, tiene incompatibilidad con los niveles de piso terminado?	.228	72	.000	.904	72	.000
8. ¿El modelamiento 3D le permite representar de mejor manera detalles de elementos arquitectónicos?	.301	72	.000	.756	72	.000
9. ¿El modelamiento 3D le ayuda en la representación de acabados de muros exteriores?	.287	72	.000	.773	72	.000
10. ¿El modelamiento 3D le ayuda en la representación de acabados de muros interiores?	.273	72	.000	.814	72	.000
11. ¿Cómo resultado del modelamiento 3D, obtiene una mejor visualización de la distribución arquitectónica de la edificación?	.323	72	.000	.746	72	.000

12. ¿En sus proyectos, tiene dificultad en la coordinación de circuitos eléctricos con el esquema unifilar?	.205	72	.000	.898	72	.000
13. ¿En sus proyectos, tiene dificultad para controlar la ubicación y niveles de alumbrados e interruptores?	.230	72	.000	.898	72	.000
14. ¿En sus proyectos, tiene dificultad para controlar la ubicación de tomacorrientes en los ambientes?	.234	72	.000	.874	72	.000
15. ¿El modelamiento 3D de la red de comunicaciones le permite controlar su ubicación y niveles en los ambientes?	.263	72	.000	.843	72	.000
16. ¿Cómo resultado del modelamiento 3D, obtiene una mejora en la visualización del sistema eléctrico de la edificación?	.270	72	.000	.845	72	.000
17. ¿El modelamiento 3D le permite controlar y/o supervisar las conexiones entre tuberías?	.216	72	.000	.840	72	.000

18.	¿El modelamiento 3D de aparatos sanitarios le permite controlar su ubicación y niveles en los ambientes?	.220	72	.000	.844	72	.000
19.	¿El modelamiento 3D de las redes de agua mejora el entendimiento de las isometrías?	.254	72	.000	.814	72	.000
20.	¿Cómo resultado del modelamiento 3D, obtiene una mejora en la visualización del sistema sanitario de la edificación?	.260	72	.000	.824	72	.000

Para un nivel de confianza del 95%, la prueba de significancia para la variable visualización son menores a 0,050, tal como indica la Tabla 7 este resultado indica que los datos no siguen una distribución normal, según la regla de decisión: Si:  $p > 0.05$  los datos siguen una distribución normal y Si:  $p \leq 0.05$ , los datos no siguen una distribución normal.

**Tabla 8.** Prueba de normalidad para la variable: Interferencias

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
21. ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, detectó colisiones entre elementos estructurales y no estructurales?	.188	72	.000	.907	72	.000

22. ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó cruce entre tuberías y elementos estructurales?	.247	72	.000	.869	72	.000
23. ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó cruce entre tuberías y vanos?	.189	72	.000	.908	72	.000
24. ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, identificó el cruce de vanos con elementos estructurales?	.286	72	.000	.868	72	.000
25. ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó la ubicación de luminarias en vigas y/o viguetas?	.226	72	.000	.899	72	.000
26. ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó el cruce de tuberías con el pozo a tierra?	.208	72	.000	.901	72	.000
27. ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, identificó la ubicación de tomacorrientes e/o interruptores en columnas?	.212	72	.000	.905	72	.000

Para un nivel de confianza del 95%, la prueba de significancia para la variable Interferencias son menores a 0,050, tal como indica la Tabla 8, este resultado indica que los datos no siguen una distribución normal, según la regla de decisión: Si:  $p > 0.05$  los datos siguen una distribución normal y Si:  $p \leq 0.05$ , los datos no siguen una distribución normal.

Tabla 9. Prueba de normalidad para la variable: Documentación

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
28. ¿Con qué frecuencia, en obras y/o proyectos en los que ha participado, se utilizó el Navisworks (Clash Detection) para obtener un reporte de interferencias?	.232	72	.000	.834	72	.000
29. ¿Con qué frecuencia, en obras y/o proyectos en los que ha participado, se documentan las inferencias por especialidad?	.181	72	.000	.898	72	.000
30. ¿En proyectos en los que ha participado, se reúnen los especialistas para proponer soluciones constructivas a las interferencias encontradas?	.197	72	.000	.899	72	.000



Para un nivel de confianza del 95%, la prueba de significancia para la variable Documentación son menores a 0,050, tal como indica la Tabla 9, este resultado indica que los datos no siguen una distribución normal, según la regla de decisión: Si:  $p > 0.05$  los datos siguen una distribución normal y Si:  $p \leq 0.05$ , los datos no siguen una distribución normal.

## 5.2. Análisis de resultados

### 5.2.1. Estadísticos descriptivos de la información

Se utilizó el programa SPSS para obtener la data estadística que permita realizar el análisis de cuantitativo, cualitativo, de calidad y riesgo.

### 5.2.2. Análisis de calidad

Existen diversas técnicas cualitativas y pocas técnicas cuantitativas como las gráficas, que permiten determinar si la prestación de un servicio se encuentra bajo control; es decir, verificar si la calidad está dentro de los estándares establecidos por la empresa o institución, o fuera de ellos. El presente estudio muestra gráficas de control con el fin de identificar cuáles son las interferencias que se presentan en mayor medida en la construcción de viviendas de albañilería confinada. Por otra parte, se utilizó el análisis cuantitativo para comprender cuales son los procesos que requieren mayor estudio y que necesitan de mejoras para cumplir con los objetivos del presente estudio

### 5.2.3. Análisis cuantitativo

En nuestro análisis cuantitativo se llevó a cabo el estudio sobre los riesgos de la de la información recolectada, con el fin de clasificar y evaluar su riesgo en la investigación. Además, para el presente análisis se utilizaron gráficas de control del software SPSS, para conocer cuáles eran los indicadores que requerían mayor observación y que necesitaban realizar mejoras con el fin de cumplir con los objetivos de la presente tesis.

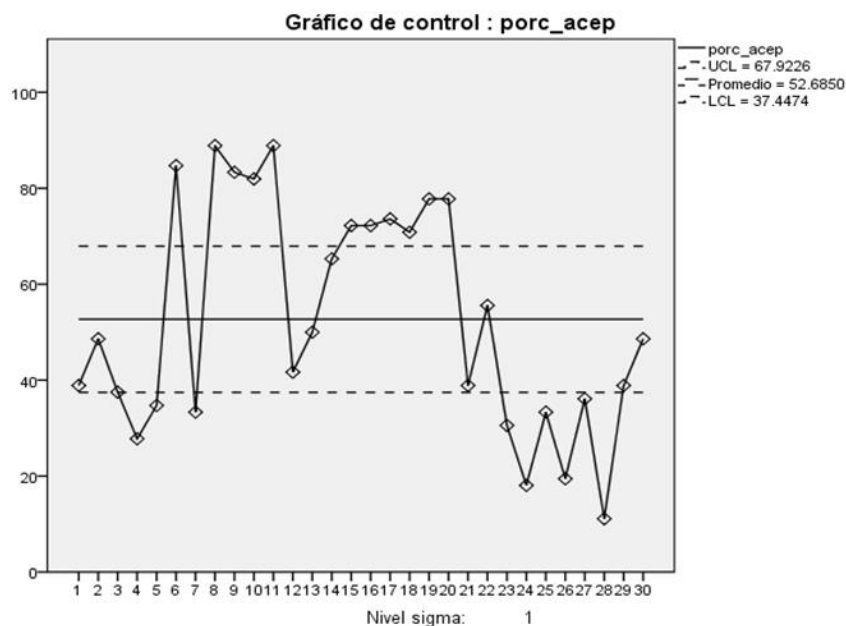


Figura N° 16. Gráfico de control estadístico

La Figura N°16 muestra que los puntos 3, 4, 5, 7, 23, 24, 25, 26, 27 y 28 están fuera de control por debajo de 40%. Por lo que se tiene que realizar un mayor seguimiento en esos diez indicadores, para realizar un análisis de riesgos y dar una propuesta de mejora.

Tabla 10. Procesos de la correspondencia que se encuentra en la zona de riesgo en la detección de interferencias de viviendas de albañilería confinada.

Ítem	Descripción
3	¿En su experiencia profesional, tuvo incompatibilidad de niveles en la unión de elementos estructurales?
4	¿En sus proyectos, tiene problemas por densidad de elementos en losas?
5	¿En sus proyectos, tiene dificultad con los niveles de traslape en elementos verticales?
7	¿En sus proyectos, tiene incompatibilidad con los niveles de piso terminado?
23	¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó cruce entre tuberías y vanos?
24	¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, identificó el cruce de vanos con elementos estructurales?

---

25	¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó la ubicación de luminarias en vigas y/o viguetas?
26	¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó el cruce de tuberías con el pozo a tierra?
27	¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, identificó la ubicación de tomacorrientes e/o interruptores en columnas?
28	¿Con qué frecuencia, en obras y/o proyectos en los que ha participado, se utilizó el Navisworks (Clash Detection) para obtener un reporte de interferencias?

---

#### 5.2.4. Análisis cualitativo

El análisis cualitativo consistió en priorizar los riesgos para tomar acciones posteriores, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia y el impacto de dichos riesgos, para mejorar el desempeño de los procesos del proyecto concentrando los riesgos de alta prioridad. Para la detección de interferencias se aplicó la propuesta de mejora en aquellos indicadores que tengan un porcentaje de aceptación menor del 70 % del nivel de validez según la *Tabla 3*.

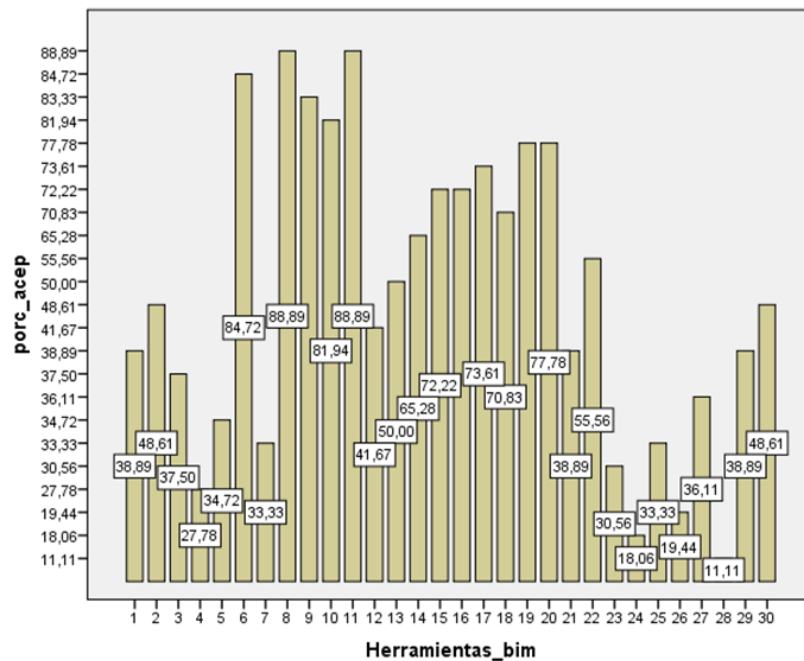


Figura N° 17. Porcentaje de aceptación de los indicadores en el cuestionario

De acuerdo a la Figura N°17 se elaboró la Tabla 11, en dónde se colocaron los indicadores con un porcentaje de aceptación por debajo del 70%.

Tabla 11. Indicadores a realizar propuesta de mejora en la detección de interferencias de albañilería confinada.

Ítem	Descripción
1	¿En sus proyectos, tiene problemas con el entendimiento por deficiencia en el detalle de acero corrugado?
2	¿En su experiencia profesional, presenció incompatibilidad de niveles de cimentación entre planos?
3	¿En su experiencia profesional, tuvo incompatibilidad de niveles en la unión de elementos estructurales?
4	¿En sus proyectos, tiene problemas por densidad de elementos en losas?
5	¿En sus proyectos, tiene dificultad con los niveles de traslape en elementos verticales?
7	¿En sus proyectos, tiene incompatibilidad con los niveles de piso terminado?
12	¿En sus proyectos, tiene dificultad en la coordinación de circuitos eléctricos con el esquema unifilar?
13	¿En sus proyectos, tiene dificultad para controlar la ubicación y niveles de alumbrados e interruptores?
14	¿En sus proyectos, tiene dificultad para controlar la ubicación de tomacorrientes en los ambientes?
21	¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, detectó colisiones entre elementos estructurales y no estructurales?
22	¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó cruce entre tuberías y elementos estructurales?
23	¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó cruce entre tuberías y vanos?
24	¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, identificó el cruce de vanos con elementos estructurales?
25	¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó la ubicación de luminarias en vigas y/o viguetas?
26	¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó el cruce de tuberías con el pozo a tierra?
27	¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, identificó la ubicación de tomacorrientes e/o interruptores en columnas?
28	¿Con qué frecuencia, en obras y/o proyectos en los que ha participado, se utilizó el Navisworks (Clash Detection) para obtener un reporte de interferencias?

29	¿Con qué frecuencia, en obras y/o proyectos en los que ha participado, se documentan las inferencias por especialidad?
30	¿En proyectos en los que ha participado, se reúnen los especialistas para proponer soluciones constructivas a las interferencias encontradas?

De la Tabla 11 se analizaron los indicadores con el fin de observar el impacto que tendrían para cumplir con los objetivos de la presente tesis.

#### 5.2.5. Análisis de riesgos

Para el análisis de riesgos se realizó la intersección de los indicadores que estaban fuera de control en el análisis cuantitativo y aquellos con un porcentaje menor al 70% del análisis cualitativo. En las siguientes tablas se mostrarán cada una de ellas.

Tabla 12. Respuestas a la pregunta 3

**Pregunta 3:** ¿En su experiencia profesional, tuvo incompatibilidad de niveles en la unión de elementos estructurales?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válido</b>	Siempre	10	13.9	13.9	13.9
	Frecuentemente	17	23.6	23.6	37.5
	Ocasionalmente	25	34.7	34.7	72.2
	Raramente	15	20.8	20.8	93.1
	Nunca	5	6.9	6.9	100.0
	Total	72	100.0	100.0	

La Tabla 12 indica que el 34,7% de los encuestados ocasionalmente encuentra incompatibilidades en la unión de elementos estructurales, mientras que el 13,9% siempre encuentra incompatibilidad; por otro lado, solo el 9,7% nunca encuentra incompatibilidades en las uniones estructurales.

Tabla 13. Respuestas a la pregunta 4

**Pregunta 4:** ¿En sus proyectos, tiene problemas por densidad de elementos en losas?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válido</b>	Siempre	9	12.5	12.5	12.5
	Frecuentemente	11	15.3	15.3	27.8
	Ocasionalmente	25	34.7	34.7	62.5
	Raramente	22	30.6	30.6	93.1
	Nunca	5	6.9	6.9	100.0
	Total	72	100.0	100.0	

La Tabla 13 indica que el 34,7% y 30,6% de los encuestados ocasionalmente y raramente respectivamente, tiene problemas por densidad de elementos en losas, mientras que el 12,5% siempre tiene problemas; por otro lado, solo el 6,9% nunca tiene problemas por la gran densidad de elementos en losa.

Tabla 14. Respuestas a la pregunta 5

**Pregunta 5:** ¿En sus proyectos, tiene dificultad con los niveles de traslape en elementos verticales?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válido</b>	Siempre	13	18.1	18.1	18.1
	Frecuentemente	12	16.7	16.7	34.7
	Ocasionalmente	14	19.4	19.4	54.2
	Raramente	29	40.3	40.3	94.4
	Nunca	4	5.6	5.6	100.0
	Total	72	100.0	100.0	

La Tabla 14 indica que 40,3% de los encuestados raramente tiene dificultades con los traslapes en elementos verticales, mientras que el 18,1% siempre tiene dificultades; por otro lado, solo el 5,9% nunca tiene dificultades al momento de traslapar elementos verticales.

Tabla 15. Respuestas a la pregunta 7

**Pregunta 7:** ¿En sus proyectos, tiene incompatibilidad con los niveles de piso terminado?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válido</b>	Siempre	10	13.9	13.9	13.9
	Frecuentemente	14	19.4	19.4	33.3
	Ocasionalmente	31	43.1	43.1	76.4
	Raramente	12	16.7	16.7	93.1
	Nunca	5	6.9	6.9	100.0
	Total	72	100.0	100.0	

La Tabla 15 indica que 43,1% de los encuestados ocasionalmente tiene incompatibilidades por los niveles de piso terminado, mientras que el 13,9 % siempre tiene dificultades; por otro lado, solo el 6,9% nunca tiene incompatibilidades con los niveles de piso terminado.

Tabla 16. Respuestas a la pregunta 23

**Pregunta 23:** ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó cruce entre tuberías y vanos?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válido</b>	Siempre	4	5.6	5.6	5.6
	Frecuentemente	18	25.0	25.0	30.6
	Ocasionalmente	27	37.5	37.5	68.1
	Raramente	19	26.4	26.4	94.4
	Nunca	4	5.6	5.6	100.0
	Total	72	100.0	100.0	

La Tabla 16 indica que 25% y 37,5% de los encuestados frecuentemente y ocasionalmente respectivamente visualizan cruces entre tuberías y vanos, mientras que el 5,6 % siempre tiene visualiza; por otro lado, solo el 5.6% nunca encuentra cruces entre tuberías y vanos.

Tabla 17. Respuestas a la pregunta 24

**Pregunta 24:** ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, identificó el cruce de vanos con elementos estructurales?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válido</b>	Siempre	2	2.8	2.8	2.8
	Frecuentemente	11	15.3	15.3	18.1
	Ocasionalmente	39	54.2	54.2	72.2
	Raramente	15	20.8	20.8	93.1
	Nunca	5	6.9	6.9	100.0
	Total	72	100.0	100.0	

La Tabla 17 indica que 54,2% de los encuestados ocasionalmente encuentra cruces de vanos con elementos estructurales, mientras que el 2,8% siempre tiene encuentra; por otro lado, solo el 6,9% nunca identifica cruce de vanos con elementos estructurales.

Tabla 18. Respuestas a la pregunta 25

**Pregunta 25:** ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó la ubicación de luminarias en vigas y/o viguetas?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válido</b>	Siempre	5	6.9	6.9	6.9
	Frecuentemente	19	26.4	26.4	33.3
	Ocasionalmente	31	43.1	43.1	76.4
	Raramente	15	20.8	20.8	97.2
	Nunca	2	2.8	2.8	100.0
	Total	72	100.0	100.0	

La Tabla 18 indica que 43,1% de los encuestados ocasionalmente visualiza luminarias en vigas y/o viguetas, mientras que el 6,9% siempre visualiza; por otro lado, solo el 2,8 % nunca visualiza la ubicación de luminarias en vigas y/o viguetas.



Tabla 19. Respuestas a la pregunta 26

**Pregunta 26:** ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó el cruce de tuberías con el pozo a tierra?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Siempre	4	5.6	5.6	5.6
	Frecuentemente	10	13.9	13.9	19.4
	Ocasionalmente	20	27.8	27.8	47.2
	Raramente	24	33.3	33.3	80.6
	Nunca	14	19.4	19.4	100.0
	Total	72	100.0	100.0	

La Tabla 19 indica que 27,8% y 33,3% ocasionalmente y raramente respectivamente, observa cruces entre tuberías y el pozo a tierra, mientras que el 5,6% siempre visualiza; por otro lado, el 19,4% nunca visualiza el cruce de tuberías con el pozo a tierra.

Tabla 20. Respuestas a la pregunta 27

**Pregunta 27:** ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, identificó la ubicación de tomacorrientes y/o interruptores en columnas?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Siempre	7	9.7	9.7	9.7
	Frecuentemente	19	26.4	26.4	36.1
	Ocasionalmente	27	37.5	37.5	73.6
	Raramente	10	13.9	13.9	87.5
	Nunca	9	12.5	12.5	100.0
	Total	72	100.0	100.0	

La Tabla 20 indica que 26,4% y 37,5% frecuentemente y ocasionalmente respectivamente, identifica la ubicación de tomacorrientes y/o interruptores en columnas, mientras que el 9,7% siempre identifica; por otro lado, el 12,5% nunca tomacorrientes y/o interruptores en columnas.

Tabla 21. Respuestas a la pregunta 28

**Pregunta 28:** ¿Con qué frecuencia, en obras y/o proyectos en los que ha participado, se utilizó el Navisworks (Clash Detection) para obtener un reporte de interferencias?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Siempre	2	2.8	2.8	2.8
	Frecuentemente	6	8.3	8.3	11.1
	Ocasionalmente	14	19.4	19.4	30.6
	Raramente	21	29.2	29.2	59.7
	Nunca	29	40.3	40.3	100.0
	Total	72	100.0	100.0	

La Tabla 21 indica que 40,3% de los encuestados nunca utiliza el Navisworks para obtener un reporte de interferencias, el 29,2% raramente lo usa y solo el 2,8% siempre utiliza la herramienta BIM.

### 5.3. Contrastación de la hipótesis

#### 5.3.1. Contrastación de la hipótesis general

Hipótesis general

a) Hipótesis alterna (Ha):

La detección de interferencias entre las especialidades en la construcción de viviendas de albañilería confinada previene procedimientos constructivos erróneos a través del uso de herramientas BIM.

b) Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):

La detección de interferencias entre las especialidades en la construcción de viviendas de albañilería confinada no previene procedimientos constructivos erróneos a través del uso de herramientas BIM.

#### 5.3.2. Contrastación de las hipótesis específicas

Hipótesis específica (1)

a) Hipótesis alterna (Ha):

El modelamiento 3D de las especialidades mejora la visualización de la edificación.

b) Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):

El modelamiento 3D de las especialidades no mejora la visualización de la edificación.

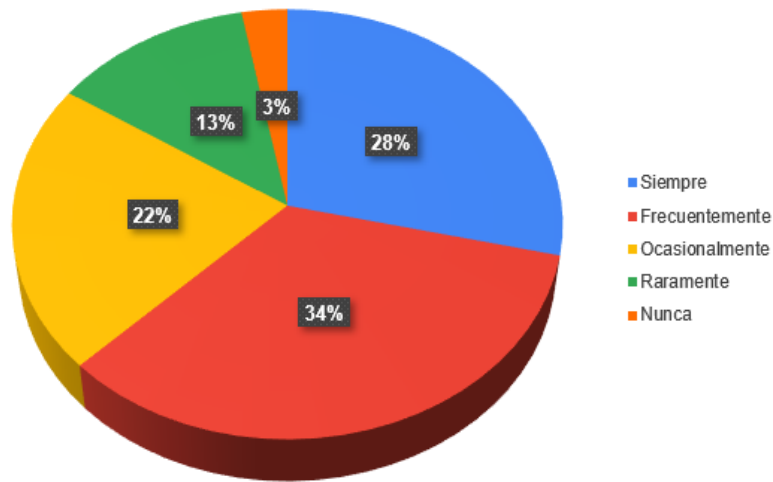


Figura N° 18. Visualización de especialidades en la construcción de viviendas de albañilería confinada.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura N°18 indica que para el 62% de los encuestados el modelamiento 3D de las diferentes especialidades mejora la visualización de la edificación, por consiguiente, se acepta la hipótesis de investigación, es decir, en un 38% de proyectos se puede implementar una propuesta de mejora para mejorar la visualización y entendimiento de las edificaciones de albañilería confinada.

Hipótesis específica (2)

a) Hipótesis alterna (Ha):

La simulación 3D de las especialidades permiten identificar cruces entre ellas.

b) Hipótesis nula (H0):

La simulación 3D de las especialidades no permiten identificar cruces entre ellas.

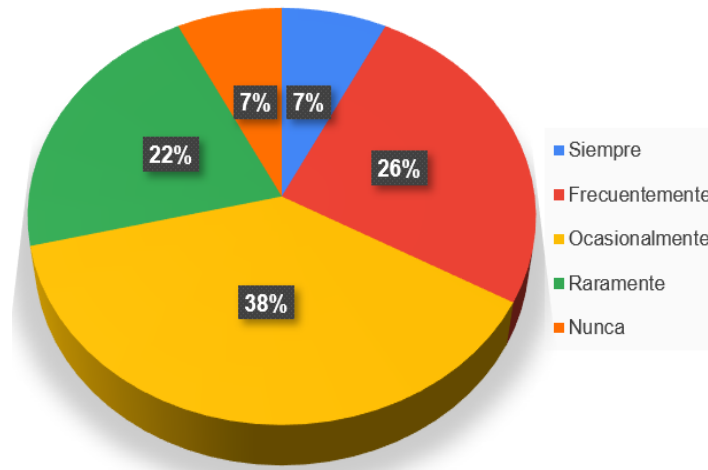


Figura N° 19. Cruces entre especialidades en la construcción de viviendas de albañilería confinada.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura N°19 indica que para el 33% de los encuestados la simulación 3D de las especialidades permite identificar cruces entre ellas, por consiguiente, se acepta la hipótesis de investigación, es decir, en un 67% de proyectos se puede implementar una propuesta de mejora para identificar cruces entre especialidades en la construcción de viviendas de albañilería confinada.

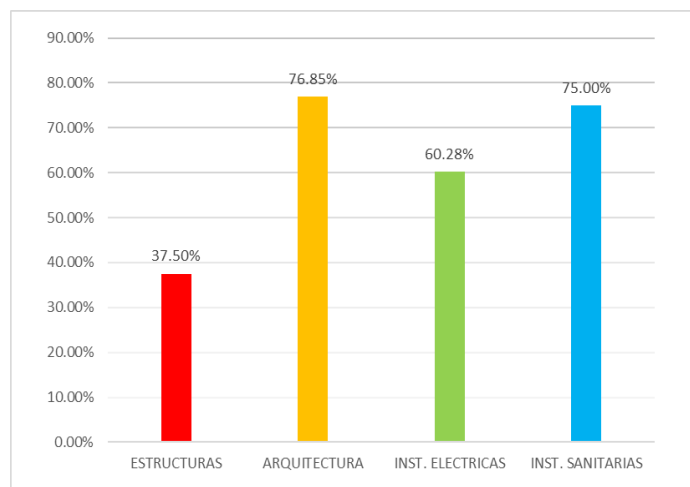


Figura N° 20. Porcentaje de aceptación de la hipótesis por indicador

### Hipótesis específica (3)

#### a) Hipótesis alterna (Ha):

La documentación de interferencias por especialidad conlleva a proponer soluciones constructivas viables.

#### b) Hipótesis nula (H0):

La documentación de interferencias por especialidad no conlleva a proponer soluciones constructivas viables.

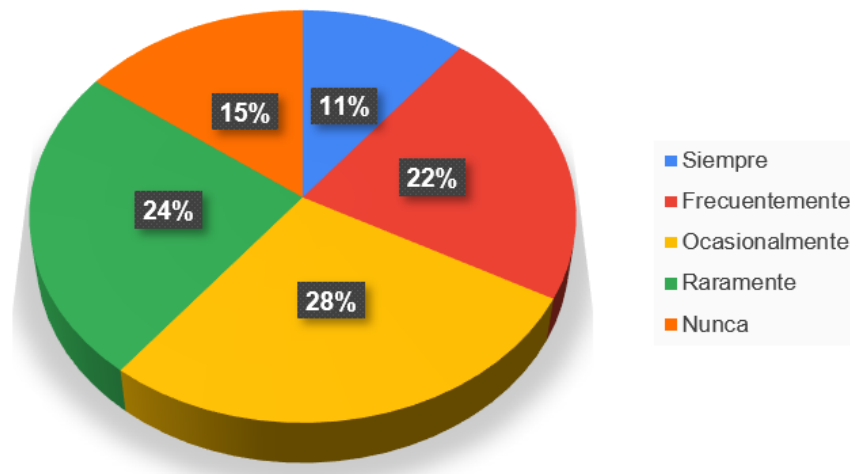


Figura N° 21. Documentación de interferencias en la construcción de viviendas de albañilería confinada.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura N°21 indica que para el 33% de los encuestados la documentación de interferencias por especialidades conlleva a proponer soluciones constructivas viables, por consiguiente, se acepta la hipótesis de investigación, es decir, en un 67% de proyectos se puede implementar una propuesta de mejora para proponer soluciones constructivas viables en la construcción de viviendas de albañilería confinada

### 5.3.3. Interpretación de los resultados

Tabla 22. Cuadro resumen de la aceptación de hipótesis específicas

Ítem	Descripción	Aceptación (%)
1	Visualización	62.00
2	Cruce entre especialidades	33.00
3	Soluciones constructivas viables	33.00

Fuente: Elaboración propia

## 5.4. Desarrollo del proyecto

### 5.4.1. Generalidades de la empresa

#### 5.4.1.1. Empresa constructora

Somos una empresa de construcción de proyectos de arquitectura e ingeniería civil, comprometidos con nuestros clientes en la ejecución de proyectos dentro del alcance, plazo y presupuesto previsto; cumpliendo estándares de calidad, respeto del medio ambiente, responsabilidad social y seguridad y salud en el trabajo; así mismo, reconocemos el esfuerzo, trabajo en equipo y compromiso de nuestros colaboradores, promoviendo oportunidades de desarrollo personal y profesional.

La empresa orienta sus esfuerzos a satisfacer los requerimientos de sus clientes, por ellos desde inicios del 2007 se encuentra en proceso de implementar un sistema integrado de gestión, vinculado a la calidad, medio ambiente, salud y seguridad ocupacional, con la finalidad de obtener los certificados ISO 9001 y ISO 14001.

#### 5.4.1.2. Misión

Somos una empresa de construcción de proyectos de arquitectura e ingeniería civil, comprometidos con nuestros clientes en la ejecución de proyectos dentro del alcance, plazo y presupuesto previsto; cumpliendo estándares de calidad, respeto del medio ambiente, responsabilidad social y seguridad y salud en el trabajo; así mismo,

reconocemos el esfuerzo, trabajo en equipo y compromiso de nuestros colaboradores, promoviendo oportunidades de desarrollo personal y profesional.

#### 5.4.1.3. Visión

Ser una empresa líder en consultoría y construcción de proyectos de arquitectura e ingeniería civil, reconocidos a nivel nacional por su alta competitividad profesional y experiencia, desarrollando fuertes y duraderas relaciones de confianza con sus clientes.



Figura N° 22. Proceso de calidad de la empresa

Fuente: [www.dyc.pe](http://www.dyc.pe)

#### 5.4.2. Estadística descriptiva del proyecto

El proyecto es una vivienda unifamiliar que está constituida por semisótano, 1°, 2°, 3° piso y azotea (Material liviano). La Vivienda Unifamiliar de propiedad de Maribel Bravo Ávila, está ubicado, en la calle Miami, Mz- "D", Lote 13-A, en Urb. La Molina Real, en el distrito de la Molina; Provincia y Departamento de Lima.

El predio tiene área total de 211.75 m<sup>2</sup> y 597.60 m<sup>2</sup> de área techada, distribuyéndose de la siguiente manera:

Semisótano: 162.36 m<sup>2</sup>

Primer Piso: 145.08 m<sup>2</sup>

Segundo Piso: 145.08 m<sup>2</sup>

Tercer Piso: 145.08 m<sup>2</sup>

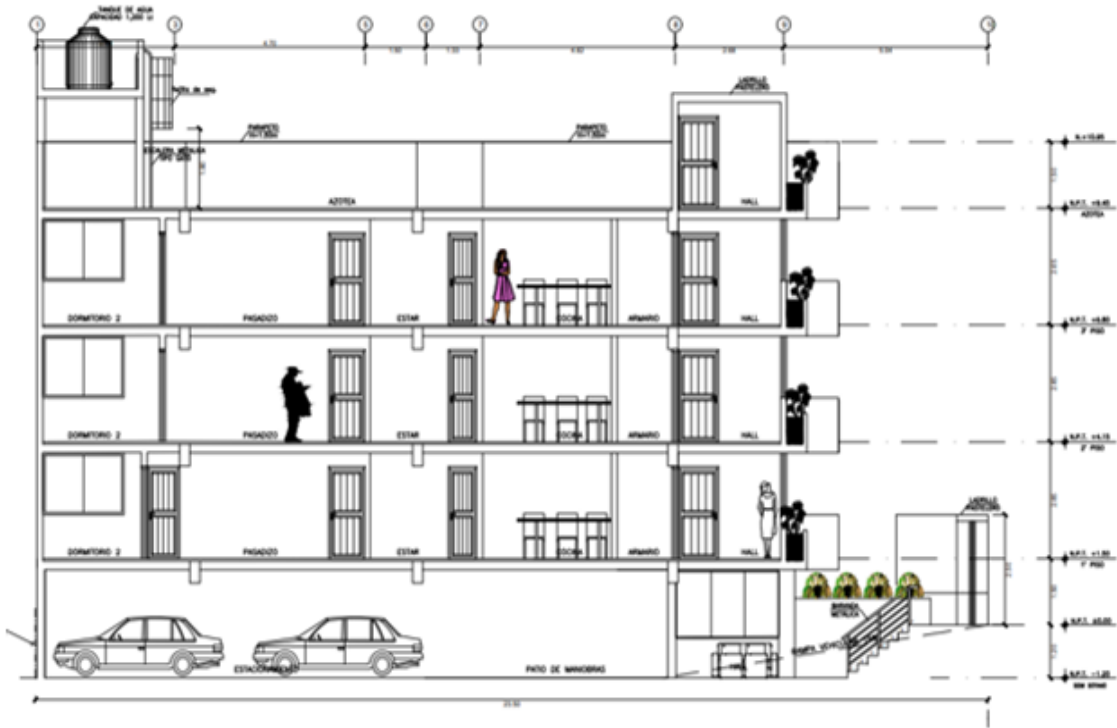


Figura N° 23. Elevación Principal

Fuente: Planos brindados por la empresa

PARAMETROS SISMO-RESISTENTES			
a) SISTEMA ESTRUCTURAL SISMO-RESISTENTE:			
SISTEMA APORTICADO	:	(XX)	
SISTEMA ALBAÑILERÍA CONFINADA	:	(YY)	
EDIFICACION REGULAR			
CATEGORIA DE LA EDIFICACION : C			
b) PARAMETROS PARA DEFINIR FUERZA SISMICA:			
- FACTOR DE ZONA (ZONA 4)	:	Z=0.45	
- FACTOR DE SUELO (TIPO S2)	:	S=1.05	Tp(s)=0.60 TL(s)=2.00
- FACTOR DE USO (CATEGORIA C)	:	U=1.0	
- FACTOR DE REDUCCION	:	Rx=8.00	Ry=3.00
- COEFICIENTE DE AMPLIFICACION SISMICA	:	C=2.5	
c) DISTORSIONES MÁXIMAS:			
ESPECTRO DE DISEÑO X (APORTICADO)	:	Rx=8.00	
ESPECTRO DE DISEÑO Y (ALBAÑILERÍA CONFINADA)	:	Ry=3.00	
- SEGÚN CÁLCULO		XX: 0.00676	YY: 0.001 : 4
- SEGÚN NORMA		XX: 0.007	YY: 0.005

Figura N° 24. Parámetros sismo-resistentes

Fuente: Elaboración de la empresa constructora



### 5.4.3. Herramientas de control de calidad

#### 5.4.3.1. Programa para el modelamiento de la edificación

Para el modelamiento por especialidad de arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas y sanitarias de la vivienda de albañilería confinada, se utilizó como herramienta el Autodesk Revit 2021, dicha herramienta posee la facilidad de modelar simultáneamente en 2D y 3D proporcionando una mayor visualización del modelo, generando vistas personalizadas para su entendimiento.

Esto con la finalidad de obtener un modelo más realista en la etapa de construcción del proyecto.

#### 5.4.3.2. Programa para la detección de interferencias

Para la detección de interferencias por especialidad de arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas y sanitarias de la vivienda de albañilería confinada, se utilizó como herramienta el Autodesk Navisworks 2021, dicha herramienta posee la facilidad de integrar en un modelo único los modelamientos independientes por especialidad realizados en el Revit. Como resultado se obtiene un modelo en el cual se puede visualizar las instalaciones eléctricas y sanitarias y su relación con la arquitectura y estructura.

Esto con la finalidad de obtener un reporte de interferencias a causa de incompatibilidad de especialidades.

### 5.4.4. Detección de interferencias con Building de Information Modeling

#### a) Documentación de planos por especialidad

Se obtuvieron los planos de todas las especialidades de la edificación.

Arquitectura: La planta típica arquitectónica del primer al tercer nivel cuenta con 4 dormitorios, con 4 servicios higiénicos, un comedor, una cocina, una lavandería, una sala y su balcón

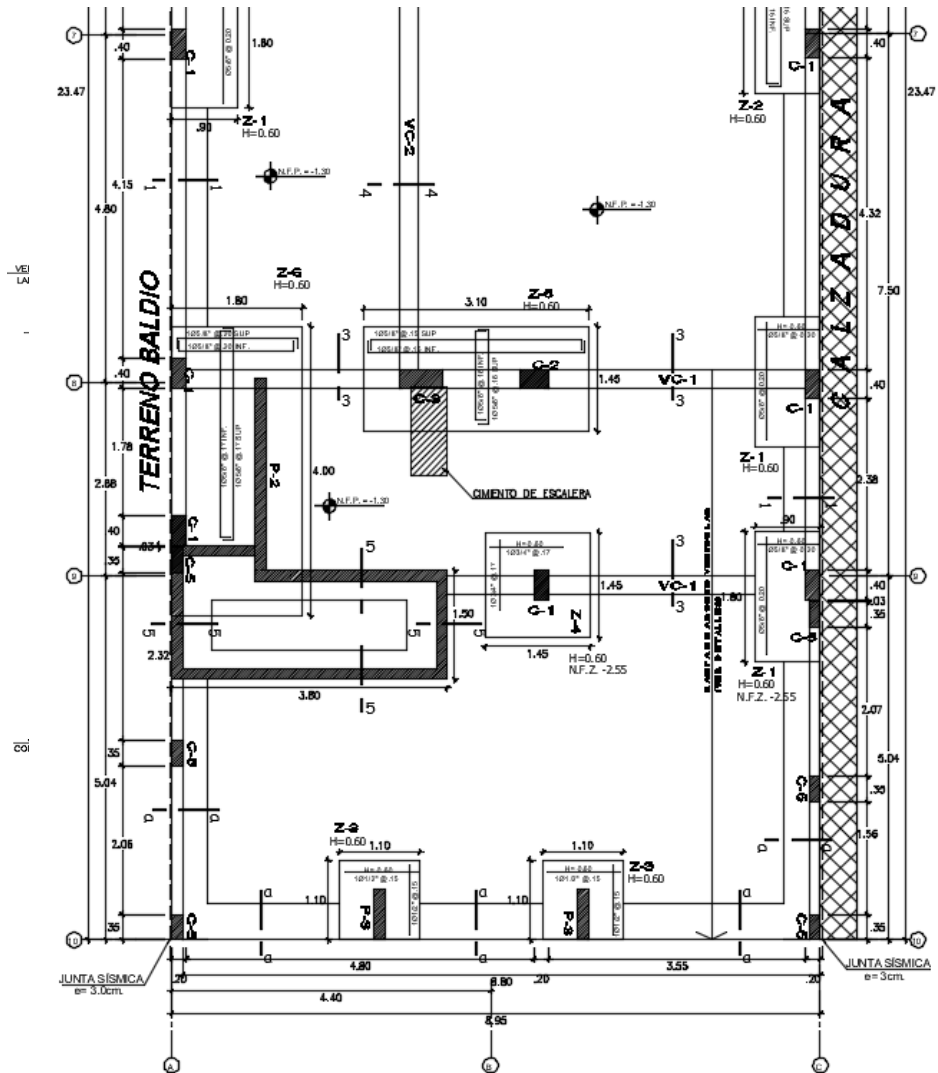


Figura N° 25. Sección del plano la Arquitectura del Nivel 1

Estructura: La vivienda tiene como sistema estructural en la dirección XX aporticado y en la dirección YY albañilería confinada. Además, cuenta con un sistema de calzaduras de 23.47 metros de longitud; cuenta con una cisterna ubicada en el semisótano y tanque elevado en la azotea. En la dirección XX al ser aporticado cuenta con varias vigas peraltadas; así mismo, en la dirección YY las vigas de confinamiento también tendrán un pequeño peralte. En su mayoría se tendrá losa aligerada, salvo en el descanso de las escaleras, donde será losa maciza.

Figura N° 26. Sección del plano la cimentación de la estructura

Instalaciones sanitarias: Para el sistema de agua fría, se cuenta con una cisterna la cual a través de dos bombas será impulsada hacia el tanque elevado. Se tienen tres montantes de agua fría las cuales alimentarán a cada piso. Para el sistema de agua caliente. Se tendrá un calentador eléctrico en cada piso. Finalmente, para el sistema de desagüe se tienen cinco montantes las cuales llegarán al semisótano y serán enviadas a la caja de registro mediante tuberías colgantes.

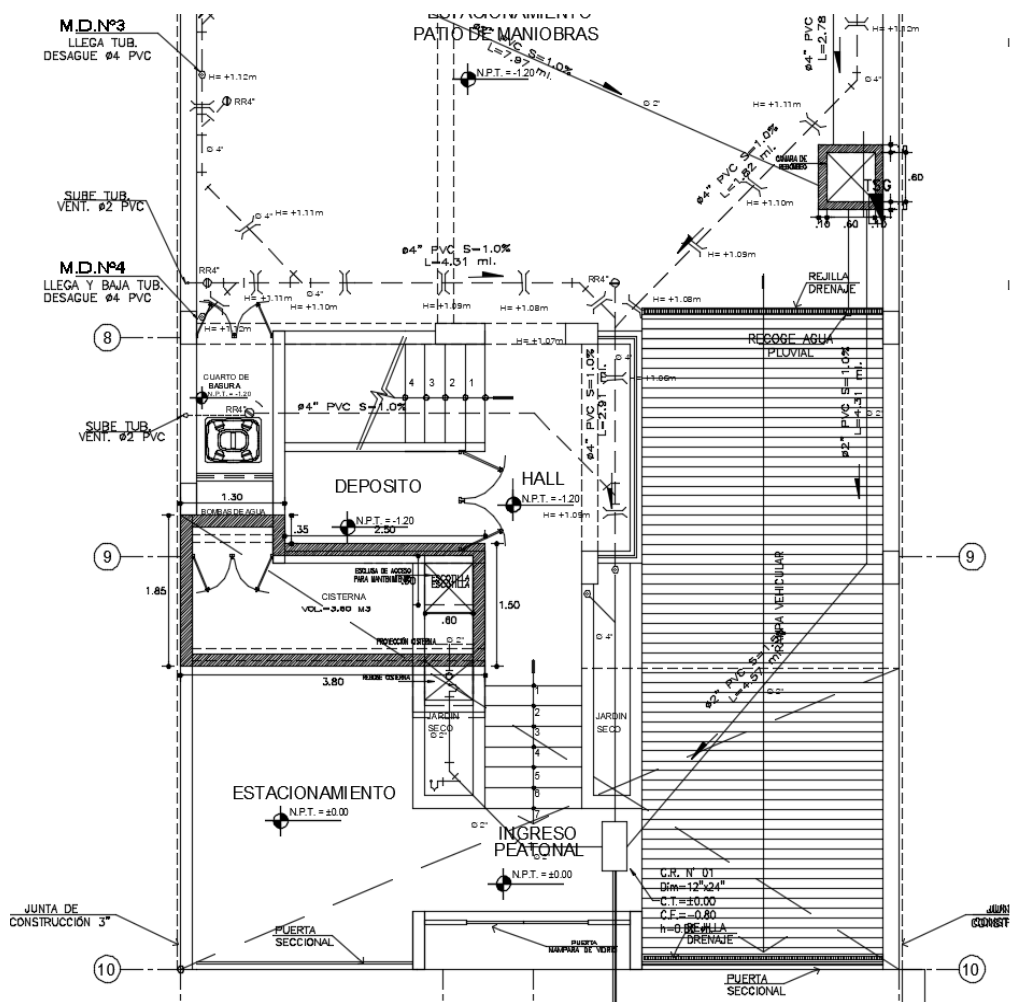


Figura N° 27. Sección del plano de instalaciones Sanitarias del Semisótano

Instalaciones eléctricas: Se tiene cuatro medidores, de los cuales tres serán de uso individual y uno será de servicios generales.

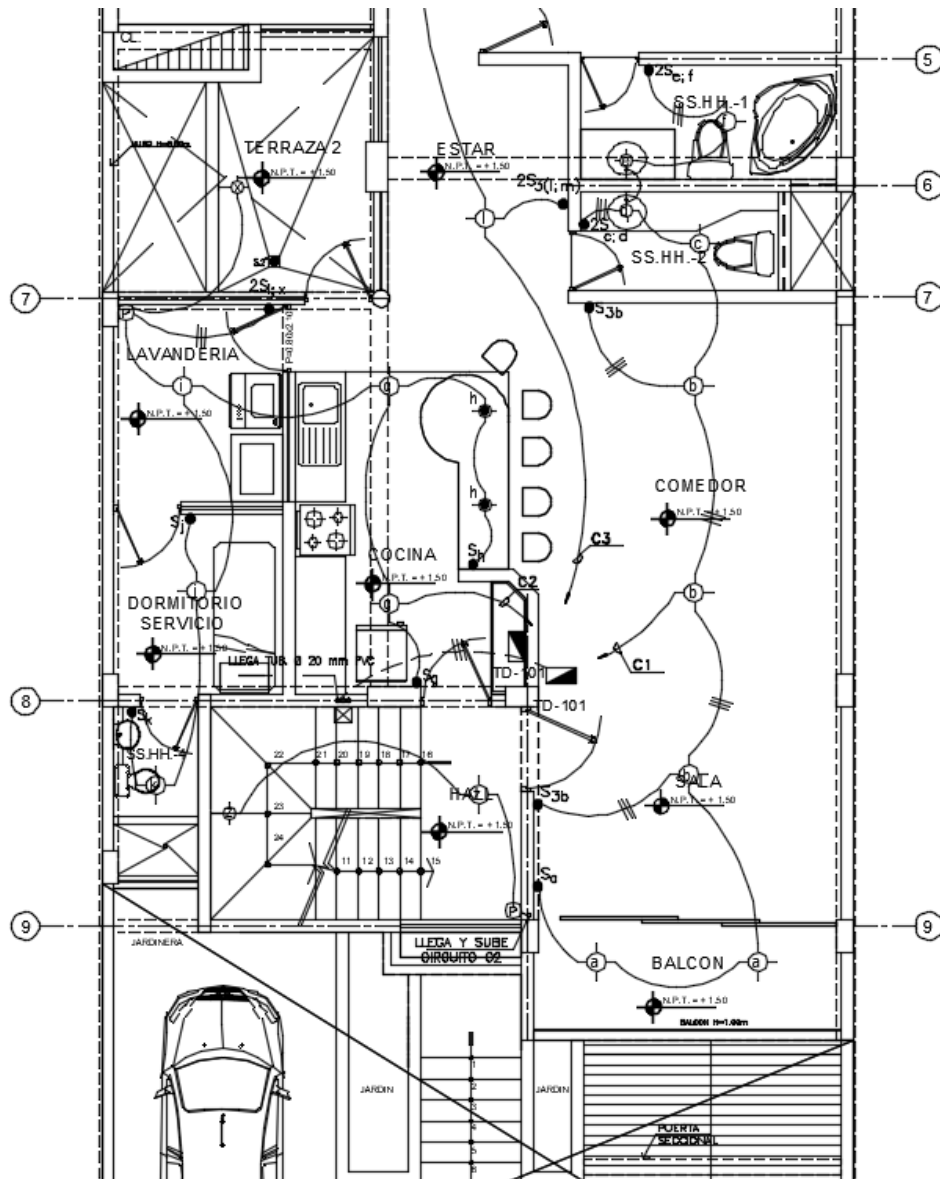


Figura N° 28. Sección del plano de Instalaciones Eléctricas del Nivel 1

## b) Modelamiento 3D

Estructuras: Para el modelamiento 3D de la especialidad estructuras se realizó la limpieza de planos por planta y se guardaron en otro archivo CAD, esto se realiza con el fin de exportar los planos CAD al Revit.





 Cimentación	11/07/2021 10:02	Archivo DWG	137 KB
 Encofrado 1 2 3 piso	11/07/2021 10:04	Archivo DWG	230 KB
 Encofrado semisótano	11/07/2021 10:03	Archivo DWG	185 KB
 ESTRUCTURAS-23.02.21	14/07/2021 12:28	Archivo DWG	1,716 KB

Figura N° 29. Documentación 2D de Estructuras

Una vez exportado al Revit, se comienza con el modelado 3D tal y como mandan los planos de estructuras.

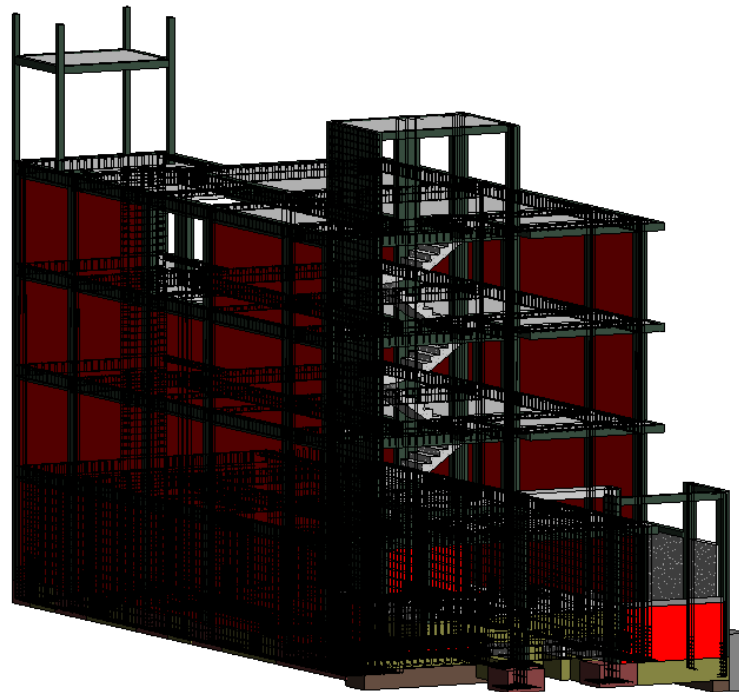


Figura N° 30. Modelamiento en Revit de la Estructura

Arquitectura: Para el modelamiento 3D de la especialidad arquitectura se realizó la limpieza de planos por planta y se guardaron en otro archivo CAD, esto se realiza con el fin de exportar los planos CAD al Revit.





 1ernivel	22/07/2021 20:28	Archivo DWG	268 KB
 2donivel	22/07/2021 20:28	Archivo DWG	218 KB
 3ernivel	22/07/2021 20:28	Archivo DWG	240 KB
 ARQUITECTURA-03.02.21	20/07/2021 19:50	Archivo DWG	4,383 KB

Figura N° 31. Documentación 2D de Arquitectura

Antes de exportar los planos CAD al Revit, se vinculó el archivo de Revit estructuras previamente realizado, con el fin de no realizar re trabajos. Entonces, se comenzó con el modelamiento respetando lo que indique los planos de arquitectura.

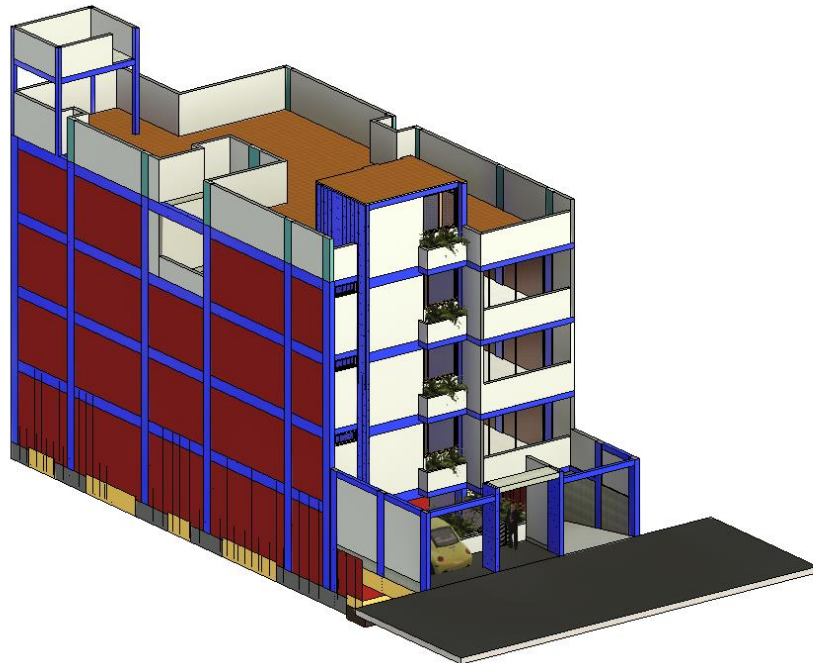


Figura N° 32. Modelamiento en Revit de la Arquitectura

Instalaciones sanitarias: Para el modelamiento 3D de la especialidad instalaciones sanitarias se realizó la limpieza de planos por planta y se guardaron en otro archivo CAD, esto se realiza con el fin de exportar los planos CAD al Revit.

Agua Azotea	11/07/2021 10:22	Archivo DWG	236 KB
Agua Nivel 1	11/07/2021 10:20	Archivo DWG	910 KB
Agua Nivel 2	11/07/2021 10:21	Archivo DWG	126 KB
Agua Nivel 3	11/07/2021 10:21	Archivo DWG	207 KB
Agua Semisótano	11/07/2021 10:19	Archivo DWG	863 KB
Desague Azotea	11/07/2021 10:25	Archivo DWG	567 KB
Desague Nivel 1	11/07/2021 10:23	Archivo DWG	481 KB
Desague Nivel 2	11/07/2021 10:24	Archivo DWG	524 KB
Desague Nivel 3	11/07/2021 10:25	Archivo DWG	541 KB
Desague Semisótano	11/07/2021 10:23	Archivo DWG	353 KB
INSTALACIONE SANITARIAS-26.02.21	14/08/2021 19:13	Archivo DWG	1,768 KB

Figura N° 33. Documentación 2D de Instalaciones Sanitarias

Antes de exportarlos planos CAD al Revit, se vinculó el archivo de Revit arquitectura previamente realizado, con el fin de no realizar re trabajos. Entonces, se comenzó con el modelamiento respetando lo que indique los planos de instalaciones sanitarias. Cabe recalcar, que este modelamiento se realizó en base a sistemas, ya sea agua fría, caliente o de desague.

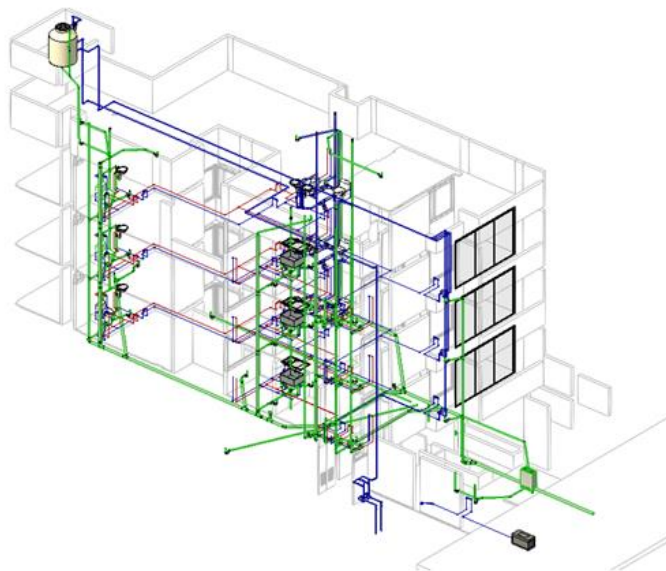


Figura N° 34. Modelo en Revit de las Instalaciones Sanitarias

Instalaciones eléctricas: Para el modelamiento 3D de la especialidad instalaciones eléctricas se realizó la limpieza de planos por planta y se guardaron en otro archivo CAD, esto se realiza con el fin de exportar los planos CAD al Revit.














 Alumbrado Nivel 1	11/07/2021 10:09	Archivo DWG	444 KB
 Alumbrado Nivel 2	11/07/2021 10:10	Archivo DWG	550 KB
 Alumbrado Nivel 3	11/07/2021 10:10	Archivo DWG	648 KB
 Alumbrado Semisótano	11/07/2021 10:07	Archivo DWG	313 KB
 Comunicaciones Nivel 1	11/07/2021 10:16	Archivo DWG	809 KB
 Comunicaciones Nivel 2	11/07/2021 10:16	Archivo DWG	826 KB
 Comunicaciones Nivel 3	11/07/2021 10:17	Archivo DWG	843 KB
 Comunicaciones Semisótano	11/07/2021 10:15	Archivo DWG	776 KB
 INSTALACIONES ELECTRICAS-23.02.21	20/08/2021 20:05	Archivo DWG	2,421 KB
 Tomacorrientes Nivel 1	11/07/2021 10:13	Archivo DWG	728 KB
 Tomacorrientes Nivel 2	11/07/2021 10:14	Archivo DWG	728 KB
 Tomacorrientes Nivel 3	11/07/2021 10:14	Archivo DWG	756 KB
 Tomacorrientes Semisótano	11/07/2021 10:12	Archivo DWG	694 KB

Figura N° 35. Documentación 2D de las Instalaciones Eléctricas

Antes de exportar los planos CAD al Revit, se vinculó el archivo de Revit arquitectura previamente realizado, con el fin de no realizar re trabajos. Entonces, se comenzó con el modelamiento respetando lo que indique los planos de instalaciones eléctricas. Cabe recalcar, que este modelamiento se realizó en base a filtros, ya sea para la red de comunicaciones, alumbrado y tomacorrientes.



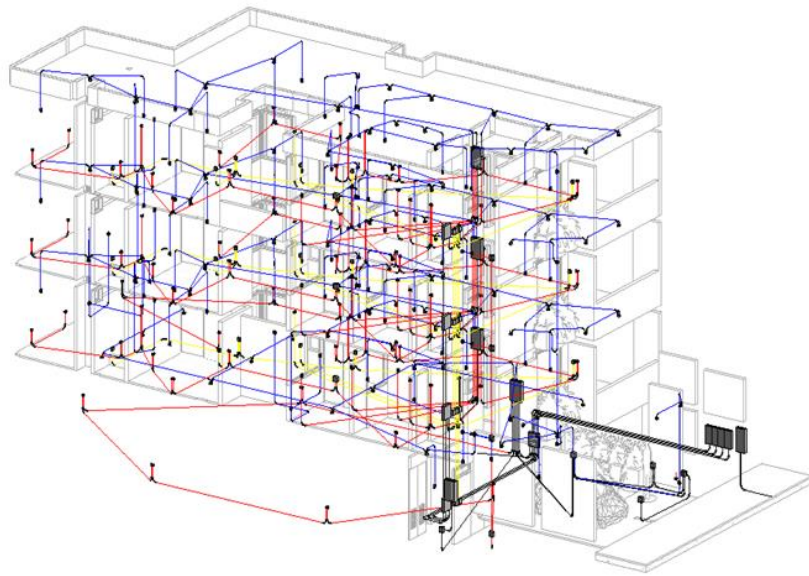


Figura N° 36. Modelo en Revit de las Instalaciones Eléctricas

c) Modelo Unificado

Se realizó el modelo único de las especialidades en el programa Navisworks, consistió en unir los modelos de las especialidades de estructuras, arquitectura, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas. Debido a esto, se tuvo una mejor visualización de la edificación en general.

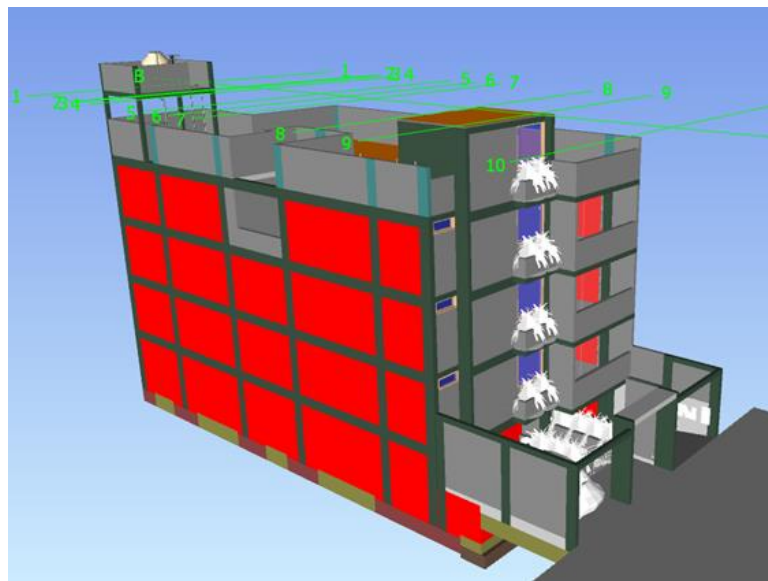


Figura N° 37. Modelo Integrado de la Vivienda

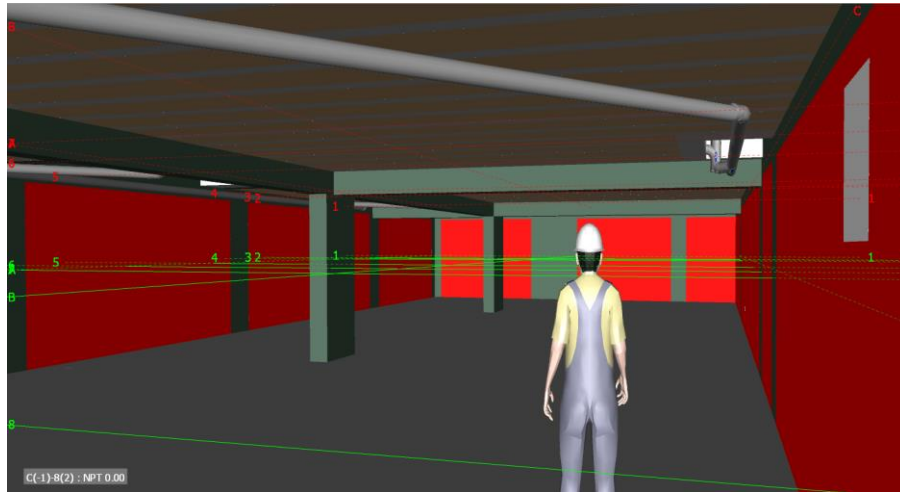


Figura N° 38. Vista de la Simulación Constructiva en Navisworks

d) Detección de interferencias

Con el modelo integrado en el Navisworks, se pudo encontrar todas las interferencias entre especialidades, de manera visual y mediante el programa.

Mediante la opción Clash Detective, se obtuvieron las interferencias entre las principales interferencias con su respectiva imagen.

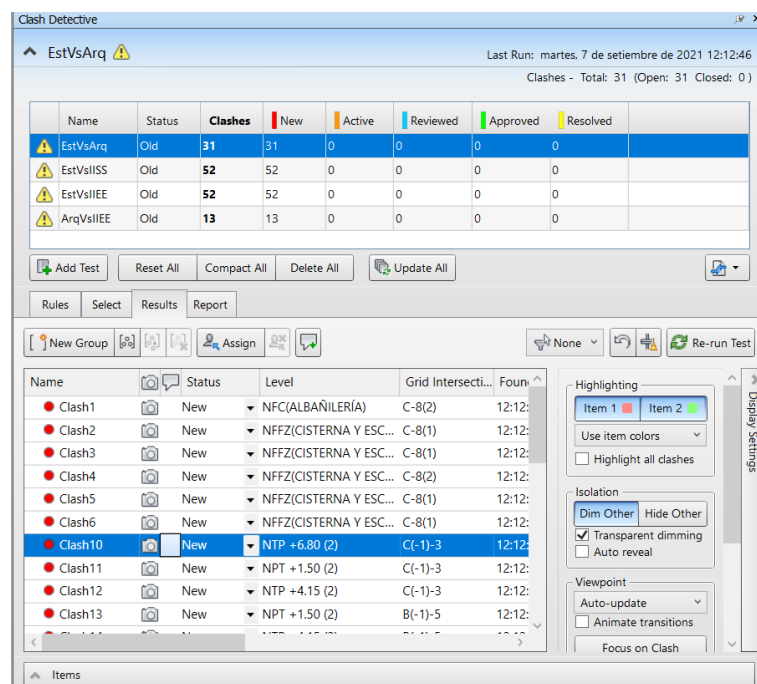


Figura N° 39. Detección de Interferencias - CLASH DETECTIVE

## 5.5. Propuesta de mejora

### 5.5.1. Proceso de corrección de interferencias

#### 5.5.1.1. Alcance

El presente proceso de corrección de interferencias aplica para la construcción de viviendas de albañilería confinada ubicadas en el distrito de La Molina, con posibilidad de extrapolar a todas las viviendas del Perú.

#### 5.5.1.2. Procedimiento

##### a) Documentación de planos por especialidad

Se debe tener la licencia de edificación, al ser para vivienda multifamiliar será de modalidad B. Se debe tener la documentación 2D por especialidad: planos de arquitectura, estructura, instalaciones eléctricas y sanitarias. Estos documentos son producto de la ingeniería de detalle los cuales son necesarios para la construcción de la obra. Los planos deben contar con una evaluación previa por los revisores urbanos. Antes de empezar con el siguiente paso se debe revisar cada plano e identificar las principales características de cada especialidad.

Estructuras: Se debe identificar el sistema estructural en ambas direcciones, los parámetros sismo resistentes, los tipos de losa, la ubicación de la cisterna, la ubicación del tanque elevado, la ubicación de la escalera, entre otros.

Arquitectura: Se debe identificar la cantidad de dormitorios y servicios higiénicos por nivel, la ubicación de la cocina, los tipos de mamparas, puertas y ventanas, el tipo de acabado en pisos y muros, entre otros.

Instalaciones eléctricas: Se debe identificar la ubicación de los tableros de distribución y el banco de medidores, la ubicación del pozo a tierra, la ubicación y dimensiones de las cajas de paso, la colocación de tomacorrientes y alumbrado, entre otros.

Instalaciones sanitarias: Se debe identificar la ubicación de los montantes de desagüe, capacidad de la cisterna y tanque elevado, ubicación de la cámara de re bombeo, potencia del equipo de bombeo,

ubicación de la caja(s) de registro, colocación de las líneas de distribución de agua fría y caliente, colocación del calentador eléctrico, entre otros.

#### b) Modelamiento 3d

Para este paso se debe definir la herramienta BIM (Revit) a utilizar, así como su versión, el cual nos brinde una visualización 2D y 3D a la vez. Primero se debe realizar una limpieza general (omitir detalles, membretes, especificaciones entre otros) de todos los planos con el fin de tener una correcta exportación a la herramienta BIM. Una vez realizada la exportación, se utilizan los planos 2D como base para el modelamiento por especialidad: estructuras, arquitectura, instalaciones sanitarias y eléctricas, respectivamente.

**Estructuras:** Para el modelamiento de la especialidad estructuras, se recomienda tener una plantilla con familias con tipos de columnas, vigas, losas, aceros. Se deben crear niveles y rejillas tal y como indica los planos CAD para tener una uniformidad con todas las especialidades. Se recomienda modelar tal como se construye, desde la cimentación hasta llegar a la colocación de losas.

**Arquitectura:** Para realizar el modelamiento de la especialidad arquitectura, previamente se debe vincular el modelo estructural para copiar los niveles y rejillas. Se recomienda tener una plantilla con familias con tipos de acabado para el piso, tipos de acabados para muros y mobiliario en general. Se sugiere empezar con los muros de tabiquería, las losas y al final colocar mamparas, puertas y ventanas.

**Instalaciones eléctricas:** Para realizar el modelamiento de instalaciones eléctricas, previamente se debe vincular con el modelo arquitectónico para copiar los niveles y rejillas. Se recomienda tener una plantilla de tuberías para el sistema eléctrico proporcionado por PAVCO. Se recomienda instalar los tableros de distribución y cajas de paso de todo el proyecto, y comenzar con el sistema de tomacorrientes, alumbrado y comunicaciones.

Instalaciones sanitarias: Para realizar el modelamiento de instalaciones sanitarias, previamente se debe vincular con el modelo arquitectónico para copiar los niveles y rejillas. Se recomienda tener una plantilla de tuberías para los sistemas de agua fría, caliente y desagüe proporcionado por PAVCO. Se sugiere comenzar con el sistema de desagüe ya que es la tubería que tiene el nivel más bajo.

c) Modelo unificado

Culminada la modelación de dichas especialidades, se procede a utilizar otra herramienta BIM (Navisworks), donde se unificará los modelos creados en el paso anterior, la cual nos permita la visualización conjunta de la edificación.

d) Detección de interferencias

Navisworks, herramienta BIM, posee la opción de proporcionar las interferencias encontradas en el modelo unificado de las especialidades, obteniendo así una lista detallada de estas. Una vez detectada la interferencia, se procede a tomar capturas y/o fotografías que muestren de forma clara el error, para que todos los participantes del proyecto puedan entender de manera sencilla. La detección de interferencias se realiza entre dos especialidades, se recomienda dar una revisión rápida de las interferencias para resolver aquellas que fueron por error de modelación. Además de la opción “clash detective”, también se puede detectar interferencias en base a la visualización del modelo unificado.

e) Archivado

Al detectar la interferencia, se tiene que crear una carpeta independiente entre especialidades, las cuales contienen capturas del modelo donde se visualice de manera clara la interferencia, además de una descripción breve. De esta manera, se tiene un registro ordenado el cual posteriormente debe pasar a su respectivo especialista para su solución.

f) Corrección

Con la información archivada, se procede a dar opciones de solución a la interferencia, con el fin de prevenir procesos constructivos erróneos y daños a los elementos estructurales, acorde a lo establecido en la norma técnica peruana E 070 de albañilería confinada. La corrección debe realizarlo el especialista encargado de su elaboración.

5.5.2. Procedimientos para la aplicación de la propuesta de mejora

<b>ACTIVIDADES PREVIAS</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Fecha de revisión</b>	<b>Conforme</b>	<b>Tratamiento</b>
Programas : Autodesk Revit y Navisworks			
Ordenador : Requisito mínimo Core i5			
Modelador BIM			
<b>DURANTE Y CULMINADO EL PROCESO</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Fecha de revisión</b>	<b>Conforme</b>	<b>Tratamiento</b>
<b><u>DOCUMENTACIÓN</u></b>			
1. Revisión de planos			
2. Identificar las principales características del proyecto			
3. Limpiar planos (omitir detalles, membretes, especificaciones entre otros)			
4. Separar planos por especialidad y nivel			
<b><u>MODELAMIENTO</u></b>			
1. Crear ejes y niveles de referencia, respetando los planos CAD			
2. Exportar planos CAD por nivel al Revit			
3. Modelamiento de estructuras			
4. Vincular modelo estructural al modelo arquitectónico			
5. Copiar ejes y niveles de referencia			
6. Exportar planos CAD por nivel al Revit			
7. Modelamiento de Arquitectura			
8. Vincular modelo de arquitectura al modelo sanitario			

9. Copiar ejes y niveles de referencia			
10. Exportar planos CAD por nivel al Revit			
11. Modelamiento de Instalaciones Sanitarias			
12. Vincular modelo de arquitectura al modelo eléctrico			
13. Copiar ejes y niveles de referencia			
14. Exportar planos CAD por nivel al Revit			
15. Modelamiento de Instalaciones Eléctricas			
<b>MODELO UNIFICADO</b>			
1. Exportar modelos revit a modelo Navisworks (.nfs)			
2. Crear modelo unico que contenga las cuatro especialidades			
<b>DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS</b>			
1. Reporte de interferencias (Clash Detective)			
2. Revisión de todas las interferencias			
3. Colocar breve descripción de la interferencia			
<b>ARCHIVADO</b>			
1. Creación de carpetas de interferencias entre especialidades			
2. Crear un panel fotográfico con descripción breve para cada carpeta			
3. Clasificar interferencias por especialidad			
<b>CORRECCIÓN</b>			
1. Consultar el reporte de interferencias con el especialista encargado			
<b>OBSERVACIONES Y/ COMENTARIOS</b>			
Para el ítem (4) de Documentación Se recomienda desde el inicio de actividades mantener un orden en carpetas por especialidad.			
Se recomienda contar con un abanico de familias para el modelamiento por especialidad.			

Figura N° 40. Protocolo para detección de interferencias

Fuente: Elaboración propia

#### Documentación:

El ítem 1 se refiere a revisar los planos enviados por el proyectista y estudiarlos para realizar sus metrados y cronograma de obra.

El ítem 2 en la parte de estructuras apunta a identificar los parámetros sísmo resistentes con el fin de identificar el sistema estructural de la edificación, en la parte de arquitectura se refiere a identificar los tabiques y posible ubicación de falsas columnas, en la parte de instalaciones sanitarias se insinúa a identificar los diámetros de tuberías de alimentación, impulsión y distribución, así como también el número de montantes y su ubicación; por último, en la parte de instalaciones eléctricas se alude a identificar la ubicación del banco de medidores, tableros de distribución y cajas de paso de comunicaciones.

El ítem 3 y 4 es necesario e importante, ya que en los planos que se mandan por especialidad cuentan con sus respectivas plantas/niveles; para exportar al Revit se necesita tener los planos de diferentes niveles en archivos separados. Esto para mantener un orden al momento del modelado.

#### Modelamiento:

-El ítem 1 se ejecuta con la finalidad de mantener una homogeneidad entre los planos CAD y el modelado en dos dimensiones de Revit, de esta manera se evitarán confusiones y se podrán localizar las interferencias de manera más rápida.

La exportación en el ítem 2, 6, 10 y 14 se realiza nivel por nivel con la finalidad de modelar sobre los planos CAD.

El modelamiento de la especialidad de estructuras del ítem 3 debe ser el primero en realizarse, ya que este modelo será la base para el modelo de la especialidad de arquitectura.

El ítem 4 se efectúa para dar comienzo con el modelamiento de la especialidad de arquitectura y para no crear las rejillas y niveles otra vez.

El ítem 5, 9 y 13 se ejerce en una parte para no crear de nuevo los ejes y rejillas lo que ocasionaría un mayor tiempo y en segunda parte para poder exportar los planos CAD y ubicarlos en una posición exacta.



El modelamiento de la especialidad de arquitectura del ítem 7 es el segundo en ejecutarse, este modelo será la base para el modelo de la especialidad de instalaciones sanitarias y eléctricas.

El ítem 8 se lleva a cabo para dar comienzo con el modelamiento de la especialidad de instalaciones sanitarias y para no crear las rejillas y niveles otra vez.

El modelamiento de la especialidad de instalaciones sanitarias y eléctricas del ítem 11 y 15 respectivamente, se realiza por separado con la finalidad de crear un modelo unificado entre las cuatro especialidades, en el cual se podrán detectar las posibles interferencias.

**Modelo unificado:**

El ítem 1 se desarrolla modelo a modelo con la finalidad de tener la extensión “.nfs”, esto se realiza ya que, al momento de unir todos los modelos, en caso de tener algunas modificaciones y/o correcciones se actualice de manera inmediata.

Para el ítem 2 se crea un nuevo archivo en el cual se exportarán los cuatro modelos.

**Detección de interferencias:**

El reporte de interferencias del ítem 1 se realiza entre las principales especialidades y en donde los resultados del cuestionario indicaban que estaban en zona de riesgo. Esto solo se realiza entre dos especialidades por lo que se deben hacer varios reportes.

La revisión de interferencias del ítem 2 se debe realizar en todos los reportes, esto se realiza con la finalidad de detectar si fue error de modelamiento o interferencia.

En el ítem 3 se debe colocar en todos los reportes una breve descripción de la interferencia para agilizar el proceso de archivado.

**Archivado:**

El ítem 1 y 2 se crean carpetas para identificar de manera rápida las interferencias, en dichas carpetas se colocarán imágenes y la descripción del problema.

El ítem 3 se clasifican las interferencias, por una parte, aquellas que detectó el programa Navisworks y por otro lado aquellas identificadas de manera visual.

**Corrección:**

El ítem 1 se debe mandar la interferencia hacia el especialista encargado del plano para realizar la modificación y por ende solución del problema.

### 5.5.3 Recomendaciones para la propuesta de mejora

Según la Tabla 12 se observa que el 34,7% de los encuestados (72), ocasionalmente encuentra incompatibilidades en la unión de elementos estructurales. Por lo cual se recomienda apoyarse en los ejes y grillas de nivel del modelo 3D, que a su vez mejora la visualización y entendimiento en la unión de elementos estructurales.

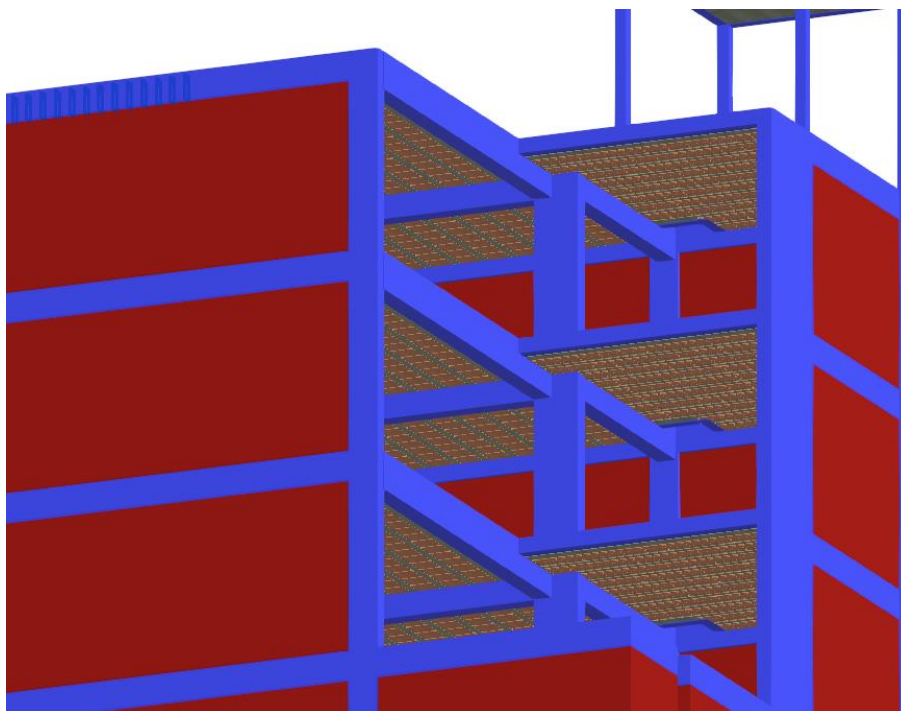


Figura N° 41. Unión entre elementos estructurales

La Tabla 13 indica que el 34,7% de los encuestados ocasionalmente tienen problemas por densidad de elementos en losas. Por lo cual se recomienda el uso de herramientas BIM como el Revit y/o Navisworks con lo cual se puede filtrar los elementos de las especialidades para disminuir la densidad y mejorar el entendimiento del sistema constructivo de la losa.

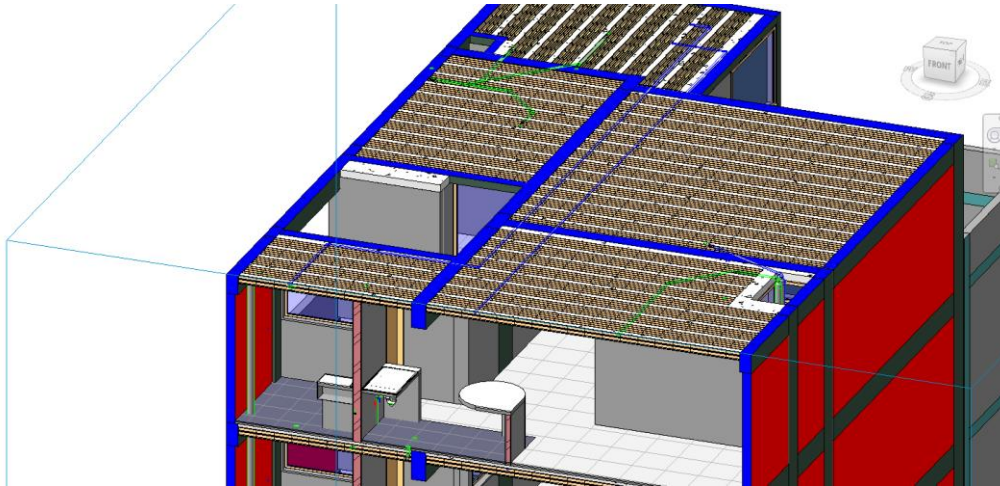


Figura N° 42. Densidad de elementos en losa.

La Tabla 14 nos muestra que el 34,8% de los encuestados tiene dificultades de nivel con los traslapes en elementos verticales, se recomienda tener en cuenta la longitud y diámetro del acero corrugado utilizado en obra evitando traslapar verticalmente en la zona de confinamiento de columnas y/o placas de concreto armado. Se sugiere apoyarse en un modelamiento de acero en Revit.

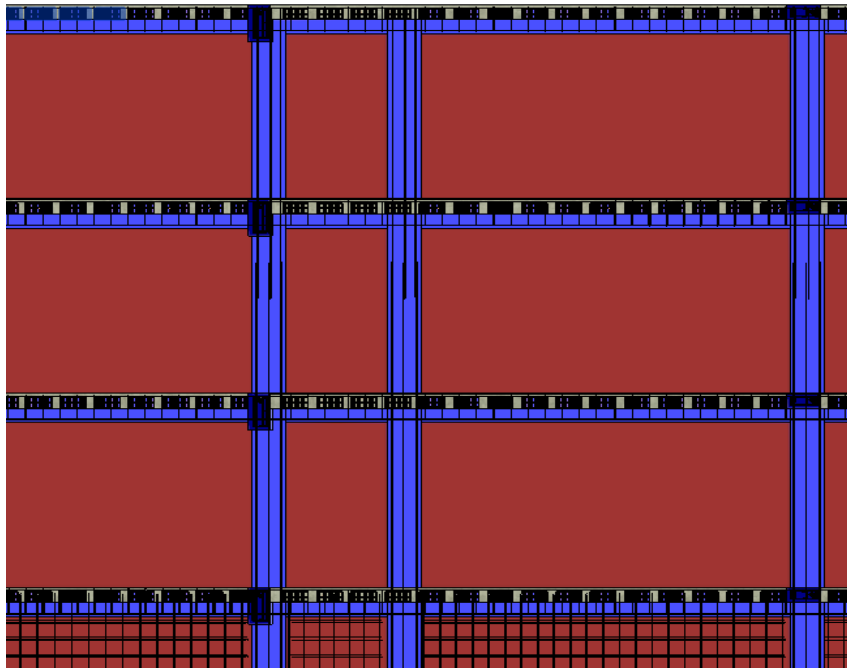


Figura N° 43. Traslape en columnas

La Tabla 15 indica que la tercera parte de los encuestados tiene incompatibilidades por los niveles de piso terminado. Se aconseja revisar que los niveles de arquitectura mantengan relación con los niveles estructurales. Esto puede realizarse mediante una revisión de planos y/o apoyándose en un modelamiento 3D.

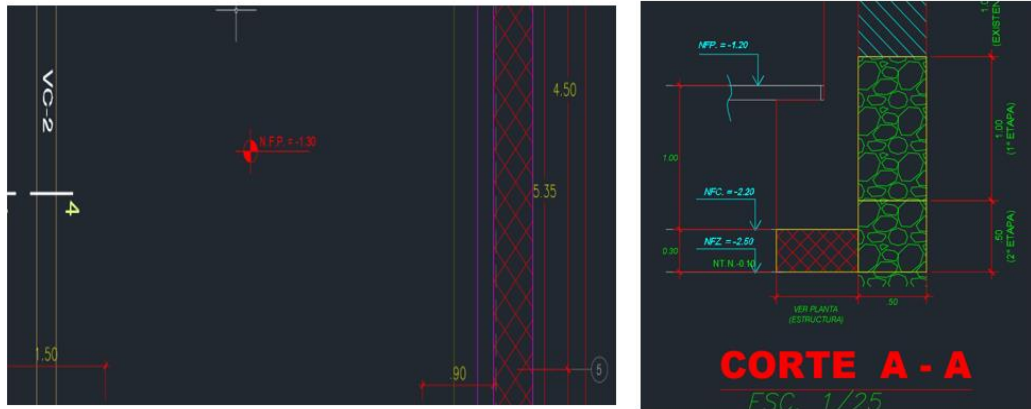


Figura N° 44. Nivel de falso piso diferente en planta y detalle.

La Tabla 16 representa que el 30.6% de los encuestados visualizan cruces entre tuberías y vanos. Se recomienda compatibilizar el plano arquitectónico con los planos de instalaciones sanitarias y eléctricas. Esto puede realizarse mediante una revisión de planos y/o apoyándose en un modelamiento 3D.

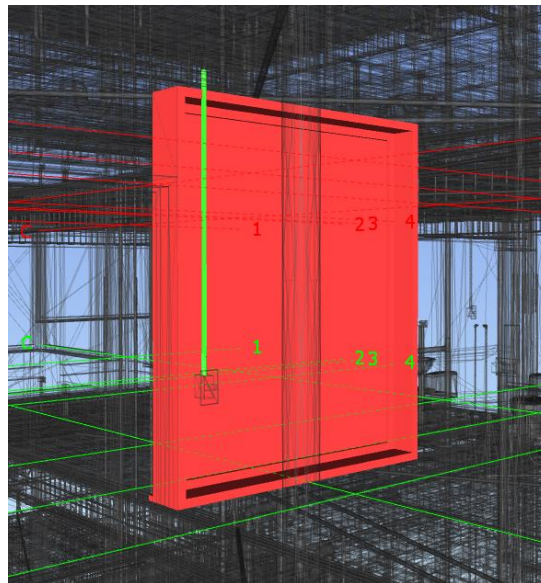


Figura N° 45. Cruce de tubería con ventana.

La Tabla 17 indica que 54,2% de los encuestados ocasionalmente encuentra cruces de vanos con elementos estructurales. Se recomienda revisar los niveles de vanos que se encuentran debajo de vigas peraltadas, ya que dichas interferencias se presentan en mayor frecuencia según nuestro modelamiento.

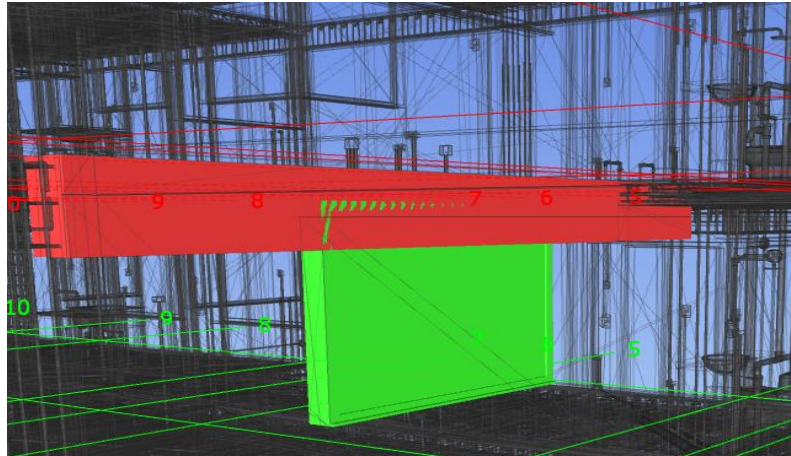


Figura N° 46. Cruce de ventana con elemento estructural.

La Tabla 18 presenta que el 33.3% de los encuestados visualiza luminarias en vigas y/o viguetas, por lo cual se recomienda un modelamiento en Revit de las instalaciones eléctricas que incurren en la losa para obtener una mejor visualización de la ubicación y/o modificación de estas.

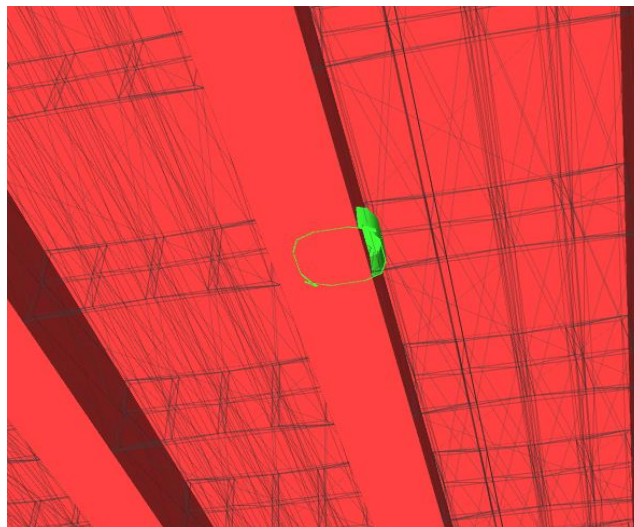


Figura N° 47. Luminaria ubicada en vigueta.

La Tabla 19 señala que el 27,8% ocasionalmente observa cruces entre tuberías y el pozo a tierra. Se recomienda una vez terminado el modelo de instalaciones sanitarias



revisar si alguna de las tuberías se encuentra cerca al radio constructivo del pozo a tierra, para una posible modificación y/o observación.

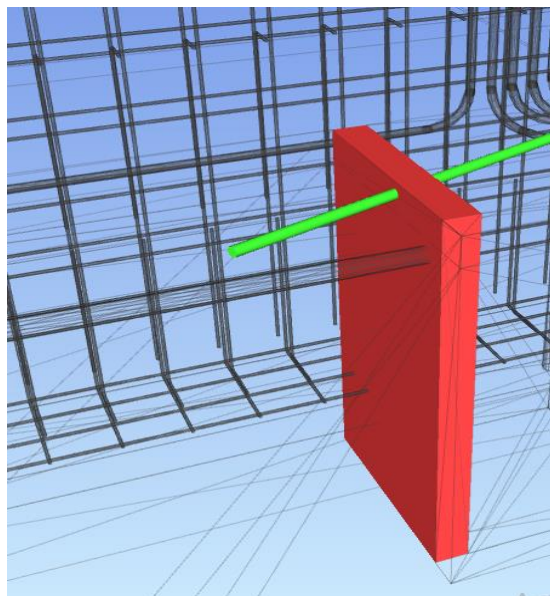


Figura N° 48. Tubería de pozo a tierra con muro de cámara de rebombeo.

La Tabla 20 indica que 36,1% identifica la ubicación de tomacorrientes y/o interruptores en columnas. Se recomienda una vez terminado el modelo de instalaciones eléctricas revisar si alguna de las tuberías se encuentra intersectado con elementos estructurales verticales.

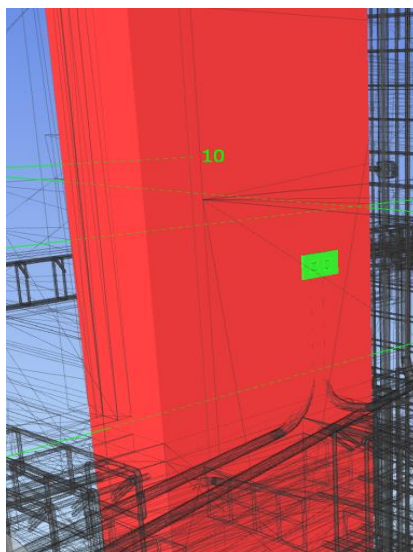


Figura N° 49. Ubicación de tomacorriente en columna.

La Tabla 21 indica que, 40,3% de los encuestados nunca utiliza el Navisworks para obtener un reporte de interferencias. Se recomienda el uso de la herramienta BIM

para obtener un reporte de interferencias que no son visibles en 2D, la cual mantiene orden y organización al momento de proponer solución a dichas interferencias.

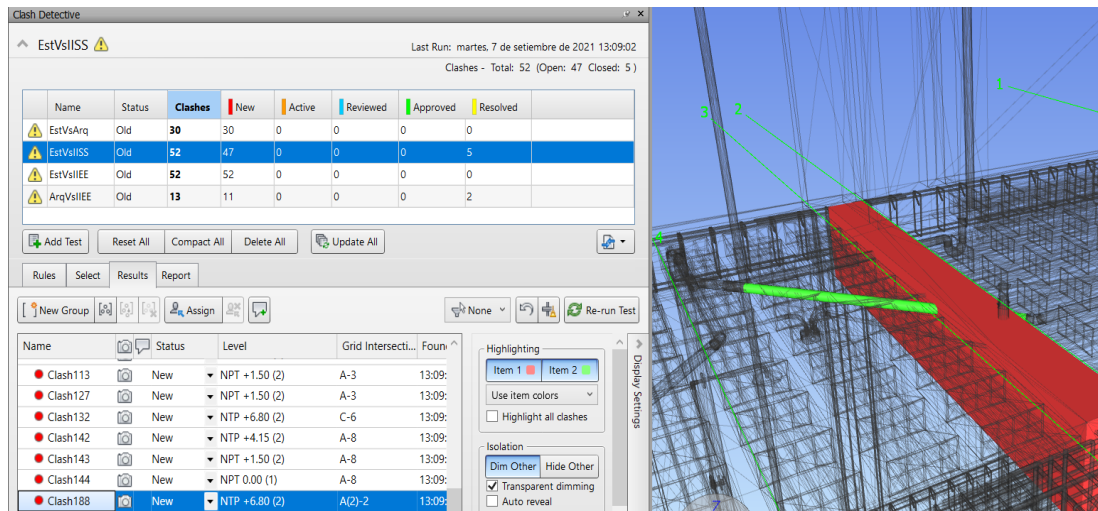


Figura N° 50. Reporte de interferencia con Navisworks.

#### 5.5.4. Estado situacional del proyecto antes de aplicar el plan de mejora

El proyecto cuenta con licencia de edificación modalidad B, lo que quiere decir que se trata de una obra nueva de una vivienda multifamiliar con aprobación de proyecto con evaluación previa por los revisores urbanos (Anexo 6), por lo que los planos ya fueron revisados y aprobados por la municipalidad, y están listos para la construcción de la vivienda de albañilería confinada.

En caso la obra se construye según indica los planos, en la ejecución se encontrarían con las siguientes interferencias:

Name	Status	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved
EstVsArq	Old	31	31	0	0	0	0
EstVsIISS	Old	52	52	0	0	0	0
EstVsIIIEE	Old	52	52	0	0	0	0
ArqVsIIIEE	Old	13	13	0	0	0	0

Figura N° 51. Interferencias entre especialidades

Según la figura N°49, con ayuda del programa Navisworks se encontraron 31 interferencias entre las especialidades de estructuras y arquitectura, 52 interferencias entre estructuras e instalaciones sanitarias, 52 interferencias entre estructuras e instalaciones eléctricas y 13 interferencias entre la especialidad arquitectura e instalaciones eléctricas.

#### 5.5.5. Aplicación de la propuesta de mejora

##### 5.5.5.1. Documentación

Iniciamos con la documentación del protocolo mencionado anteriormente, figura N°38, esto implica realizar una revisión de planos de las especialidades, identificar características principales del proyecto, la cual servirá de apoyo al entendimiento del modelado. Ocasionalmente al revisar los planos del proyecto se pueden detectar algunas incompatibilidades entre planos que logran ser visibles, ya sea por falta de información y/o detalles que ocasionen inconvenientes al empezar con la modelación 3D, por ejemplo:

- a) NFP de planta diferente de NFP de detalles

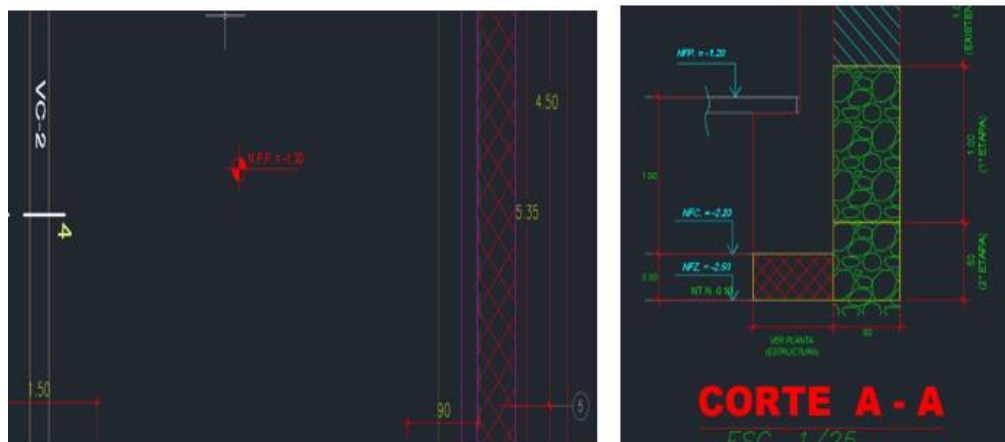


Figura N° 52. Nivel de piso terminado



- b) NFC -2.30 no coincide con la sumatoria según Nivel -1.20, lo cual nos conlleva a utilizar NFC = -2.20

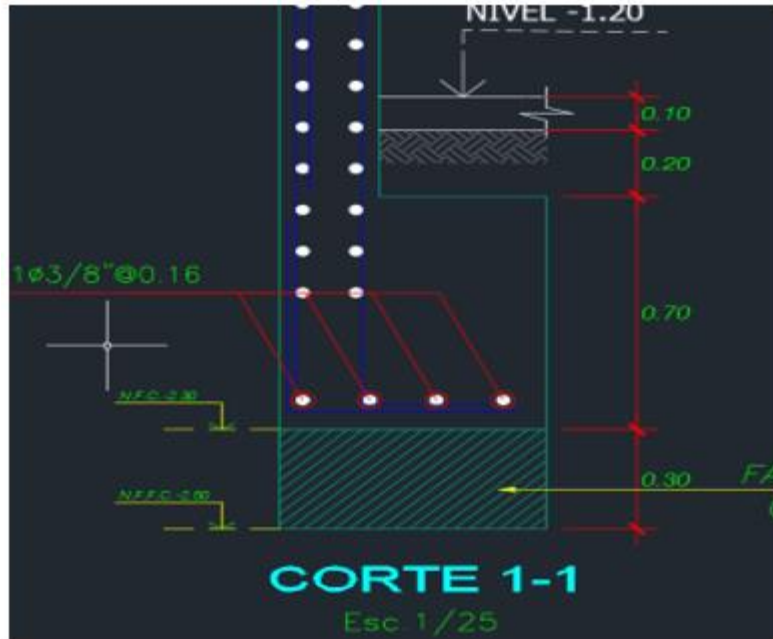


Figura N° 53. Nivel de fondo de cimentación

- c) NFFZ -2.35 no coincide con suma del Nivel -1.20, error en acotar 0.30 en lugar de 0.15m

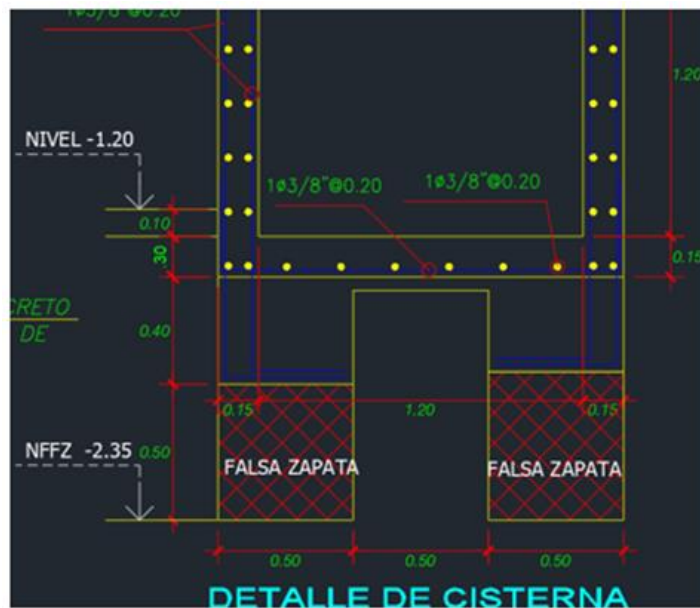


Figura N° 54. Nivel de fondo de falsa zapata errado



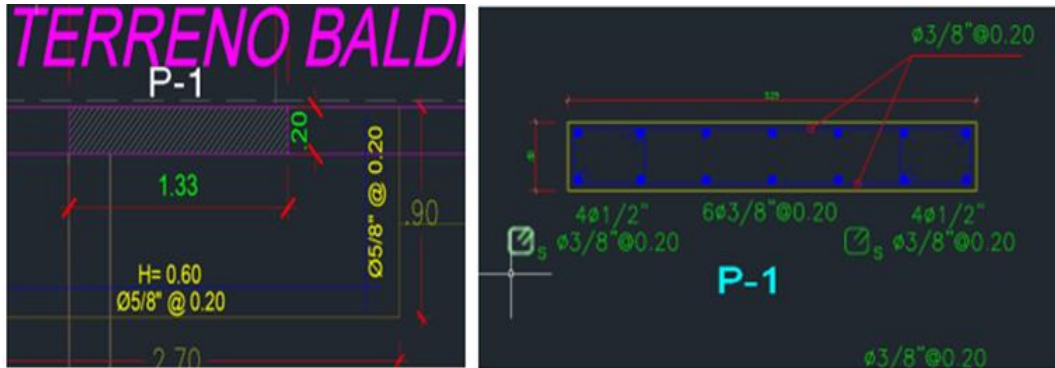


Figura N° 57. Incompatibilidad de detalle de placa P-1

- g) Dimensiones de placa P-3 difieren entre planos de estructuras y arquitectura.



Figura N° 58. Dimensiones de la placa P-3



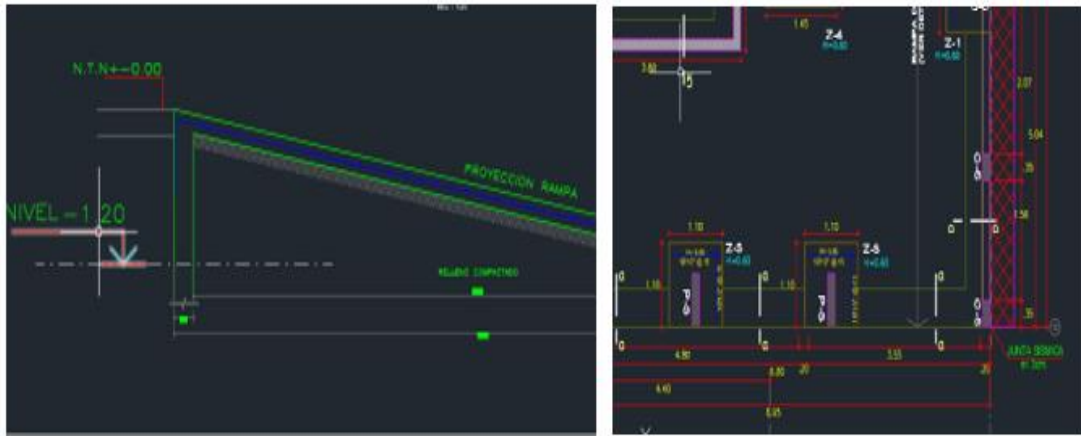


Figura N° 61. Muro de soporte de rampa

k) Viga VA en planta es de ancho de 17 y en detalle es de 25x25...Solución: Es la viga VA de 15x35.

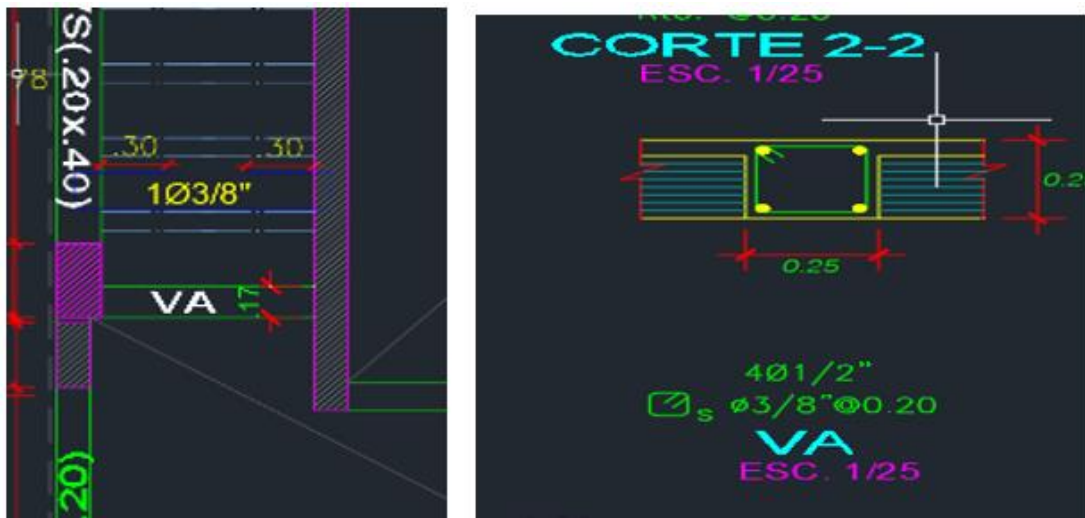


Figura N° 62. Incompatibilidad de detalle de viga VA

- 1) Ancho de ventana en arquitectura sale de 1 pero en estructuras hay 0.95 m

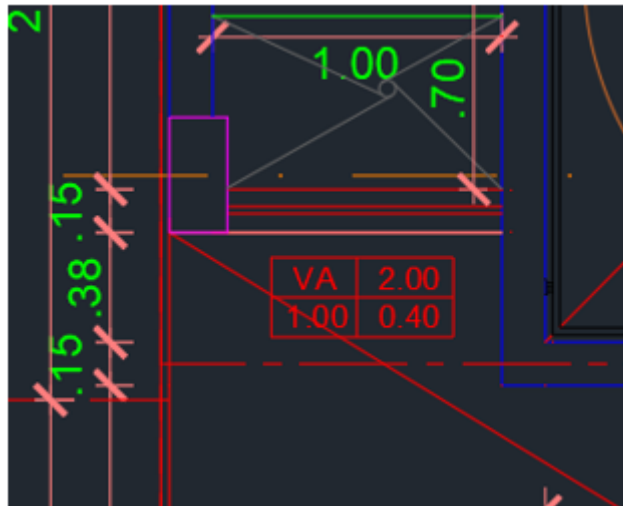


Figura N° 63. Incompatibilidad de dimensiones entre arquitectura y estructura

### 5.5.5.2. Detección de interferencias en el modelo

**Tabla 23. Estructuras vs Arquitectura**

CÓDIGO	ASUNTO	INTERFERENCIA	UBICACIÓN	PRIORIDAD
EA-01	Muro de la cámara de bombeo colisiona con cimiento corrido del muro portante	Estructura vs Arquitectura	Cámara de bombeo SEMI SÓTANO	<b>BAJA</b>
EA-02	Muro de la cámara de bombeo colisiona con falsa zapata del muro portante	Estructura vs Arquitectura	Cámara de bombeo SEMI SÓTANO	<b>BAJA</b>
EA-03	Muro de la cámara de bombeo colisiona con cimiento corrido del muro portante	Estructura vs Arquitectura	Cámara de bombeo SEMI SÓTANO	<b>BAJA</b>
EA-04	Muro de la cámara de bombeo colisiona con falsa zapata del muro portante	Estructura vs Arquitectura	Cámara de bombeo SEMI SÓTANO	<b>BAJA</b>
EA-05	Muro de la cámara de bombeo colisiona con cimiento corrido del muro portante	Estructura vs Arquitectura	Cámara de bombeo SEMI SÓTANO	<b>BAJA</b>
EA-06	Muro de la cámara de bombeo colisiona con falsa zapata del muro portante	Estructura vs Arquitectura	Cámara de bombeo SEMI SÓTANO	<b>BAJA</b>
EA-07	Ventana alta VA01 atraviesa viga peraltada	Estructura vs Arquitectura	Dormitorio principal TERCER NIVEL	<b>ALTA</b>
EA-08	Ventana alta VA01 atraviesa viga peraltada	Estructura vs Arquitectura	Dormitorio principal PRIMER NIVEL	<b>ALTA</b>

EA-09	Ventana alta VA01 atraviesa viga peraltada	Estructura vs Arquitectura	Dormitorio principal SEGUNDO NIVEL	<b>ALTA</b>
EA-10	Ventana alta VA02 atraviesa viga peraltada	Estructura vs Arquitectura	Sala de Estar PRIMER NIVEL	<b>ALTA</b>
EA-11	Ventana alta VA03 atraviesa viga peraltada	Estructura vs Arquitectura	Sala de Estar SEGUNDO NIVEL	<b>ALTA</b>
EA-12	Ventana alta VA03 atraviesa viga peraltada	Estructura vs Arquitectura	Sala de Estar PRIMER NIVEL	<b>ALTA</b>
EA-13	Ventana alta VA02 atraviesa viga peraltada	Estructura vs Arquitectura	Sala de Estar SEGUNDO NIVEL	<b>ALTA</b>
EA-14	Ventana alta VA03 atraviesa viga peraltada	Estructura vs Arquitectura	Sala de Estar TERCER NIVEL	<b>ALTA</b>
EA-15	Ventana alta VA04 atraviesa viga peraltada	Estructura vs Arquitectura	Terraza 2 PRIMER NIVEL	<b>ALTA</b>
EA-16	Ventana alta VA05 de baño atraviesa viga peraltada	Estructura vs Arquitectura	SS.HH. 03 TERCER NIVEL	<b>ALTA</b>
EA-17	Ventana alta VA04 atraviesa viga peraltada	Estructura vs Arquitectura	Dormitorio 01 SEGUNDO NIVEL	<b>ALTA</b>
EA-18	Ventana alta VA04 atraviesa viga peraltada	Estructura vs Arquitectura	Dormitorio 01 TERCER NIVEL	<b>ALTA</b>
EA-20	Ventana alta VA05 de baño atraviesa viga peraltada	Estructura vs Arquitectura	SS.HH. 03 SEGUNDO NIVEL	<b>ALTA</b>
EA-21	Ventana alta VA05 de baño atraviesa viga peraltada	Estructura vs Arquitectura	SS.HH. 03 PRIMER NIVEL	<b>ALTA</b>



EA-22	Ventana alta VA06 de baño atraviesa viga peraltada	Estructura vs Arquitectura	Hall PRIMER NIVEL	<b>ALTA</b>
EA-23	Ventana alta VA06 de baño atraviesa viga peraltada	Estructura vs Arquitectura	Hall SEGUNDO NIVEL	<b>ALTA</b>
EA-24	Losa inferior de la cámara de bombeo colisiona contra falsa zapata de muro portante	Estructura vs Arquitectura	Cámara de rebombeo SEMISOTANO	<b>BAJA</b>
EA-25	Ventana alta VA06 de baño atraviesa viga peraltada	Estructura vs Arquitectura	Hall TERCER NIVEL	<b>ALTA</b>

**Tabla 24. Estructuras vs Instalaciones Sanitarias**

CÓDIGO	ASUNTO	INTERFERENCIA	UBICACIÓN	PRIORIDAD
ES-01	Tubería de desagüe de 4" atraviesa placa de concreto armado P02	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	Escalera SEMISÓTANO	<b>ALTA</b>
ES-02	Tubería de desagüe de 2" atraviesa cimiento de rampa	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	Rampa SEMISÓTANO	<b>MODERADO</b>
ES-03	Tubería de desagüe de 4" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	Estacionamiento 01 SEMISÓTANO	<b>ALTA</b>
ES-04	Tubería de desagüe de 4" atraviesa cimiento corrido	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	Ingreso peatonal PRIMER NIVEL	<b>ALTA</b>
ES-05	Tubería de desagüe de 4" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 04 TERCER NIVEL	<b>ALTA</b>

ES-07	Tubería de desagüe de 4" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	Patio de maniobras SEMISÓTANO	<b>ALTA</b>
ES-08	Tubería de ventilación de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 04 TERCER NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-09	Tubería de ventilación de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	Dormitorio de servicio TERCER NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-10	Tubería de ventilación de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	Dormitorio principal TERCER NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-11	Tubería de ventilación de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	Dormitorio principal SEGUNDO NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-12	Tubería de desagüe de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 01 PRIMER NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-13	Tubería de desagüe de 4" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 01 PRIMER NIVEL	<b>ALTA</b>
ES-14	Tubería de desagüe de 4" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 04 SEGUNDO NIVEL	<b>ALTA</b>
ES-15	Tubería de desagüe de 4" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 01 PRIMER NIVEL	<b>ALTA</b>
ES-16	Tubería de ventilación de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 03 SEGUNDO NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-17	Tubería de desagüe de 4" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 01 SEGUNDO NIVEL	<b>ALTA</b>
ES-18	Tubería de desagüe de 4" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 01 TERCER NIVEL	<b>ALTA</b>

ES-19	Tubería de ventilación de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 03 SEGUNDO NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-20	Tubería de ventilación de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 03 TERCER NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-21	Tubería de desagüe de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 01 TERCER NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-22	Tubería de ventilación de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	Dormitorio principal PRIMER NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-23	Tubería de ventilación de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 03 TERCER NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-24	Tubería de desagüe de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	Tanque elevado AZOTEA	<b>MODERADO</b>
ES-27	Tubería de ventilación de 2" atraviesa muro portante	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 04 TERCER NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-28	Tubería de ventilación de 2" atraviesa muro portante	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	Dormitorio principal PRIMER NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-29	Tubería de ventilación de 2" atraviesa muro portante	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 04 SEGUNDO NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-30	Tubería de ventilación de 2" atraviesa muro portante	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 04 PRIMER NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-31	Tubería de ventilación de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 04 SEGUNDO NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-32	Tubería de ventilación de 2" atraviesa muro portante	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	Dormitorio principal SEGUNDO NIVEL	<b>MODERADO</b>

ES-33	Tubería de ventilación de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 03 SEGUNDO NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-34	Tubería de ventilación de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 03 PRIMER NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-35	Tubería de ventilación de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 03 SEGUNDO NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-36	Tubería de ventilación de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	Dormitorio principal TERCER NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-37	Tubería de ventilación de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	Dormitorio de servicio SEGUNDO NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-38	Tubería de ventilación de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	Dormitorio de servicio PRIMER NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-39	Tubería de ventilación de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	Dormitorio de servicio SEMISÓTANO	<b>MODERADO</b>
ES-40	Tubería de desagüe de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 03 TERCER NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-41	Tubería de desagüe de 4" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	Hall SEMISÓTANO	<b>ALTA</b>
ES-42	Tubería de desagüe de 4" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 01 PRIMER NIVEL	<b>ALTA</b>
ES-43	Tubería de ventilación de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 03 TERCER NIVEL	<b>MODERADO</b>
ES-44	Tubería de desagüe de 4" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 01 PRIMER NIVEL	<b>ALTA</b>

ES-45	Tubería de ventilación de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	AZOTEA	<b>MODERADO</b>
ES-46	Tubería de desagüe de 4" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 01 SEGUNDO NIVEL	<b>ALTA</b>
ES-47	Tubería de desagüe de 4" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 01 TERCER NIVEL	<b>ALTA</b>
ES-48	Tubería de desagüe de 4" atraviesa viga chata	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	BALCÓN TERCER NIVEL	<b>ALTA</b>
ES-49	Tubería de ventilación de 2" atraviesa viga peraltada	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 01 SEMISÓTANO	<b>MODERADO</b>
ES-50	Tubería de desagüe de 4" atraviesa vigueta de losa	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 03 TERCER NIVEL	<b>ALTA</b>
ES-51	Tubería de desagüe de 4" atraviesa vigueta de losa	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 03 SEGUNDO NIVEL	<b>ALTA</b>
ES-52	Tubería de desagüe de 4" atraviesa vigueta de losa	Estructura vs Instalaciones Sanitarias	SS.HH. 03 PRIMER NIVEL	<b>ALTA</b>

**Tabla 25. Estructuras vs Instalaciones eléctricas**

CÓDIGO	ASUNTO	INTERFERENCIA	UBICACIÓN	TIPO
EE-01	Medidor ubicado en columna C5	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	RAMPA	<b>ALTA</b>
EE-02	Tubería de C5-TSG atraviesa cimiento de escalera	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Escalera SEMISÓTANO	<b>BAJA</b>
EE-03	Tubería de C4-TSG atraviesa cimiento de rampa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	RAMPA	<b>BAJA</b>
EE-04	Tubería de C6-TSG atraviesa cimiento de rampa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	RAMPA	<b>BAJA</b>
EE-05	Tubería de C6-TSG atraviesa rampa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	RAMPA	<b>BAJA</b>
EE-06	Tubería de C4-TSG atraviesa sobrecimiento	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Hall SEMISÓTANO	<b>BAJA</b>
EE-07	Tubería de C6-TSG atraviesa sobrecimiento	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Hall SEMISÓTANO	<b>BAJA</b>
EE-08	Tubería de C4-TSG atraviesa sobrecimiento	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Hall SEMISÓTANO	<b>BAJA</b>
EE-09	Caja de paso de teléfono ubicada el columna C3	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Cocina TERCER NIVEL	<b>MODERADO</b>
EE-10	Caja de paso de teléfono ubicada el columna C3	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Cocina SEGUNDO NIVEL	<b>MODERADO</b>
EE-11	Caja de paso de teléfono ubicada el columna C3	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Cocina PRIMER NIVEL	<b>MODERADO</b>

EE-12	Caja de paso de teléfono ubicada el columna C3	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Hall SEMISÓTANO	<b>MODERADO</b>
EE-13	Tomacorriente ubicado el columna C3	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Cocina SEGUNDO NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-14	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Dormitorio 01 SEGUNDO NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-15	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Comedor SEGUNDO NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-16	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Lavandería SEGUNDO NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-17	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Cocina SEGUNDO NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-18	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Comedor SEGUNDO NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-19	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Comedor TERCER NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-20	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Dormitorio 01 TERCER NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-21	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Comedor TERCER NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-22	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Lavandería TERCER NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-23	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Cocina TERCER NIVEL	<b>BAJA</b>

EE-24	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Sala de estar PRIMER NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-25	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Sala de estar SEGUNDO NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-26	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Sala de estar TERCER NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-27	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Comedor PRIMER NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-28	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Comedor PRIMER NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-29	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Lavandería PRIMER NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-30	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Cocina PRIMER NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-31	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Terraza 01 SEMISÓTANO	<b>BAJA</b>
EE-32	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Dormitorio principal PRIMER NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-33	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Dormitorio principal PRIMER NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-34	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Dormitorio principal TERCER NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-35	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Dormitorio principal TERCER NIVEL	<b>BAJA</b>



EE-36	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Cocina TERCER NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-37	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Cocina PRIMER NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-38	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Dormitorio principal SEGUNDO NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-39	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Comedor PRIMER NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-40	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Dormitorio 01 TERCER NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-41	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Sala de estar SEGUNDO NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-42	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Comedor PRIMER NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-43	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Comedor SEGUNDO NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-44	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Comedor TERCER NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-45	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Lavandería SEGUNDO NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-46	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Lavandería SEGUNDO NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-47	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Comedor TERCER NIVEL	<b>BAJA</b>

EE-48	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Sala de estar SEGUNDO NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-49	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Lavandería SEGUNDO NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-50	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Sala de estar TERCER NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-51	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Dormitorio 01 SEGUNDO NIVEL	<b>BAJA</b>
EE-52	Caja octogonal ubicada en vigueta de la losa	Estructura vs Instalaciones Eléctricas	Lavandería TERCER NIVEL	<b>BAJA</b>

**Tabla 26. Arquitectura vs Instalaciones eléctricas**

CÓDIGO	ASUNTO	INTERFERENCIA	UBICACIÓN	PRIORIDAD
AE-01	Tubería de pozo a tierra atraviesa muro de cámara de bombeo	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas	Cámara de bombeo SEMISÓTANO	<b>BAJA</b>
AE-02	Tubería de alumbrado atraviesa vano de ventana	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas	Dormitorio 02 PRIMER NIVEL	<b>MODERADO</b>
AE-03	Tubería de C4-TSG atraviesa muro de cámara de bombeo	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas	Cámara de bombeo SEMISÓTANO	<b>BAJA</b>
AE-04	Tubería de pozo a tierra atraviesa muro de cámara de bombeo	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas	Cámara de bombeo SEMISÓTANO	<b>BAJA</b>
AE-05	Tubería de tomacorriente atraviesa vano de ventana	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas	Lavandería PRIMER NIVEL	<b>MODERADO</b>

AE-06	Tubería de alumbrado atraviesa vano de ventana	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas	Lavandería PRIMER NIVEL	<b>MODERADO</b>
AE-08	Tubería de C6-TSG atraviesa muro de cámara de bombeo	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas	Cámara de bombeo SEMISÓTANO	<b>BAJA</b>
AE-09	Tubería de C5-TSG atraviesa muro de cámara de bombeo	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas	Cámara de bombeo SEMISÓTANO	<b>BAJA</b>
AE-10	Tubería de C5-TSG atraviesa muro de cámara de bombeo	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas	Cámara de bombeo SEMISÓTANO	<b>BAJA</b>
AE-12	Tubería de alumbrado atraviesa vano de ventana	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas	Dormitorio 02 PRIMER NIVEL	<b>MODERADO</b>
AE-13	Tubería de alumbrado atraviesa vano de ventana	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas	Dormitorio de servicio SEGUNDO NIVEL	<b>MODERADO</b>

Según el reporte de interferencias podemos visualizar 136 colisiones entre especialidades con la siguiente proporción mediante el modelo unificado:

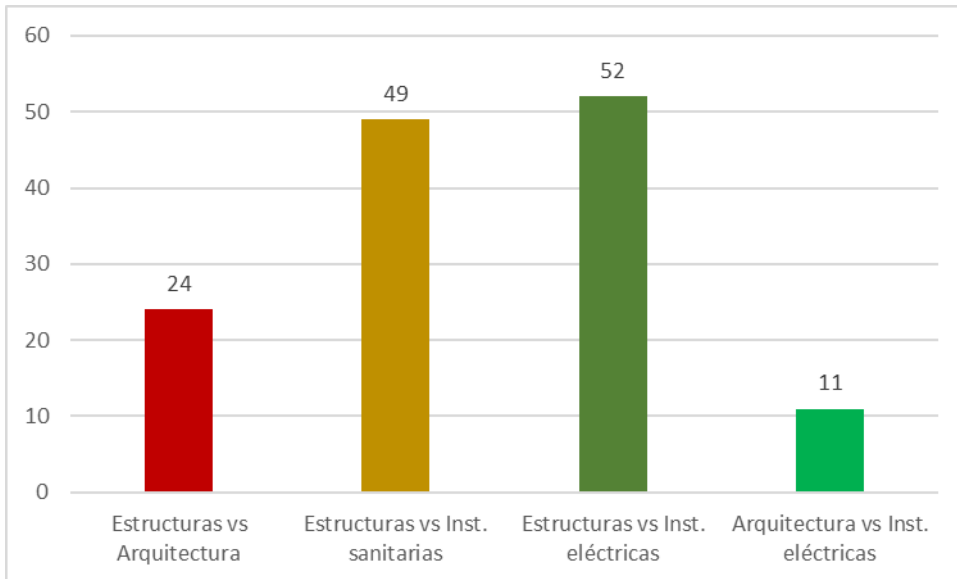


Figura N° 64. Interferencias detectadas por especialidad

De dichas interferencias se puede identificar que las más comunes son:

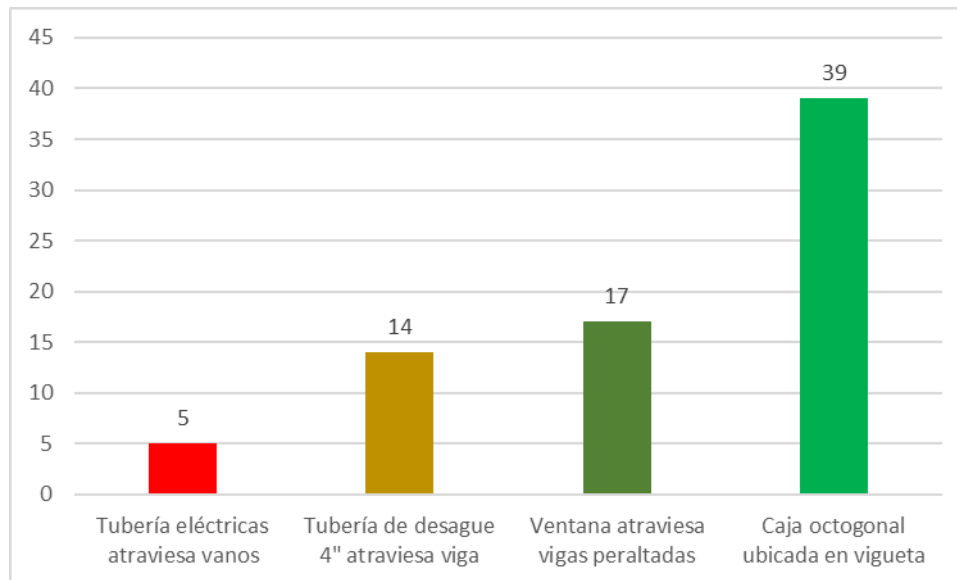


Figura N° 65. Interferencias más comunes

### 5.5.5.3. Archivado

Para el inicio de este procedimiento, empezamos creando una carpeta madre que contenga de manera ordenada las interferencias detectadas mediante el uso de herramientas BIM, en este caso el Clash detective del programa Navisworks, previamente exportado de un modelamiento en Revit. Dicha carpeta será nombrada como Interferencias entre especialidades.

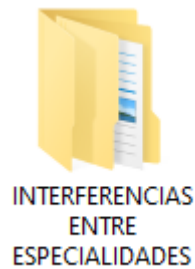


Figura N° 66. Carpeta general de interferencias

Como contenido de la carpeta principal, organizamos y/o clasificamos las interferencias detectadas por colisión entre especialidades. Para este punto se recomienda analizar el modelo unificado y clasificar, mediante su experiencia, entre que especialidades se prevé que exista interferencias constructivas.

Nombre	Tipo
1. ARQUITECTURA_VS_INS.ELÉCTRICAS	Carpeta de archivos
2. ESTRUCTURAS_VS_ARQUITECTURA	Carpeta de archivos
3. ESTRUCTURAS_VS_INS.ELÉCTRICAS	Carpeta de archivos
4. ESTRUCTURAS_VS_INS.SANITARIAS	Carpeta de archivos

Figura N° 67. Carpetas de interferencia por especialidad

Ya con la clasificación de interferencias detectadas por colisión entre especialidades; adjuntamos dentro de ellas el panel fotográfico y descripción de las mismas, las cuales deben ser nítidas y concisas, respectivamente. En caso de tener alguna observación y/o anotación extra, crear un archivo de texto fuera de las carpetas con el nombre de NOTAS.

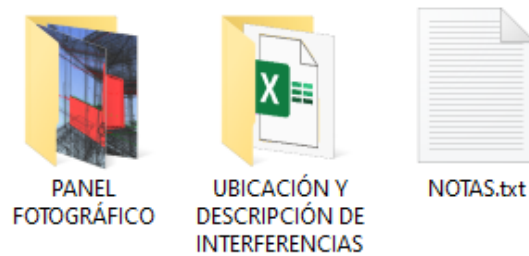


Figura N° 68. Información de interferencias

El panel fotográfico debe contener imágenes nítidas y precisas de la interferencia, además de una nomenclatura que identifique la colisión entre especialidades, en este caso: AE – 01 (Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas – Fotografía 01)

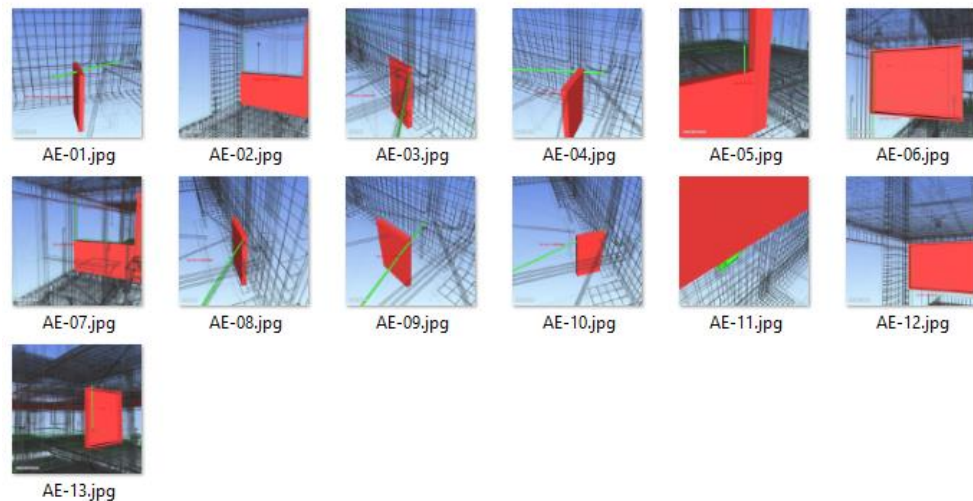


Figura N° 69. Panel fotográfico de interferencias

Para la ubicación y descripción de las interferencias detectadas, nos apoyamos en un archivo Excel, tabla que contiene el código de la fotografía, el asunto y/o descripción breve de dicha interferencia, la ubicación y finalmente la prioridad.

La prioridad del asunto está basada en cuánto afecta al sistema estructural del proyecto.

CÓDIGO	ASUNTO	INTERFERENCIA	UBICACIÓN	PRIORIDAD
AE-01	Tubería de pozo a tierra atraviesa muro de cámara de rebombeco	Arquitectura vs instalaciones Eléctricas	Cámara de rebombeco SEMISOTANO	BAJA
AE-02	Tubería de alumbrado atraviesa vano de ventana	Arquitectura vs instalaciones Eléctricas	Dormitorio 02 PRIMER NIVEL	MODERADO
AE-03	Tubería de CS-TSG atraviesa muro de cámara de rebombeco	Arquitectura vs instalaciones Eléctricas	Cámara de rebombeco SEMISOTANO	BAJA
AE-04	Tubería de pozo a tierra atraviesa muro de cámara de rebombeco	Arquitectura vs instalaciones Eléctricas	Cámara de rebombeco SEMISOTANO	BAJA
AE-05	Tubería de tomacorriente atraviesa vano de ventana	Arquitectura vs instalaciones Eléctricas	Lavandería PRIMER NIVEL	MODERADO
AE-06	Tubería de alumbrado atraviesa vano de ventana	Arquitectura vs instalaciones Eléctricas	Lavandería PRIMER NIVEL	MODERADO
AE-08	Tubería de CS-TSG atraviesa muro de cámara de rebombeco	Arquitectura vs instalaciones Eléctricas	Cámara de rebombeco SEMISOTANO	BAJA
AE-09	Tubería de CS-TSG atraviesa muro de cámara de rebombeco	Arquitectura vs instalaciones Eléctricas	Cámara de rebombeco SEMISOTANO	BAJA
AE-10	Tubería de CS-TSG atraviesa muro de cámara de rebombeco	Arquitectura vs instalaciones Eléctricas	Cámara de rebombeco SEMISOTANO	BAJA
AE-12	Tubería de alumbrado atraviesa vano de ventana	Arquitectura vs instalaciones Eléctricas	Dormitorio 02 PRIMER NIVEL	MODERADO
AE-13	Tubería de alumbrado atraviesa vano de ventana	Arquitectura vs instalaciones Eléctricas	Dormitorio de servicio SEGUNDO NIVEL	MODERADO

Figura N° 70. Descripción de interferencias

El procedimiento del protocolo recomendado, se repite para las demás interferencias entre especialidades.

#### 5.5.5.4. Proceso de corrección de interferencias

Los planos al ser aprobados y revisados por la municipalidad, solo pueden ser modificados y/o editados por el proyectista. Todas las interferencias que se encontraron en el presente proyecto deben ser enviadas, en el orden mencionado previamente, hacia el proyectista encargado de la elaboración de planos, para que las interferencias sean revisadas, analizadas y solucionadas.

Si bien no se posee el derecho y/o la arbitrariedad de cambiar los planos y/o modificarlos para su ejecución, es cierto también que podemos proponer

soluciones constructivas a dichas interferencias entre especialidades. Analizando las colisiones más comunes observamos que el atraveso de tuberías con elementos estructurales, la incorrecta ubicación de luminarias; las interferencias entre vanos y vigas, son interferencias las cuales podemos proponer alternativas de solución y/o recomendación, figura N°65.

a) Tuberías eléctricas atraviesan vanos

En la vivienda estudiada, se pudo detectar gracias al modelo 3d unificado que diferentes tuberías del circuito eléctrico atraviesan vanos de ventanas. En la mayoría de casos, esto sucede al no haber realizado una compatibilización de planos. Se observó que la mayoría de tuberías que atravesaban el vano de ventanas eran aquellos que iban hacía el interruptor. Por lo que una solución podría ser cambiar de ubicación los interruptores, la tubería de estos suelen estar embebidos en los muros no portantes, si bien son muros de tabiquería, se recomienda tener cuidado y evitar la picar los muros en diagonal ya que induciría al muro a fallar por corte. Si se va a realizar una picadura para tuberías, debe reforzar el muro con dos varillas de acero corrugado de 4.7mm embebido en el mortero del muro cada tres hiladas de ladrillo.

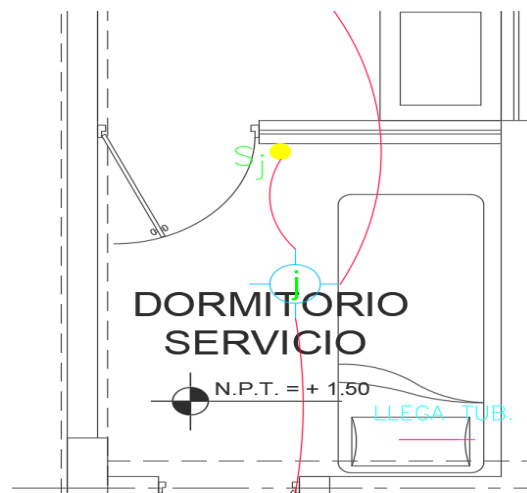


Figura N° 71. Interruptores en vanos

b) Tuberías de desagüe 4" atraviesan vigas y/o viguetas



Para el presente proyecto se identificó que todas las tuberías montantes de desagüe de 4" están dentro de falsas columnas o columnetas, lo cual es correcto; sin embargo, se detectó que algunas tuberías de desagüe de 4" atraviesan vigas peraltadas y de arriostre, lo cual reduce la sección de la viga, debilitando la estructura; esto ocurre ocasionalmente al tener densidad de información al momento de compatibilizar los planos de instalaciones en la losa. Se recomienda reubicar las tuberías, de tal manera que la sección de las vigas no se reduzca, se espera que las tuberías vayan por la zona de ladrillos de techo. Además, al ser inevitable que se atraviesen viguetas, se recomienda utilizar una doble vigueta reforzada; otra recomendación, en caso de abundancia de tuberías y puntos de luz, cambiar el sistema de losa aligerada a una losa maciza.



Figura N° 72. Colocación inadecuada de tuberías de desagüe

Fuente: Página web de Aceros Arequipa

c) Ventanas atraviesan vigas peraltadas

Según lo expuesto, el cruce entre ventanas y vigas peraltadas, es una de las interferencias que se presentaba con mayor frecuencia. Esto producto de la falta de compatibilización entre los planos de estructuras y arquitectura, al

darle prioridad a la rigidez que ofrece una viga peraltada, estaríamos reduciendo la dimensión vertical del vano de la ventana, esto podría afectar el alfeizar mínimo permitido y la arquitectura del proyecto, más aún en fachadas. Como se pudo observar, si las vigas ubicadas en la parte superior de las ventanas fueran chatas, no se produciría ninguna colisión; sin embargo, al ser peraltadas se produce la interferencia. Se recomienda reducir la altura de las ventanas, además de que cada vano de puerta o ventana tenga un dintel de concreto armado instalado, esto evitará que los muros laterales al vano sufran fisuras y grietas ante un movimiento sísmico o el peso propio de la tabiquería reduciendo el momento generado en los talones de las columnas y muros.

d) Cajas octogonales ubicadas en viguetas

Esto es una práctica muy común en la construcción informal de albañilería confinada, ya que se apoyan del alineamiento y encofrado de la vigueta para la ubicación de cajas octogonales; este procedimiento constructivo es erróneo e inaceptable, ya que con ello se está debilitando el armado de la vigueta reduciendo el volumen de concreto e interrumpiendo la linealidad y continuidad del mismo. Las cajas octogonales deben ser ubicadas en los ladrillos de techo, ya que estos no cumplen ningún rol estructural más que el de aligerar el peso de la losa.

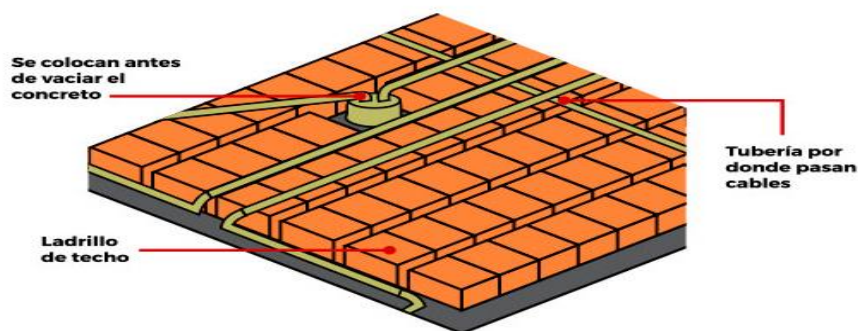


Figura N° 73. Colocación de cajas octogonales

Fuente: Pagina web de Maestro

#### 5.5.6. Estado situacional del proyecto después de aplicar el plan de mejora

Luego de aplicar el seguimiento protocolar del modelamiento 3D, detección y archivado de interferencias constructivas, se envía dicha información al proyectista encargado del proyecto. Se espera que, en comunicación con los demás especialistas de área involucrados en el proyecto logren solventar y/o absolver las interferencias detectadas mediante el modelo 3D, con la finalidad de prevenir procedimientos constructivos erróneos que afecten tanto el sistema estructural como el arquitectónico.

Cabe afirmar que el modelamiento y detección de interferencias del proyecto se realiza en la etapa de gestión y revisión del diseño, esto con el fin de ocupar un plazo de tiempo para solventar observaciones y, en el peor de los casos, prevenir reprocesos constructivos.



Figura N° 74. Visualización y solución de interferencias por especialistas

Fuente: Costos Educa, 2018

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En su tesis Ccora (2017), en la construcción del Centro Comercial Peruano, con el modelo virtual se logra obtener el panorama real del proyecto y se optimiza la gestión de comunicaciones entre los interesados, además según Martínez (2019), las herramientas tecnológicas que nos proporciona BIM, Revit y Navisworks, brindan una buena compatibilización y complementación, Revit permite modelar en todas las especialidades e integrarlas en un solo modelo y Navisworks permite gestionar la información que nos brinda el mismo modelo, logrando optimizar tiempo y recursos. Respaldamos la opinión mencionada de los autores, ya que en la presente tesis se aplicó el uso de herramientas BIM como Revit y Navisworks, obteniendo modelos 3d por especialidad de fácil entendimiento, el cual mejora la comunicación visual de los profesionales, técnicos y personal obrero involucrado en el proyecto. De acuerdo a la investigación de Ybañez (2018), la metodología BIM permite obtener un mejor control del desarrollo de cualquier proyecto, y mejor visibilidad para identificar inconsistencias interdisciplinarias, además concluyó que con el método manual encontró 54 interferencias; con BIM, 144. Teniendo el 37% de eficiencia. Efectivamente con el uso de herramientas BIM, contrastamos las conclusiones mencionadas, ya que al utilizar el modelamiento 3d de especialidades de la vivienda multifamiliar se obtuvo mayor y mejor visibilidad del sistema estructural, arquitectónico e instalaciones; como resultado de una revisión manual entre planos obtuvimos 12 incompatibilidades, mientras que con el modelo 3d se obtuvo 136 colisiones. Obteniendo el 8% de efectividad, comparado con Ybañez, diferenciándose la cantidad por la complejidad del proyecto y/o diseño.

Según Álvarez (2020), en el proyecto del edificio educacional sucursal de una universidad de la ciudad de Arequipa se lograron detectar e identificar un total de 581 incompatibilidades, dentro de las cuales 328 son RFI's (solicitudes de información) a los proyectistas en sus diferentes especialidades y a su vez del total de incompatibilidades se identificó que el 80% de estas consultas pudieron ser absueltas en la etapa de diseño, con la ayuda de herramientas de modelamiento computacional. Así mismo, Candela (2019) en su tesis, la implementación del modelado virtual de información al proyecto de edificación ayudó a esclarecer y anticipar todas las consultas que se hubiesen realizado en el transcurso de desarrollo del proyecto. Esto nos dio como resultado la cantidad de 244

incompatibilidades en todo el proyecto, incompatibilidades que fueron resueltas anticipadamente por los ingenieros a cargo del proyecto destacando la rapidez con la que se detectaron las incompatibilidades y la facilidad al momento de visualizarlas. Efectivamente el uso de Revit y Navisworks como herramientas de modelamiento BIM otorga mayor visualización, al aplicarlo en el presente proyecto se pudo detectar 136 colisiones, de las cuales 24 se dan entre la especialidad de estructuras y arquitectura, 49 entre estructuras e instalaciones sanitarias, 52 entre estructuras e instalaciones eléctricas y 11 entre arquitectura e instalaciones eléctricas, siendo resueltas el 100% de interferencias en la etapa de revisión del proyecto. Como se aprecia la cantidad de interferencias comparada al proyecto de Álvarez es aproximadamente la cuarta parte y respecto a Candela, la mitad; esto debido a la complejidad del proyecto y la cantidad de niveles del mismo.

Según Herrera (2020), Al aplicar la metodología BIM (Building Information Modeling) se determinó 1657 interferencias en las especialidades la edificación familiar de 03 pisos ubicado en el distrito y provincia de Jaén, región Cajamarca, detectadas anticipadamente en la etapa de diseño. Al tratarse de un proyecto similar al número de niveles de la presente tesis; la cantidad de interferencias que muestra Herrera está probablemente mayorada, el uso del Clash detection del Navisworks cuenta como colisión la unión entre elementos estructurales y no estructurales como muros, vigas y columnas o falsas columnas; sin embargo esto no se muestra en un proceso constructivo real, se recomienda revisar posibles errores de modelamiento, así mismo filtrar o eliminar las falsas interferencias para obtener una cantidad de interferencias realista del proyecto.

Según Ccora (2017), la administración de riesgos BIM contribuyó a la reducción de costos de interferencias constructivas del Centro Comercial Peruano; se gestionó las soluciones de los riesgos en el modelo virtual, evitando que estos riesgos en la etapa de construcción generen retrasos y adicionales de obra. Así mismo, Chávez (2018) concluye que mediante el uso de métodos de trabajo convencionales no se hubiera podido detectar tempranamente las interferencias que afectan directamente la programación. Es por esto que aplicar nuevas tecnologías como el uso de BIM trae beneficios tanto en plazo como en costo, al evitar re trabajos por correcciones en plena ejecución. En conjunto con el jefe de proyecto y un rápido análisis de precios unitarios se pudo estimar un ahorro significativo alrededor de los 260 000 soles en temas de 44 RFIs resueltos hasta culminar este estudio. Efectivamente, la

documentación de las interferencias apoyado de un modelo virtual en la etapa de gestión ayuda a prevenir procesos constructivos erróneos, por ende reprocesos que hubiesen ocurrido en la etapa de ejecución del proyecto; a diferencia de Ccora y Chávez, en la presente tesis no se ha evaluado el impacto que se tendría en la reducción de costos debido a temprana resolución de RFIs; sin embargo respaldamos la opinión de dichos autores, al demostrar que con el uso de herramientas BIM existe una comunicación efectiva con los involucrados del proyecto en cuanto a interferencias constructivas.

Según Álvarez (2020), la propuesta de mejora de la implementación BIM en la gestión de diseño tuvo seis fases, las cuales fueron coordinación de especialidades, modelado BIM de estructuras y arquitectura, sesiones de trabajo para resolución de incompatibilidades de estructuras y arquitectura, modelado BIM de Inst. Eléctricas, Inst. Sanitarias e Inst. Mecánicas, sesiones de trabajo para resolución de incompatibilidades de Inst. Eléctricas, Inst. Sanitarias e Inst. Mecánica, y sesiones de trabajo con proveedores y sub contratistas. Al igual que la propuesta de mejora mencionada, el proceso de corrección de interferencias utilizando herramientas BIM planteada en la presente tesis también cuenta con seis fases documentadas en el protocolo, las cuales son, documentación, modelamiento, modelo unificado, detección de interferencias, archivado y corrección. Si bien es cierto, ambas tesis tienen el objetivo de detectar interferencias en la etapa de diseño, la presente investigación parte de planos CAD previamente aprobados por la municipalidad; sin embargo, la tesis de Álvarez parte de planos elaborados con BIM, con lo cual el proceso de detección de interferencias se agiliza. En la etapa de diseño, la mayoría de planos son elaborados mediante el CAD, debido a ello la presente tesis plantea su propuesta de mejora a partir del estándar mencionado.

## CONCLUSIONES

1. El uso de Revit como herramienta de modelamiento BIM otorga mayor visualización y entendimiento del sistema estructural, arquitectónico, eléctrico, sanitario, además al integrarlos en un modelo unificado se pudo detectar 136 colisiones (figura N°64), de las cuales el 18 % se dan entre la especialidad de estructuras y arquitectura, el 36% entre estructuras e instalaciones sanitarias, el 38% entre estructuras e instalaciones eléctricas y solo el 8% entre arquitectura e instalaciones eléctricas; interferencias que al identificarlas y documentarlas en la etapa de gestión y revisión del proyecto prevenimos procedimientos constructivos erróneos apoyados del protocolo y modelo de presentación propuesto, se agiliza el proceso de recepción de la información hacia los implicados en el proyecto para la propuesta de solución de dichas interferencias.
2. En referencia al indicador estructuras el 62.50% de profesionales se apoyan en un modelamiento 3d para una mejora en la visualización de la especialidad, en arquitectura, el 76.85%; en instalaciones eléctricas, el 60.28% y en instalaciones sanitarias, el 75%, ver figura N°20. Al no apoyarse en un modelamiento 3d el 37,5% de los encuestados encuentra incompatibilidades en la unión de elementos estructurales (tabla 12), el 43,1% de los encuestados tiene incompatibilidades por los niveles de piso terminado (tabla 15) y el 41.67% tiene dificultad en la coordinación de circuitos eléctricos con el esquema unifilar (figura N°17). Por lo que el uso de herramientas BIM brinda mayor visualización y entendimiento del sistemas estructural, arquitectónico, eléctrico, sanitario y unificado; como se observa en las figuras N°29, 31, 33, 35 y 36 respectivamente.
3. El 33% de los profesionales encuestados pudo identificar cruces entre especialidades debido al uso de la simulación 3d, deduciendo que un tercio de ellos utiliza programas de visualización 3d para la detección de colisiones constructivas, ver figura N°19. Sin el uso de herramientas BIM, en la etapa de ejecución, según la tabla 16 el 30.6 % de los encuestados visualiza cruce entre tuberías y vanos; según la tabla 17 el 18.1% ha identificado cruce entre vanos y elementos estructurales; por otra parte, según la tabla 18 el 33.3% ha visualizado la ubicación de luminarias en vigas y/o viguetas. Efectivamente como muestra en la figura 65, si no se usara la

simulación 3d para la construcción de la edificación se encontraría cruces entre tuberías y vanos, tuberías y elementos estructurales, elementos estructurales y no estructurales, y luminarias en viguetas. En el proyecto de estudio mediante el modelo unificado y simulación 3d se pudo identificar, según la figura N°64, 136 interferencias, de las cuales 24 se dan entre la especialidad de estructuras y arquitectura, 49 entre estructuras e instalaciones sanitarias, 52 entre estructuras e instalaciones eléctricas y 11 entre arquitectura e instalaciones eléctricas, siendo el 18%, 38%, 11% y 8% respectivamente.

4. El 69.5% de los profesionales encuestados, a lo largo de su experiencia profesional, no ha utilizado un reporte de interferencias brindado por Navisworks (Clash detective), ver tabla 21; mientras que el 61.11% no documenta las interferencias por especialidad (figura N°17). Al aplicar el protocolo de detección propuesto, figura N°39, se obtuvo una comunicación efectiva en cuanto a la solución de colisiones entre especialidades. De esta manera, al tener un orden de documentación de interferencias gráfica, descriptiva y clasificada por prioridad, tablas 23, 24, 25 y 26, se agiliza el proceso de recepción de la información hacia los implicados en el proyecto para la propuesta de solución de dichas interferencias.



## RECOMENDACIONES

1. En caso se desee realizar una investigación aplicada de la metodología BIM para la etapa de planificación y control de obra bajo lineamientos de gestión de proyectos multifamiliares, el modelamiento 3d en el programa Revit se puede utilizar como herramienta de sectorización y control, con ayuda de los filtros que ofrece el programa, a su vez puede utilizar la simulación constructiva de dichos sectores para familiarizar y capacitar al personal profesional, técnico y obrero que están involucrados en el proyecto y medir los tiempos de consulta durante la ejecución del mismo.
2. Como parte del procedimiento del modelamiento con herramientas BIM, si se trata de proyectos multifamiliares de mayor envergadura y/o con densidad de información, se recomienda utilizar BIM360 *Desing*, la cual permite la colaboración en conjunto y en simultáneo de los profesionales y modeladores involucrados en el proyecto, la gestión de diseño se sitúa en una nube de información y la gestión de datos es compartida a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Esto proporciona a los miembros del equipo una mejora de visibilidad en el proyecto en el caso de colisiones entre especialidades y/o cualquier interferencia encontrada en el proceso de diseño, de esta manera se obtiene una toma de decisiones más rápida e informada.
3. Para la detección de Interferencias entre todas las especialidades que contenga un proyecto, otra alternativa de solución además del programa Naviswork, es el *BIM Collab zoom*. El *BIM Collab* es un visor de modelos gratuito, el cuál ayuda al usuario a encontrar y visualizar colisiones entre diferentes especialidades. Dicha información puede ser filtrada y resaltada con el fin de realizar una rápida revisión. Además, todas las colisiones encontradas pueden ser colocadas en el *cloud* (nube) para que la información pueda ser compartida con todos los integrantes del proyecto.

4. BIM es una metodología con amplios recursos de gestión, comunicación, compartimiento de información y herramientas de diseño. En la presente tesis de viviendas de albañilería confinada, los profesionales en construcción no solo pueden diseñar y modelar los planos en 3D, sino también obtener los metrados de la edificación, como calcular la cantidad de materiales y el estado de los avances de cada proceso de una edificación. De esta manera, se puede transparentar el manejo de los recursos y los tiempos de ejecución del mismo

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, J. (2012). *Hipótesis, método & diseño de investigación (hypothesis, method & research design)*. Daena: International Journal of Good Conscience, 7(2), 187-197.
- Alonso, M. (2019). *Guía para la elaboración del Trabajo Final de Grado*. Biblioteca de la Universidad de Sevilla.
- Álvarez Vásquez, A. P., & Pinto Vargas J.A. (2020). *Detección de incompatibilidades en la etapa de diseño que generan impacto en costo y en tiempo por la no utilización de herramientas y metodologías modernas como BIM en un edificio universitario de la ciudad de Arequipa*.
- Arequipa Izaa, D.J (2020). *Análisis de interferencias en el Proyecto inmobiliario “Conjunto habitacional reina Julia” Mediante la metodología BIM*.
- Barbosa Jacome, C. A., & Ortega Delgado, B. A. R. B. A. R. A. (2019). *Uso de las herramientas building information modeling (BIM) para la planeacion y control de una edificacion en Ocaña*.
- Candela Rafael, R. H., & Carbajal Calampa, O. M. (2019). *Modelado virtual de información para el control de edificación del instituto de seguridad minera, distrito La Victoria*.
- Ccora Huamán, N. (2017). *Reducción de costos de interferencias constructivas del centro comercial peruano aplicando la metodología BIM*.
- Chávez Ñaupari, F. P. D., & Toledo Pineda (2018). *Optimización del planeamiento y control de un proyecto inmobiliario, a través de LPS y un modelo BIM para el secuenciamiento e identificación de restricciones*.
- Coral, J. S. G., Martinez, J. M. P., Avila, J. L., Perdomo, J. M., Garzon, J. G. M., & Cubillos, A. M. H. (2020). *Comparación de implementación CAD vs BIM para proyectos de construcción, arquitectura e ingeniería. IDEA Construcción y Madera*.
- Coutinho, A. B., Moura, G. S., & da Costa Teixeira, E. K. (2021). *Compatibilização de um projeto arquitetônico e hidrossanitário utilizando a metodologia BIM*. Research, Society and Development.

- Herrera Fuentes, Y. L. (2020). *BIM, para Detectar las Interferencias en la Etapa de Diseño en una Edificación, Distrito y Provincia de Jaén, Región Cajamarca.*
- Horna, A. A. V. (2012). *Desde la idea hasta la sustentación: 7 pasos para una tesis exitosa.* Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos. Universidad de San Martín de Porres. Lima.
- Jadhav, G. D., Kumthekar, M. B., & Magdum, J. S. (2017). *Building Information Modeling (BIM) a New Approach towards Project Management. International Journal of Engineering Research & Technology.*
- Marquez Feduyo, C. A., & Porras Gutiérrez, B. L. (2020). *Análisis del retorno de la inversión utilizando la metodología BIM (Building Information Modeling) en la etapa de planeación de un proyecto de vivienda de interés social (vis), aplicado al municipio de Yopal, Casanare.*
- Martínez Ayala, S. J. (2019). *Propuesta de una metodología para implementar las tecnologías VDC/BIM en la etapa de diseño de los proyectos de edificación.*
- Mora-Pérez, B. (2020). *Detección de interferencias constructivas y cuantificación de materiales mediante el modelado en 3D. Caso: edificio de la Oficina de Ingeniería del TEC.*
- Saldías Silva, R. O. L. (2010). *Estimación de los beneficios de realizar una coordinación digital de proyectos con tecnologías BIM.*
- Salinas Saavedra, J. R., & Ulloa Román, K. A. (2013). *Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan.*
- Salinas, J. R., & Román, K. A. U. (2014). *Implementación de BIM en proyectos Inmobiliarios. Sinergia e Innovación.*
- Taboada, J., Alcántara, V., Lovera, D., Santos, R., & Diego, J. (2011). *Detección de interferencias e incompatibilidades en el diseño de proyectos de edificaciones usando tecnologías BIM.* Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica.
- Valunjkar, M. S. P. R. S. (2017). *Improve the Productivity of Building Construction Project using Clash detection Application in Building Information Modeling.*
- Vásquez Ayala, J. C. (2006). *El "Lean Design" y su aplicación a los proyectos de edificación.*

- Viera Delgado, S. Á. (2019). *BIM en la Pre-Construcción de un Edificio de Viviendas Plurifamiliar en Santa Cruz de Tenerife. Modelado Arquitectónico y Estructural.*
- Ybañez Mays, J. B. (2018). *BIM, para optimizar la etapa de diseño en una edificación, distrito Villa El Salvador, Lima 201*

## ANEXO

Anexo 01. Matriz de consistencia .....	135
Anexo 02. Índice de cuestionario .....	136
Anexo 03. Cuestionario .....	137
Anexo 04. Opinión de expertos del instrumento de investigación.....	146
Anexo 05. Validez del instrumento.....	152
Anexo 06. Consentimiento de uso de firma profesional .....	154
Anexo 07. Licencia de edificación del proyecto .....	157
Anexo 08. Consentimiento de información .....	158
Anexo 09. Panel fotográfico de interferencias .....	159

## Anexo 01. Matriz de consistencia

**Tabla 27.** Matriz de Consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE	INDICADORES	MÉTODO
¿En qué medida la detección de interferencias entre especialidades mediante el uso de herramientas BIM influye en la prevención de procedimientos constructivos erróneos?	Detectar las interferencias entre las especialidades en la construcción de viviendas de albañilería confinada con la finalidad de prevenir procedimientos constructivos erróneos utilizando herramientas BIM.	La detección de interferencias en la construcción de viviendas de albañilería confinada previene procedimientos constructivos erróneos a través de herramientas BIM.	Interferencias  Procedimientos constructivos erróneos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Arquitectura</li> <li>✓ Estructuras</li> <li>✓ Instalaciones Eléctricas</li> <li>✓ Instalaciones Sanitarias</li> </ul>	Método: Inductivo  Tipo: Descriptivo
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE	INDICADORES	
¿De qué manera un modelamiento 3D de las especialidades mejora la visualización de la edificación?	Realizar el modelamiento 3D de las especialidades para mejorar la visualización de la edificación.	El modelamiento 3D de las especialidades mejora la visualización de la edificación.	Modelamiento 3D  Edificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Arquitectura</li> <li>✓ Estructuras</li> </ul>	Nivel: Aplicada  Diseño:
¿En qué medida la simulación 3D de las especialidades permite identificar cruces entre ellas?	Realizar la simulación 3D de las especialidades con el fin de identificar cruces entre ellas.	La simulación 3D de las especialidades permiten identificar cruces entre ellas.	Simulación 3D  Cruce entre especialidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Instalaciones Eléctricas</li> <li>✓ Instalaciones Sanitarias</li> </ul>	Según propósito: No experimental
¿De qué manera la documentación de interferencias por especialidad conlleva a proponer soluciones constructivas viables?	Documentar las interferencias por especialidad con la finalidad de proponer soluciones constructivas viables.	La documentación de interferencias por especialidad conlleva a proponer soluciones constructivas viables.	Organización de interferencias  Soluciones constructivas viables		Según Mediciones: Transversal

Fuente: elaboración propia

## Anexo 02. Índice de cuestionario

**Tabla 28.** Índice de cuestionario

VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES	INSTRUMENTO	ITEM
VISUALIZACIÓN DEL MODELO 3D	Estructuras	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Revisar detalles de aceros de refuerzo</li> <li>✓ Revisar niveles de cimentación</li> <li>✓ Representación de unión de elementos estructurales</li> <li>✓ Revisar detalles de elementos horizontales</li> <li>✓ Revisar detalles de elementos verticales</li> </ul>	CUESTIONARIO	1-5
	Arquitectura	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Revisar cortes/elevaciones de vanos</li> <li>✓ Revisar incompatibilidad de niveles de piso terminado</li> <li>✓ Revisar detalles elementos arquitectónicos</li> <li>✓ Revisar acabados de muros exteriores</li> <li>✓ Revisar acabados de muros interiores</li> <li>✓ Revisar la distribución arquitectónica</li> </ul>		6-11
	Instalaciones Eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Revisar que los circuitos de planta coincidan con el Esquema unifilar</li> <li>✓ Revisar los nivel de alumbrado e interruptores</li> <li>✓ Revisar los nivel de tomacorrientes</li> <li>✓ Revisar los nivel de red de comunicación</li> <li>✓ Revisar la llegada de circuitos a los tableros de distribución.</li> </ul>		12-16
	Instalaciones Sanitarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Revisar la conexión entre tuberías</li> <li>✓ Revisar niveles en aparatos sanitarios</li> <li>✓ Revisar isometrías de redes de agua</li> </ul>		17-20
CRUCE ENTRE ESPECIALIDADES	Estructuras	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Revisar compatibilidad entre elementos estructurales y planta arquitectónica</li> </ul>	CUESTIONARIO	21-27
	Arquitectura	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Revisar si existe cruce entre tuberías y elementos estructurales</li> <li>✓ Revisar cruce de vanos con elementos estructurales</li> </ul>		
	Instalaciones Sanitarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Revisar si existe cruce entre tuberías y vanos</li> <li>✓ Revisar si las luminarias se ubican en vigas y viguetas</li> <li>✓ Revisar si existe cruce entre tuberías de desagüe con pozo tierra</li> </ul>		
	Instalaciones Eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ -Revisar si los tomacorrientes e interruptores se ubican en las columnas</li> </ul>		
DOCUMENTACIÓN Y SOLUCIÓN DE INTERFERENCIAS CONSTRUCTIVAS	Estructuras	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Obtener reportes de interferencias</li> </ul>	CUESTIONARIO	28-30
	Arquitectura	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Documentar interferencias por especialidad</li> </ul>		
	Instalaciones Sanitarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Proponer soluciones constructivas viables</li> </ul>		
	Instalaciones Eléctricas			



### Anexo 03. Cuestionario

## SECCIÓN 1: INFORMACIÓN GENERAL

El objetivo principal del presente cuestionario es recolectar información sobre las interferencias entre especialidades en la construcción de viviendas de albañilería confinada con la finalidad de prevenir procedimientos constructivos erróneos utilizando herramientas BIM. La información obtenida será de uso exclusivo para la elaboración de la presente tesis, por lo cual se le agradece el tiempo y dedicación brindado.

Profesión:

Años de experiencia:

Edad:

Sexo: (M), (F)

#### LINK DE LA ENCUESTA:

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScxj1UORsrTThzP3YYBqAu6ByrV11XSl2gtZpukm\\_b7jm9tbQ/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScxj1UORsrTThzP3YYBqAu6ByrV11XSl2gtZpukm_b7jm9tbQ/viewform?usp=sf_link)

## **SECCIÓN 2: VISUALIZACIÓN DEL MODELO 3D**

### **ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS**

1. ¿En sus proyectos, tiene problemas con el entendimiento por deficiencia en el detalle de acero corrugado?
  - a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca
2. ¿En su experiencia profesional, presenció incompatibilidad de niveles de cimentación entre planos?
  - a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca
3. ¿En su experiencia profesional, tuvo incompatibilidad de niveles en la unión de elementos estructurales?
  - a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca
4. ¿En sus proyectos, tiene problemas por densidad de elementos en losas?
  - a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca

5. ¿En sus proyectos, tiene dificultad con los niveles de traslape en elementos verticales?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca

**ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA**

6. ¿Los cortes y/o elevaciones del modelo 3D de la edificación, mejora la visualización de detalles en ventanas, puertas y mamparas?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca
7. ¿En sus proyectos, tiene incompatibilidad con los niveles de piso terminado?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca
8. ¿El modelamiento 3D le permite representar de mejor manera detalles de elementos arquitectónicos?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca

9. ¿El modelamiento 3D le ayuda en la representación de acabados de muros exteriores?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca
10. ¿El modelamiento 3D le ayuda en la representación de acabados de muros interiores?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca
11. ¿Cómo resultado del modelamiento 3D, obtiene una mejor visualización de la distribución arquitectónica de la edificación?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca

### **ESPECIALIDAD: INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

12. ¿En sus proyectos, tiene dificultad en la coordinación de circuitos eléctricos con el esquema unifilar?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca

13. ¿En sus proyectos, tiene dificultad para controlar la ubicación y niveles de alumbrados e interruptores?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca
14. ¿En sus proyectos, tiene dificultad para controlar la ubicación de tomacorrientes en los ambientes?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunc
15. ¿El modelamiento 3D de la red de comunicaciones le permite controlar su ubicación y niveles en los ambientes?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca
16. ¿Cómo resultado del modelamiento 3D, obtiene una mejora en la visualización del sistema eléctrico de la edificación?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca

## **ESPECIALIDAD: INSTALACIONES SANITARIAS**

17. ¿El modelamiento 3D le permite controlar y/o supervisar las conexiones entre tuberías?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca
18. ¿El modelamiento 3D de aparatos sanitarios le permite controlar su ubicación y niveles en los ambientes?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca
19. ¿El modelamiento 3D de las redes de agua mejora el entendimiento de las isometrías?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca
20. ¿Cómo resultado del modelamiento 3D, obtiene una mejora en la visualización del sistema sanitario de la edificación?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca

### **SECCIÓN 3: CRUCE ENTRE ESPECIALIDADES**

#### **ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS, ARQUITECTURA, INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SANITARIAS**

21. ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, detectó colisiones entre elementos estructurales y no estructurales?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca
22. ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó cruce entre tuberías y elementos estructurales?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca
23. ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó cruce entre tuberías y vanos?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca
24. ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, identificó el cruce de vanos con elementos estructurales?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca

25. ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó la ubicación de luminarias en vigas y/o viguetas?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca
26. ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, visualizó el cruce de tuberías con el pozo a tierra?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca
27. ¿En las obras y/o proyectos en los que ha participado, con qué frecuencia, identificó la ubicación de tomacorrientes e/o interruptores en columnas?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca



## **SECCIÓN 4: DOCUMENTACIÓN Y SOLUCIÓN DE INTERFERENCIAS CONSTRUCTIVAS**

### **ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS, ARQUITECTURA, INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SANITARIAS**

28. ¿Con qué frecuencia, en obras y/o proyectos en los que ha participado, se utilizó el Navisworks (Clash Detection) para obtener un reporte de interferencias?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca
29. ¿Con qué frecuencia, en obras y/o proyectos en los que ha participado, se documentan las inferencias por especialidad?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca
30. ¿En proyectos en los que ha participado, se reúnen los especialistas para proponer soluciones constructivas a las interferencias encontradas?
- a) Siempre
  - b) Frecuentemente
  - c) Ocasionalmente
  - d) Raramente
  - e) Nunca

## Anexo 04. Opinión de expertos de instrumento de investigación

### Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

#### 1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante: PÉREZ ROSALES, GERMAN RODRIGO

Cargo o Institución donde labora: GERENCIA DE PROYECOS

Título de la investigación: DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS PARA PREVENIR PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS ERRÓNEOS EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA

Autor(es) del Instrumento: BANDA CHOQUEHUANCA, RAY FRANCISCO  
BOLAÑOS BENAVIDES, JHAIR

#### 2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado					90%
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables				70%	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la					85%
4. Organización	Existe una organización lógica					85%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					85%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				75%	
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				75%	

8 coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					80%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					80%
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación					90%
Promedio de Validación					73.30%	85.00%

Fuente: Elaboración propia

### 3. Promedio de valoración 85.15 % y opinión de aplicabilidad

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(.....) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

**Lugar y Fecha:** Lima 07 de agosto del 2021



.....

Firma del Experto Informante

DNI N°: 47140535

Teléfono: 943984029

## Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

### 1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante: VILLANUEVA ROJAS, MARCO ANDRÉS

Cargo o Institución donde labora: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LURIGANCHO

Título de la investigación: DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS PARA PREVENIR PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS ERRÓNEOS EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA

Autor(es) del Instrumento: BANDA CHOQUEHUANCA, RAY FRANCISCO  
BOLAÑOS BENAVIDES, JHAIR

### 2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje				70%	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables				75%	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la				75%	
4. Organización	Existe una organización					85%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y				78%	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				75%	
7. Consistencia	Basado en aspectos				75%	

8 coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					85%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				80%	
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación				80%	
Promedio de Validación					76.00%	85.00%

Fuente: Elaboración propia

### 3. Promedio de valoración 80.50 % y opinión de aplicabilidad

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(.....) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

**Lugar y Fecha:** Lima 07 de agosto del 2021



.....

Firma del Experto Informante

DNI N°: 47551240

Teléfono: 932502542

## Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

### 1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante: LLUEN PUICON, TANIA LIZ

Cargo o Institución donde labora: ARQUITECTA

Título de la investigación: DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS PARA PREVENIR  
PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS ERRÓNEOS EN VIVIENDAS DE  
ALBAÑILERÍA CONFINADA

Autor(es) del Instrumento: BANDA CHOQUEHUANCA, RAY FRANCISCO  
BOLAÑOS BENAVIDES, JHAIR

### 2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje					85%
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables					90%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la					90%
4. Organización	Existe una organización					90%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					85%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					85%
7. Consistencia	Basado en aspectos				80%	

8 coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					85%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				80%	
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación					85%
Promedio de Validación					80.00 %	89.80%

Fuente: Elaboración propia

### 3. Promedio de valoración 84.90 % y opinión de aplicabilidad

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(.....) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

**Lugar y Fecha:** Lima 07 de agosto del 2021



.....

Firma del Experto Informante

DNI N°: 40690235

Teléfono: 945006565

## **Anexo 05. Validez del instrumento**

### **Validez del instrumento**

Para el juicio de expertos se consideró tres profesionales dedicados a la supervisión de obras, con experiencia en la construcción de viviendas de albañilería confinada y gestión de proyectos con la metodología BIM, en el cual se utilizó el método de evaluación individual, sus juicios y/o críticas de forma independiente sin consultar con el resto de expertos, los investigadores se encargaron de tomar nota de las observaciones pertinentes para realizar las modificaciones oportunas.

Se creó un cuestionario de validación de 30 preguntas (véase Anexo 3) en el que se pidió la valoración de los expertos sobre la modelación 3D con herramientas BIM para la mejora en la visualización de la edificación, además de las interferencias entre especialidades consecuente de una simulación constructiva y la documentación de las mismas con la finalidad de proponer soluciones constructivas viables.

En cuanto a la presentación de los ítems o preguntas para su evaluación, se efectuó en tres secciones distintas, teniendo cada una de ellas cinco respuestas múltiples del tipo frecuencia de ocurrencia de la escala de Likert.

- Visualización 3D: En esta sección se elaboró preguntas de acuerdo a los beneficios que otorga la modelación 3D con herramientas BIM, respecto a la visualización de la edificación, las cuales se dividieron en cuatro especialidades: Estructuras, Arquitectura, Instalaciones Eléctricas y Sanitarias.
- Cruce entre especialidades: En esta sección se elaboró preguntas de acuerdo a las interferencias entre las cuatro especialidades: Estructuras, Arquitectura, Instalaciones Eléctricas y Sanitarias, como producto de la simulación constructiva 3D.



- Documentación y solución de interferencias constructivas: En esta sección se elaboró preguntas de acuerdo a la organización, comunicación oral y/o escrita de las interferencias constructivas con el fin de proponer soluciones.

### Perfil profesional de los expertos:

Expertos	Perfil profesional
<b>PÉREZ ROSALES, GERMAN RODRIGO</b>	Ingeniero Civil colegiado, especializado en gerencia de proyectos, gestión integral de operaciones de ingeniería, planeamiento, producción sostenible de proyectos de construcción. Especialización en gestión de proyectos PMP. Dirección de la administración contractual y gestión comercial. Planificación y administración de los recursos para la ejecución de los proyectos. Gerencia y supervisión de proyectos en empresas constructoras e inmobiliarias. Gerente de proyectos en GPROYECTOS INVERSION con más 06 años de experiencia en consultoría, construcción y supervisión.
<b>VILLANUEVA ROJAS, MARCO ANDRÉS</b>	Ingeniero Civil, egresado de la Universidad Nacional del Santa, Consultor de obras, Especialista en la elaboración de costos y presupuestos. Formulator de proyectos en la subgerencia de estudios y proyectos de la Municipalidad Distrital de Lurigancho.
<b>LLUEN PUICÓN, TANIA LIZ</b>	Arquitecta egresada de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallardo de Lambayeque, colegiada CAP 15116 con especialidad en gestión pública y privada, elaboración de expedientes técnicos para equipamiento residencial, educación, salud y comercio. Con amplia experiencia en la Inspección y supervisión de obras, elaboración de bases para licitaciones, revisión de expedientes, licencias de construcción y funcionamiento.

**Anexo 06.** Consentimiento del uso de firma profesional

**CONSENTIMIENTO DEL USO DE FIRMA PROFESIONAL**

Yo, **PÉREZ ROSALES GERMAN RODRIGO**, gerente de proyectos, identificado con N° de DNI 47140535, autorizo el uso de mi firma como validación del instrumento de investigación, al bachiller **BANDA CHOQUEHUANCA RAY FRANCISCO** identificado con el N° de DNI 70779987 y al bachiller **BOLAÑOS BENAVIDES JHAIR** identificado con N° de DNI 77916827.

**Lima 07 de agosto del 2021**



.....

GERENTE DE PROYECTOS  
**PÉREZ ROSALES. GERMAN RODRIGO**

## CONSENTIMIENTO DEL USO DE FIRMA PROFESIONAL

Yo, **VILLANUEVA ROJAS MARCO ANDRÉS**, gerente de proyectos, identificado con N° de DNI 47551240, autorizo el uso de mi firma como validación del instrumento de investigación, al bachiller **BANDA CHOQUEHUANCA RAY FRANCISCO** identificado con el N° de DNI 70779987 y al bachiller **BOLAÑOS BENAVIDES JHAIR** identificado con N° de DNI 77916827.

**Lima 07 de agosto del 2021**



.....

DNI N°: 47551240

Teléfono: 932502542

## CONSENTIMIENTO DEL USO DE FIRMA

Yo, **LLUEN PUICON TANIA LIZ**, identificada con N° de DNI 40690235, autorizo el uso de mi firma como validación del instrumento de investigación, al bachiller **BANDA CHOQUEHUANCA RAY FRANCISCO** identificado con el N° de DNI 70779987 y al bachiller **BOLAÑOS BENAVIDES JHAIR** identificado con N° de DNI 77916827.

**Lima 07 de agosto del 2021**



.....  
**LLUEN PUICON TANIA LIZ**

# Anexo 07. Licencia de Edificación



Municipalidad de La Molina

Expediente Básico : 022438  
 Expediente Administrativo : 02752-1-2021  
 Fecha de Emisión : 09/04/2021  
 Fecha de Vencimiento : 08/04/2024

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

## RESOLUCIÓN DE LICENCIA DE EDIFICACIÓN N° 304-2021-MDLM-GDU-SOP

ADMINISTRADOS : EVELYN FABIOLA AU SAN MARTIN

LICENCIA DE EDIFICACIÓN - MODALIDAD B: OBRA NUEVA DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR APROBACIÓN DE PROYECTO CON EVALUACIÓN PREVIA POR LOS REVISORES URBANOS

ZONIFICACIÓN : RDM                      ÁREA DE LOTE: 211.735 m<sup>2</sup>  
 ALTURA : 03 pisos  
 UBICACIÓN :

Departamento	Provincia	Distrito
Lima	Lima	La Molina
URB LA MOLINA REAL	D 13A	JR MIAMI
Urbanización	Mz./Lote/Sublote	Av./Jr./Calle/Pasaje

OBRA NUEVA  
 SEMISOTANO: 162.36 m<sup>2</sup>  
 PRIMER PISO: 145.08 m<sup>2</sup>  
 SEGUNDO PISO: 145.08 m<sup>2</sup>  
 TERCER PISO: 145.08 m<sup>2</sup>  
**TOTAL: 597.60 m<sup>2</sup>**

La obra deberá ajustarse al Proyecto autorizado. Ante cualquier modificación sustancial sin autorización, este Municipio está facultado de adaptar medidas provisionales inmediatas previstas en el Numeral 6 del Artículo 10° del Texto Único Ordenado de la Ley N° 29090 - "Ley de Regulación de Licencias de Habilitaciones Urbanas y Licencias de Edificación", aprobado según D.S. N° 006-2017-VIVIENDA.

### NOTAS

- Licencia de Edificación - Modalidad B: Aprobación de proyecto con evaluación previa por los revisores urbanos con **Numero de Registro de Proyecto E-B-2021-0000214**, especialidad de **Arquitectura** aprobado por el revisor urbano el Ing. Miguel Augusto Machado Valdez - A.E-II-084, **Estructura** aprobado por el revisor urbano el Ing. Natividad Aguilar Flores - EE-I-0059, **Instalaciones Eléctricas** aprobado por el revisor urbano el Ing. Walter Cepero Felipe - IE-III-0043, **Instalaciones Sanitarias** aprobado por el revisor urbano el Ing. Jorge Luis Castillo - IS-III-0063, aprobado bajo la Modalidad B-Licencia de Edificación-Obra Nueva - Revisores Urbanos D.S N°029-2019-VIVIENDA Art. 69. Mediante la presente resolución se autoriza el proyecto con un área techada de 597.60 m<sup>2</sup>, tanque elevado 1.20 m<sup>3</sup>, Cerco perimétrico 29.74 m<sup>2</sup>, cisterna 2.70 m<sup>3</sup>. No se autoriza a realizar excavaciones, tala o trasplante de árboles en vía pública.
- Queda bajo responsabilidad de los profesionales proyectistas y el responsable de obra, sobre la veracidad de datos consignados en el presente expediente quedando sometidos a las sanciones de ley que correspondan en caso de falsedad u omisión según declaraciones juradas presentadas.
- La expedición de la presente no conlleva a pronunciamiento alguno acerca de la titularidad de los derechos reales, sobre el predio materia de esta resolución, en aplicación al Artículo 3.4° del Reglamento de la Ley N° 029090 (RLHULE), aprobado según D.S N°029-2019-VIVIENDA.
- La **Póliza CAR** (Todo riesgo contratista) se entrega obligatoriamente a la Municipalidad como máximo el día hábil anterior al inicio de la obra y debe tener una vigencia igual o mayor a la duración del proceso edificatorio (Artículo 25° Título III Capítulo III del TUO de la Ley N° 29090, aprobado según D.S. N° 006-2017-VIVIENDA), sujeto a verificación por parte de la Subgerencia de Fiscalización Administrativa (Artículo 16° Capítulo IV del Reglamento de Verificación Administrativa y Técnico, aprobado según D.S. N° 002-2017-VIVIENDA) y su modificatoria D.S N°001-2021-VIVIENDA.
- La emisión de la presente no autoriza el inicio de la ejecución de las obras, para lo cual previamente deberá ingresar la siguiente documentación, conforme al Artículo 3.2° - RLHULE y el Cap. IV del Reglamento de Verificación Administrativa y Técnica, aprobado según D.S N°002-2017-VIVIENDA y su modificatoria D.S N°001-2021-VIVIENDA, sujeto a verificación por parte de la Subgerencia de Fiscalización Administrativa:
  - Anexo H del Formulario Único de Edificación - FUE debidamente llenado y firmado por triplicado
  - Declaración Jurada del Profesional Responsable de la Obra
  - Cronograma de Visitas de Inspecciones a la Obra (Verificación Técnica)
  - Cronograma de obra
  - Recibo de pago por el importe correspondiente a la Verificación Técnica
- De ejecutar obra sin efectuar el procedimiento indicado en el ítem 7, se procederá a la fiscalización correspondiente y las sanciones establecidas por ley.
- La Licencia tiene una vigencia de treinta y seis (36) meses, contados a partir de la fecha de su emisión, prorrogable por doce (12) meses calendario y por única vez. La prórroga se solicita dentro de los treinta (30) días calendario, anteriores a su vencimiento, de acuerdo al Artículo 3.2° - RLHULE, vencido el plazo de la Licencia, el administrado puede revalidarla por el mismo plazo por el cual fue otorgada; Artículo 4° - RLHULE.
- El valor de la obra es de S/751,045.79 Nuevos Soles.
- Horario para ejecución de obras de construcción civil: lunes a viernes 7.30 am a 5.00 pm y sábados de 7.50 am a 1.00 pm ORD N°008-95/MUNICIPALIDAD DE LA MOLINA.



GVA/meav

MUNICIPALIDAD DE LA MOLINA  
 ARQ. GIANCARLO VELARDE ARELLANO  
 SUBGERENTE DE OBRAS PRIVADAS

## Anexo 08. Consentimiento de información



### CONSENTIMIENTO DE INFORMACIÓN

Yo, **ALVARO PALOMINO MAYTA**, gerente de proyectos con CIP 255063, identificado con N° de DNI 43584747, autorizo el uso de planos elaborado por mi empresa **Consorcio D&C Palomino S.A.C.**, RUC 20603694563 de la vivienda multifamiliar de 03 pisos ubicada en Calle Miami, Mz. D, lote 13 A, urb. La Molina real, distrito La Molina, al bachiller **BANDA CHOQUEHUANCA RAY FRANCISCO** identificado con el N° de DNI 70779987 y al bachiller **BOLAÑOS BENAVIDES JHAIR** identificado con N° de DNI 77916827, para los fines que crean convenientes en la realización de su tesis.

**Lima 10 de Mayo del 2021**

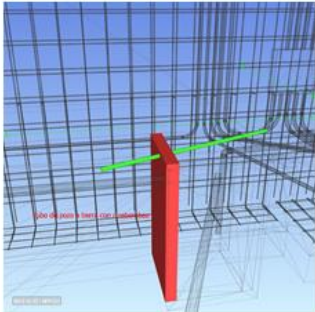


  
**Ing. Alvaro Palomino Mayta**  
Gerente de Proyectos  
CIP:255063

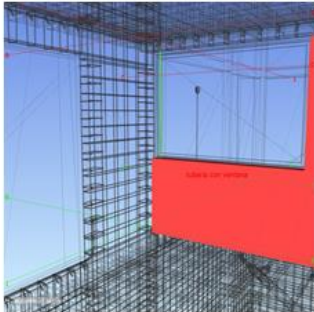
GERENTE DE PROYECTOS  
**CONSORCIO D&C PALOMINO S.A.C.**

**Anexo 09.** Panel fotográfico de interferencias

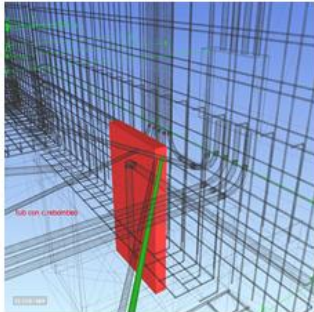
**Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas**



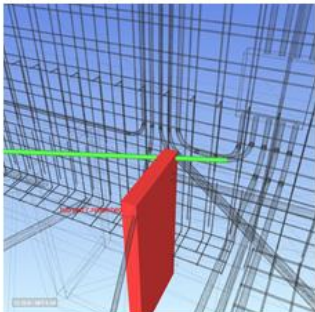
**AE-01**



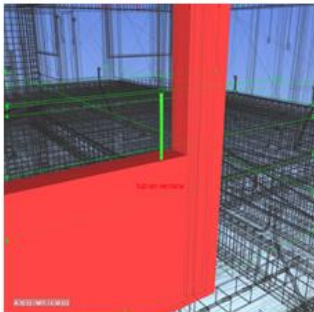
**AE-02**



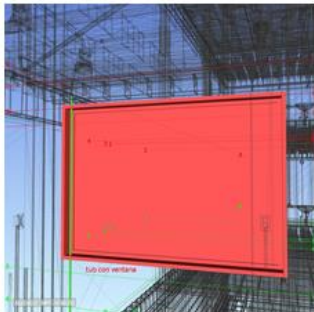
**AE-03**



**AE-04**

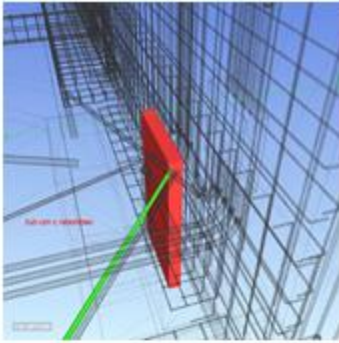


**AE-05**

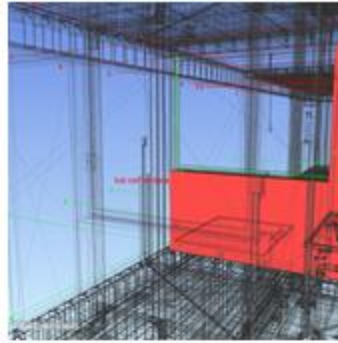


**AE-06**

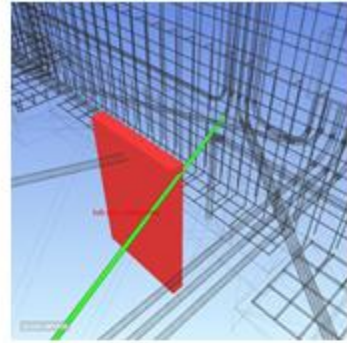




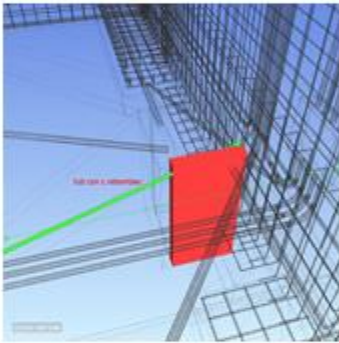
**AE-07**



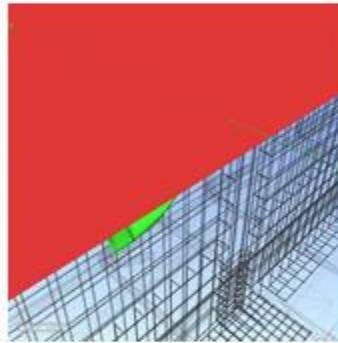
**AE-08**



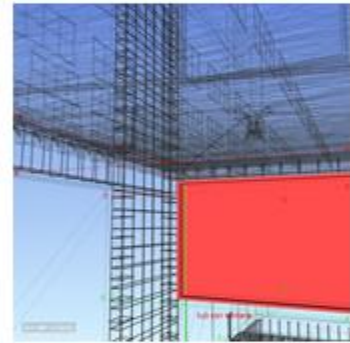
**AE-09**



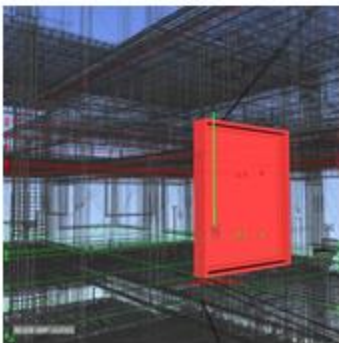
**AE-10**



**AE-11**



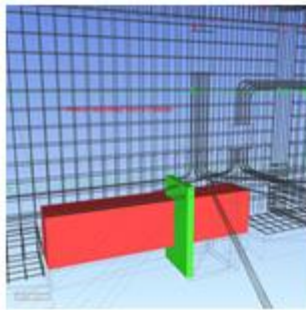
**AE-12**



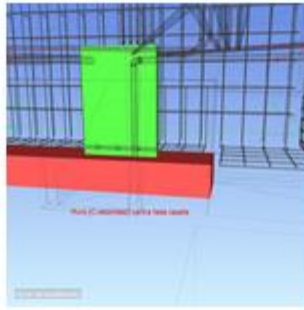
**AE-13**



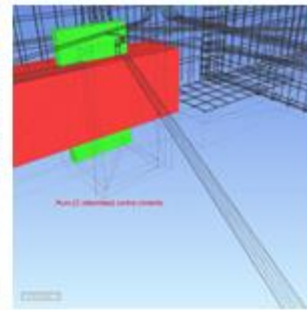
## Estructuras vs Arquitectura



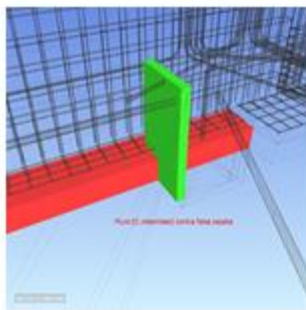
EA-01



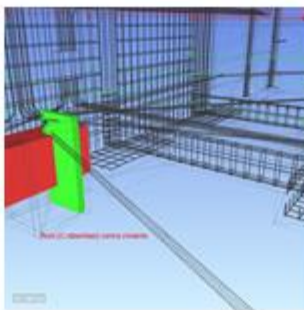
EA-02



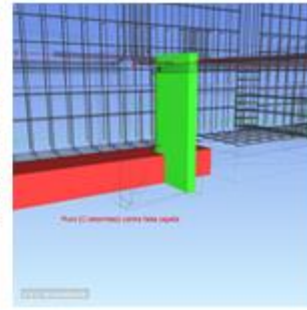
EA-03



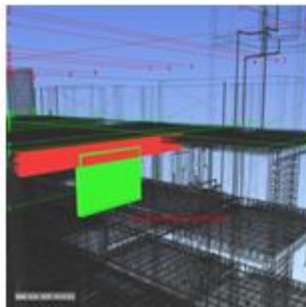
EA-04



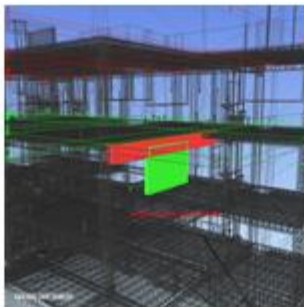
EA-05



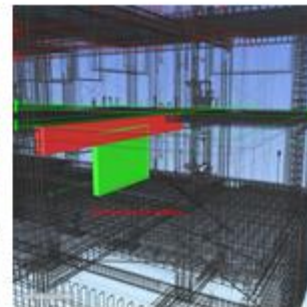
EA-06



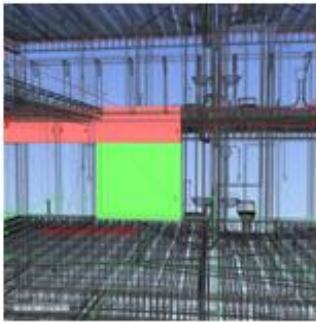
EA-07



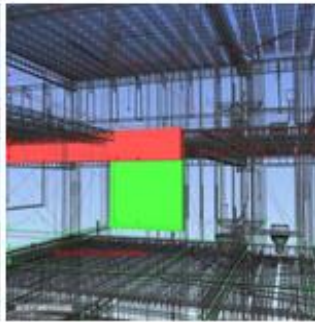
EA-08



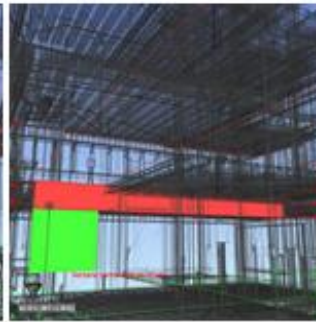
EA-09



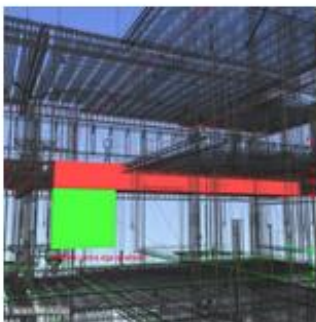
EA-10



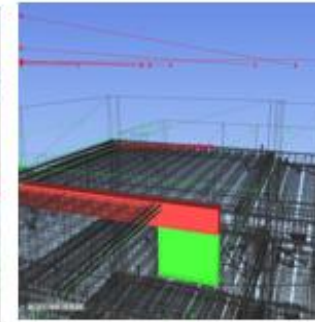
EA-11



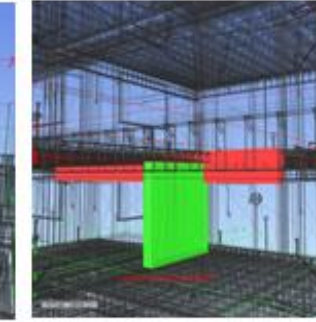
EA-12



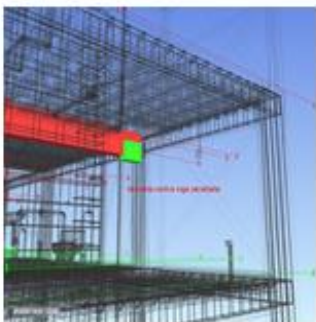
EA-13



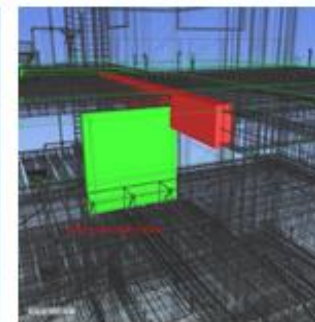
EA-14



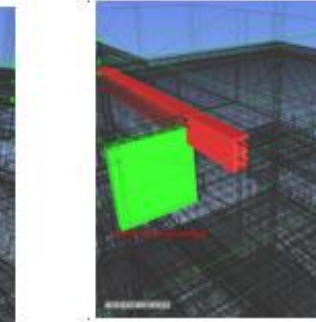
EA-15



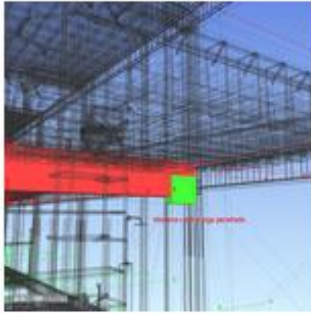
EA-16



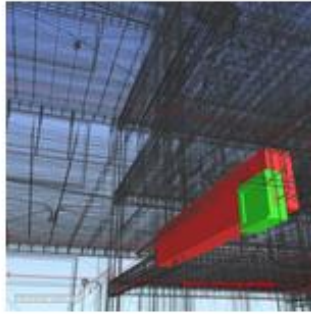
EA-17



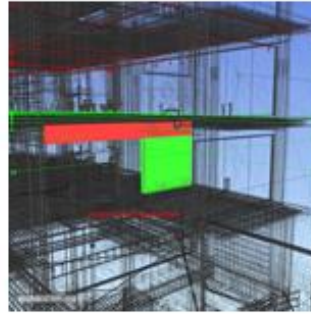
EA-18



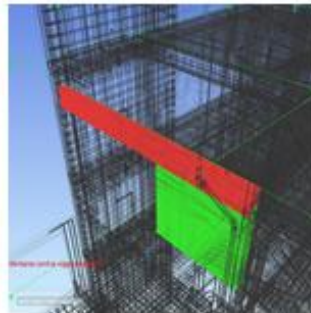
EA-19



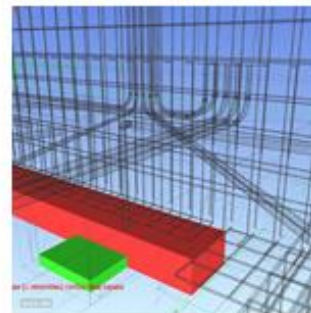
EA-20



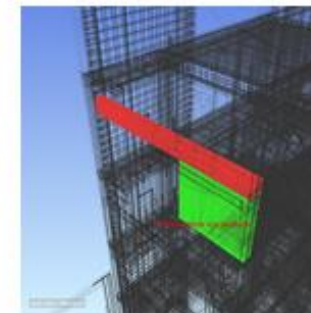
EA-21



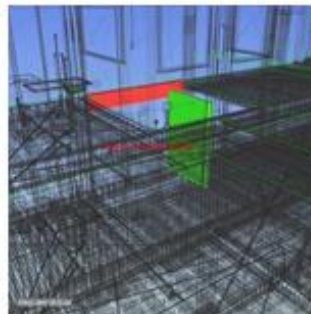
EA-22



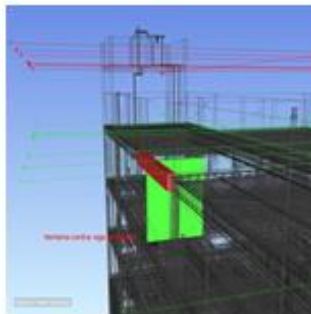
EA-23



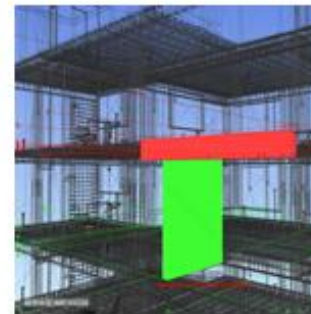
EA-24



EA-25

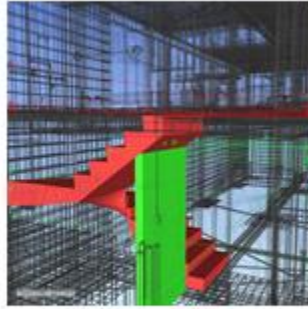


EA-26

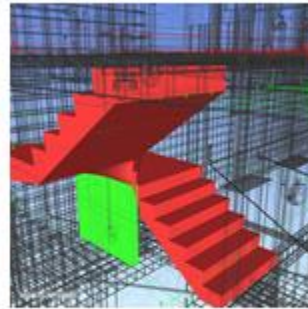


EA-27



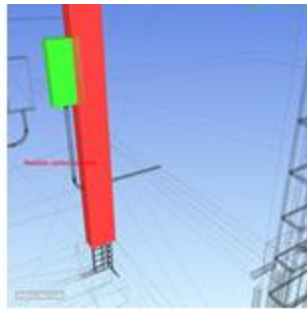


**EA-28**

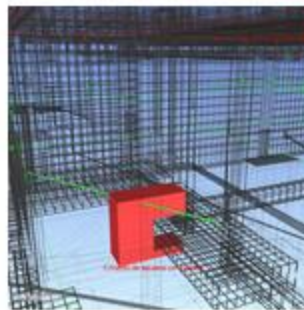


**EA-29**

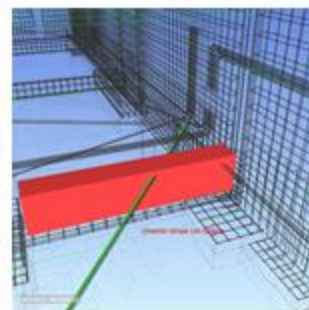
### **Estructuras vs Instalaciones Eléctricas**



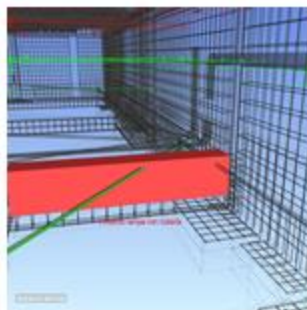
**EE-01**



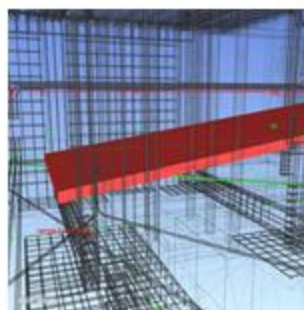
**EE-02**



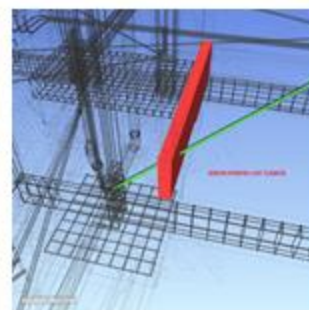
**EE-03**



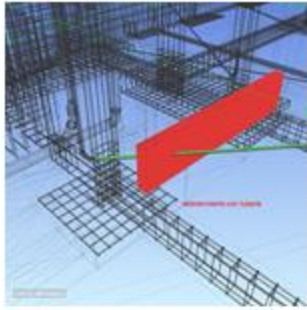
**EE-04**



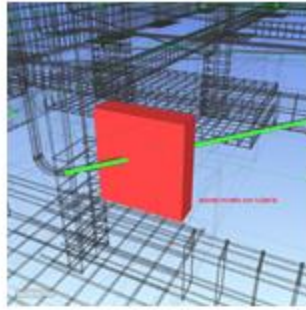
**EE-05**



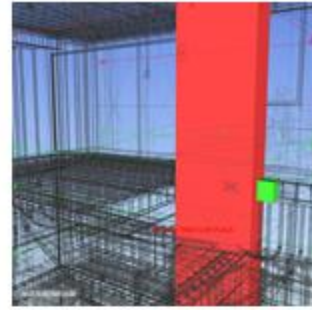
**EE-06**



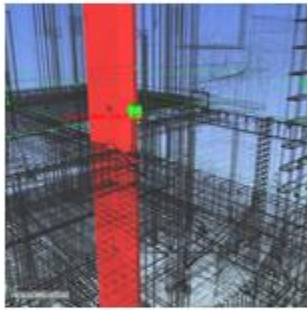
EE-07



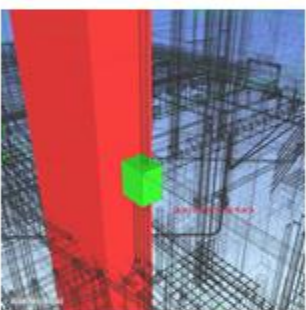
EE-08



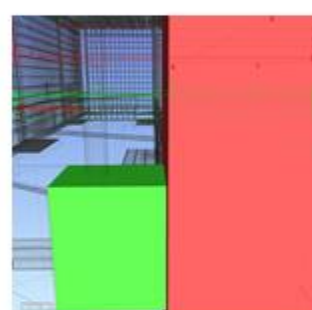
EE-09



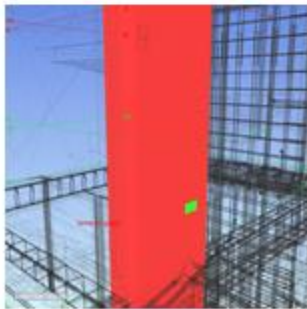
EE-10



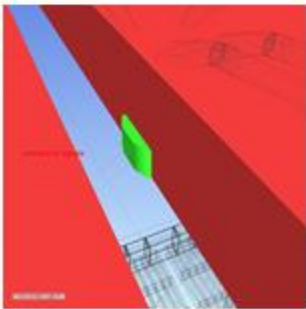
EE-11



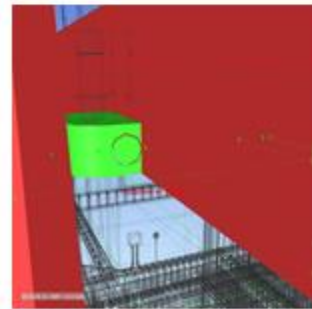
EE-12



EE-13



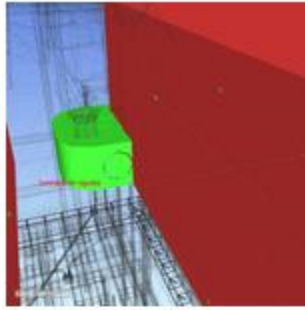
EE-14



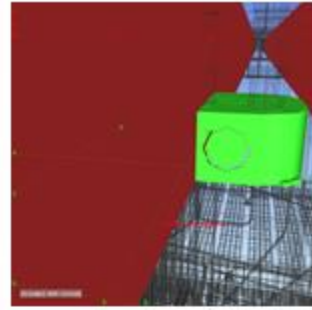
EE-15



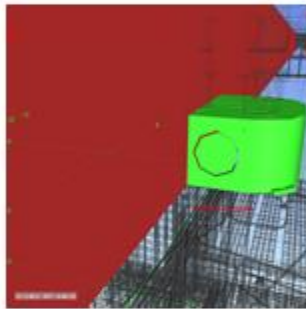
EE-16



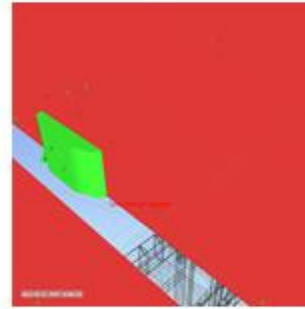
EE-17



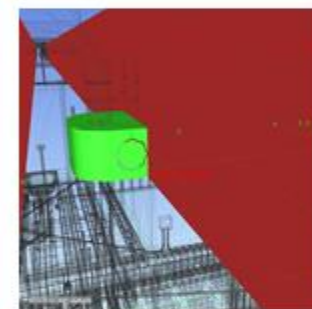
EE-18



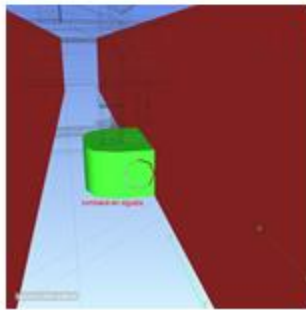
EE-19



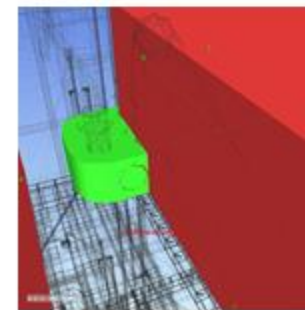
EE-20



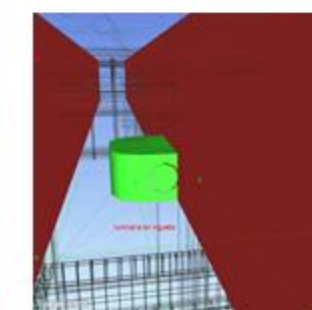
EE-21



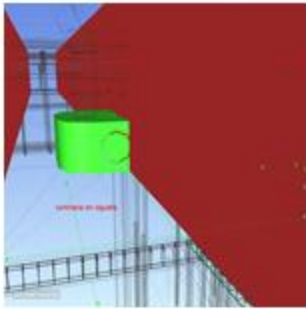
EE-22



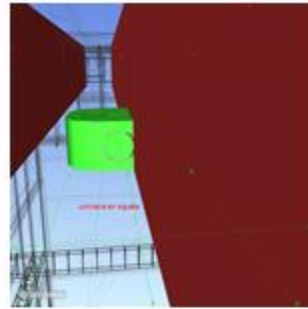
EE-23



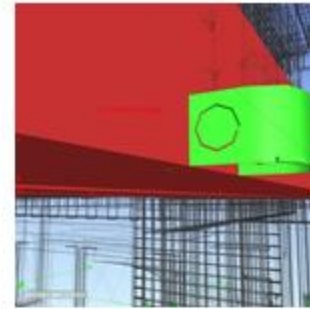
EE-24



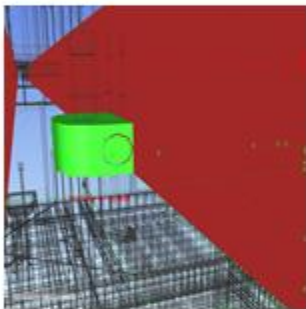
EE-25



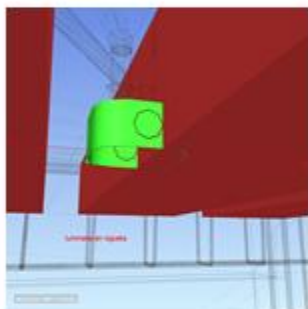
EE-26



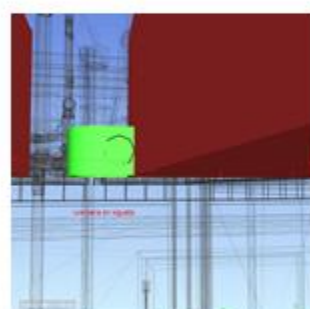
EE-27



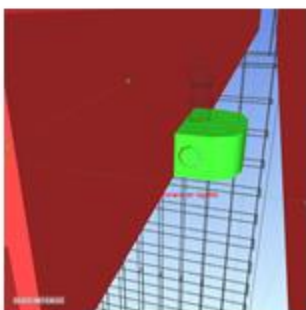
EE-28



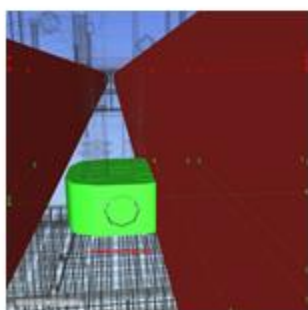
EE-29



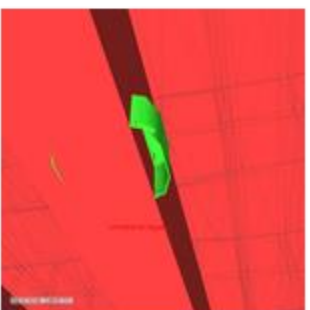
EE-30



EE-31

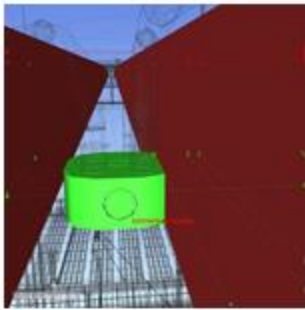


EE-32

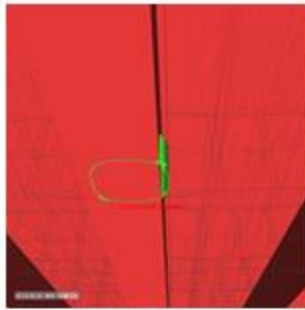


EE-33

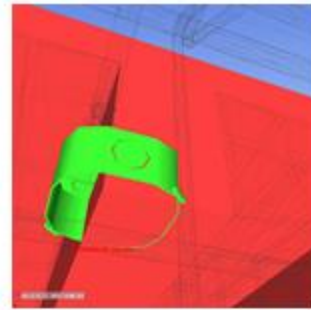




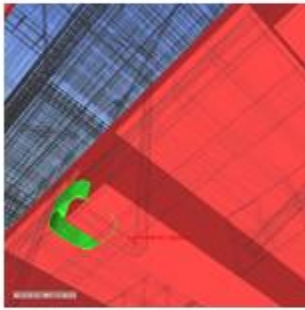
EE-34



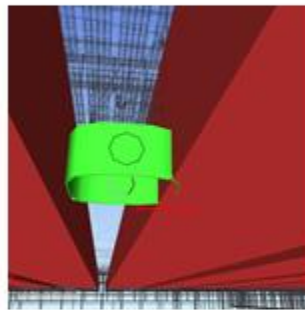
EE-35



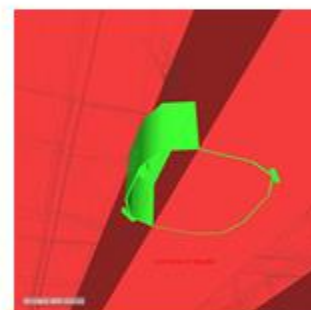
EE-36



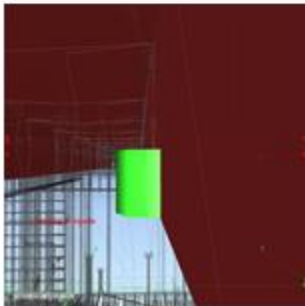
EE-37



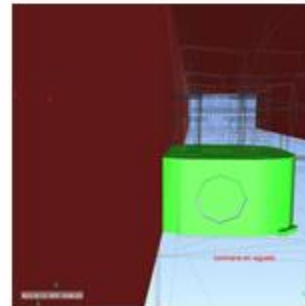
EE-38



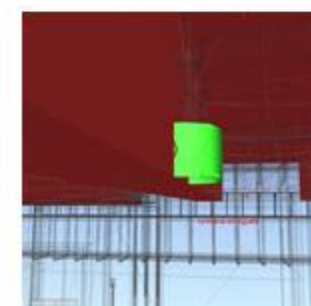
EE-39



EE-40

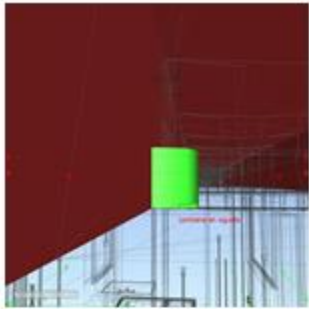


EE-41

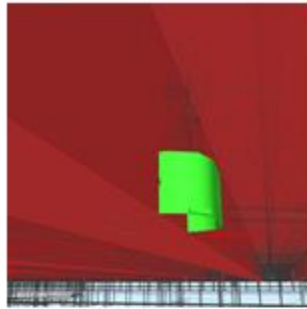


EE-42

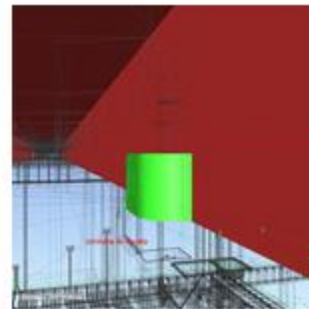




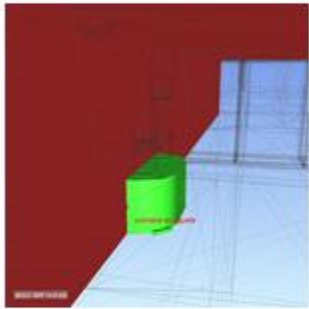
EE-43



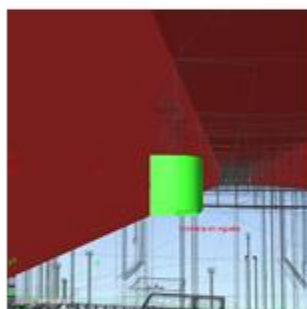
EE-44



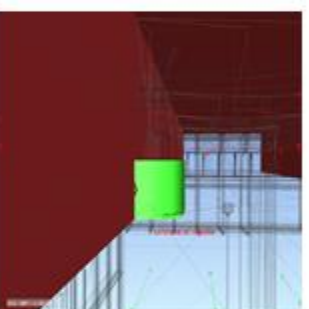
EE-45



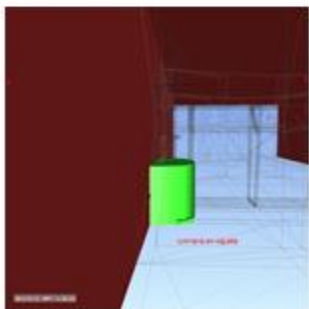
EE-46



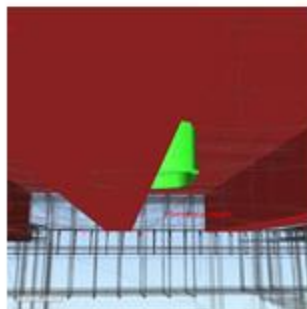
EE-47



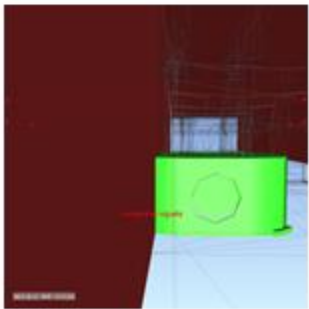
EE-48



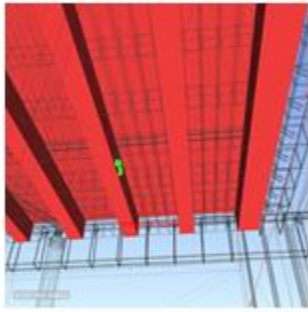
EE-49



EE-50

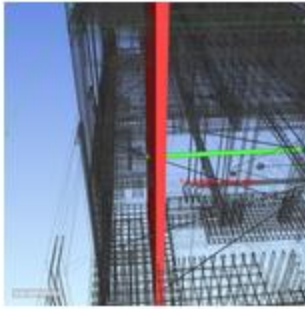


EE-51

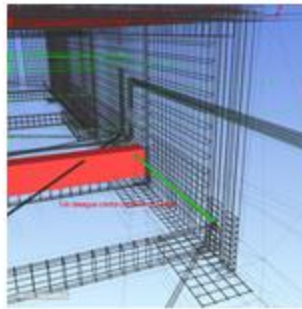


EE-52

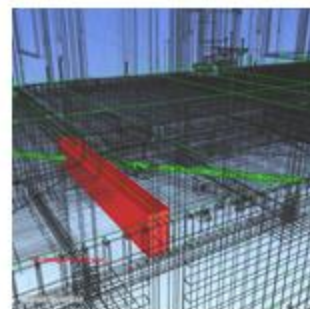
### Estructuras vs Instalaciones Sanitarias



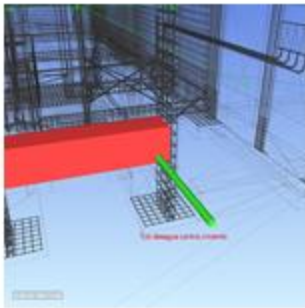
ES-01



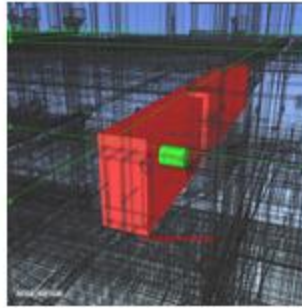
ES-02



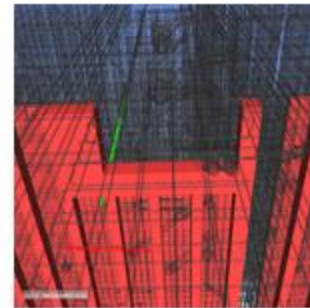
ES-03



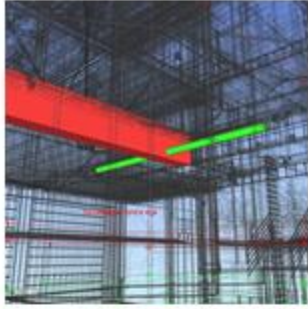
ES-04



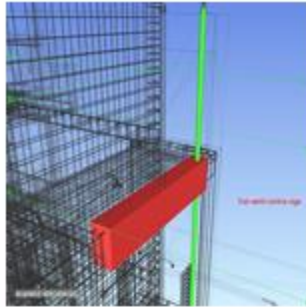
ES-05



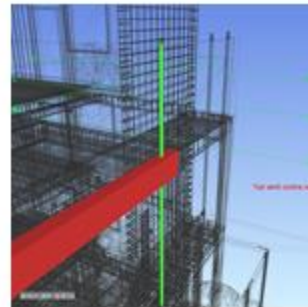
ES-06



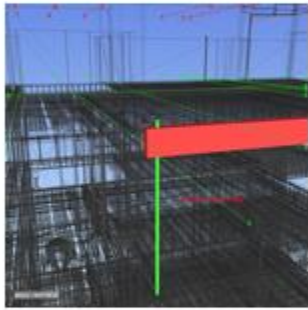
ES-07



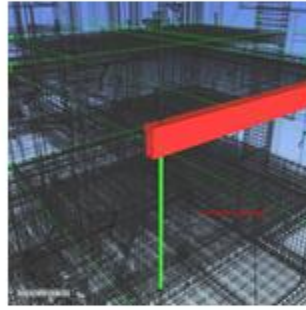
ES-08



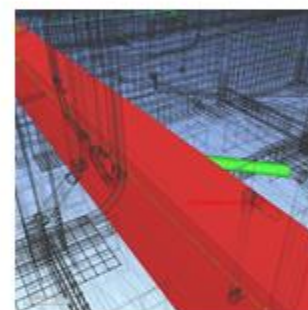
ES-09



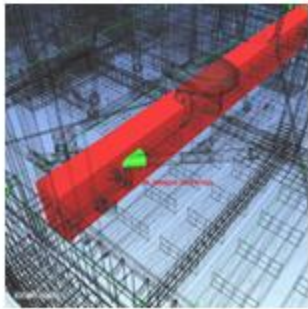
ES-10



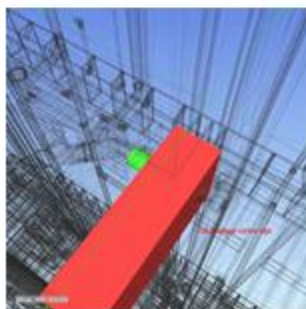
ES-11



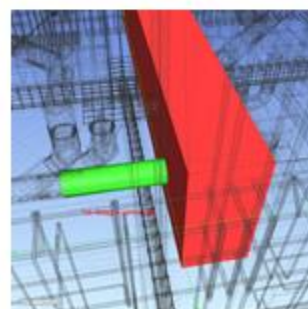
ES-12



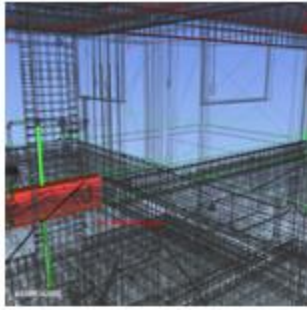
ES-13



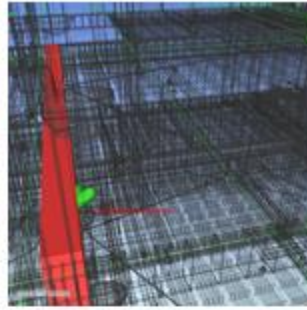
ES-14



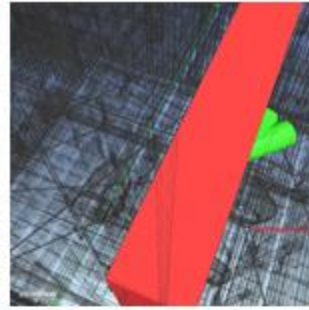
ES-15



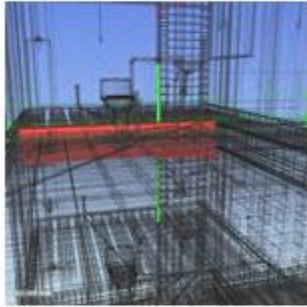
ES-16



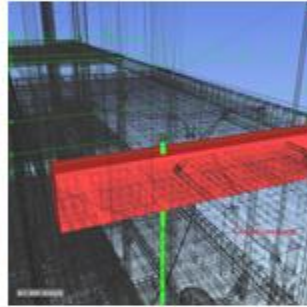
ES-17



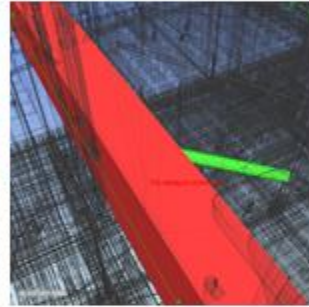
ES-18



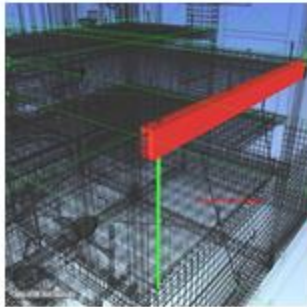
ES-19



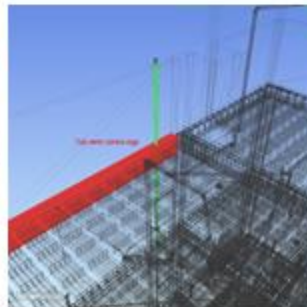
ES-20



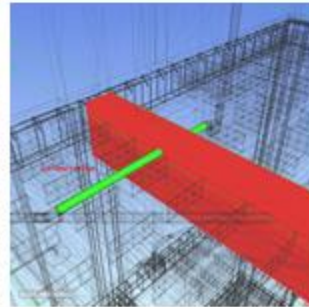
ES-21



ES-22

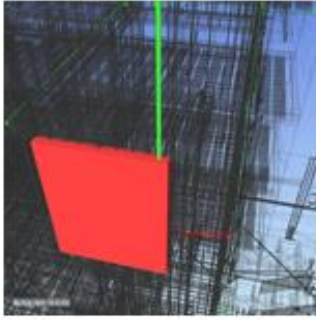


ES-23

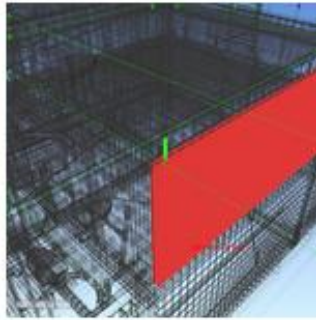


ES-24

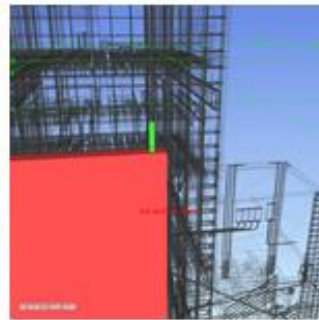




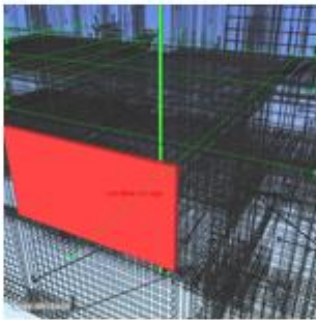
ES-25



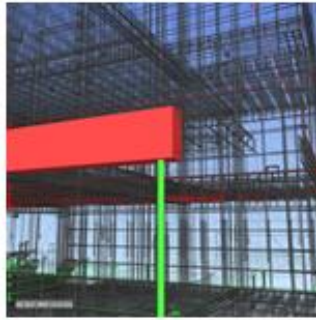
ES-26



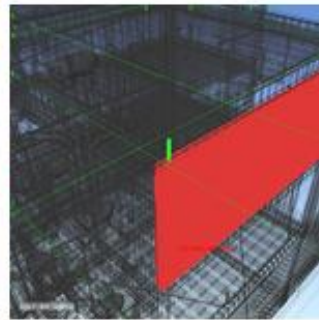
ES-27



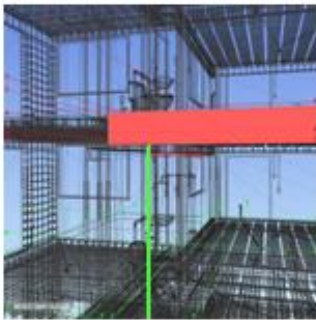
ES-28



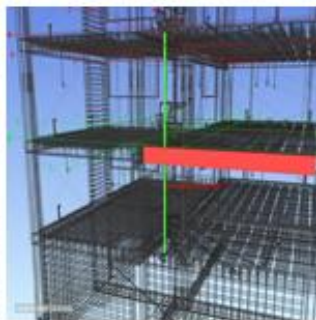
ES-29



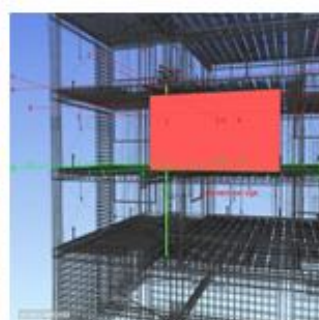
ES-30



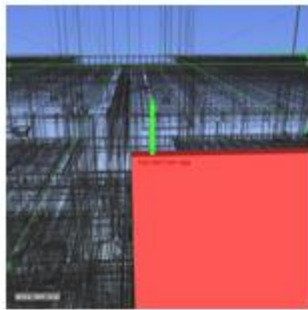
ES-31



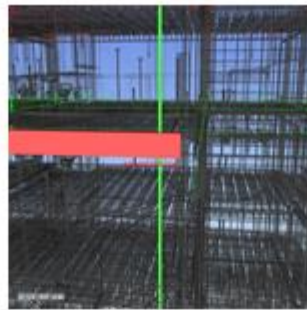
ES-32



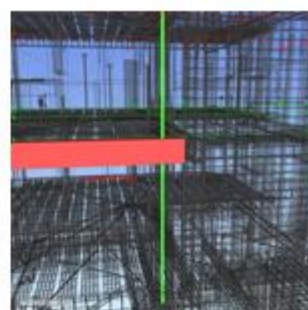
ES-33



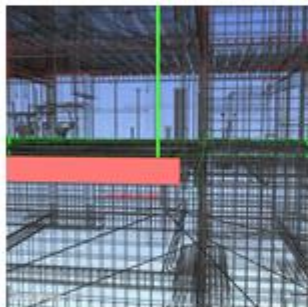
ES-34



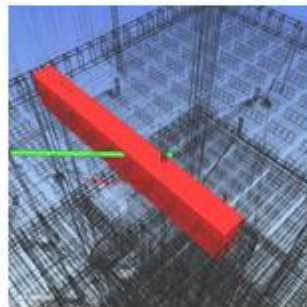
ES-35



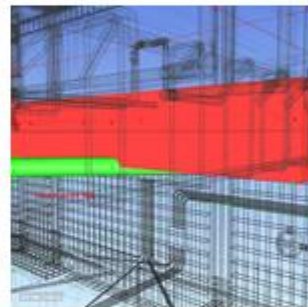
ES-36



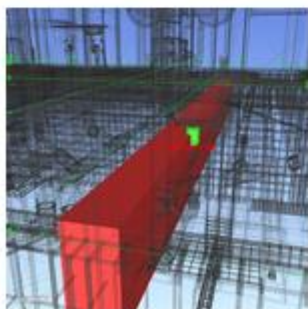
ES-37



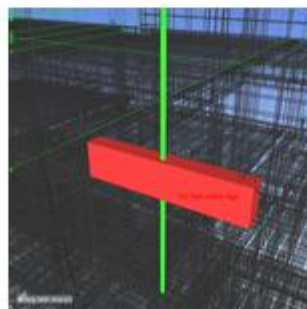
ES-38



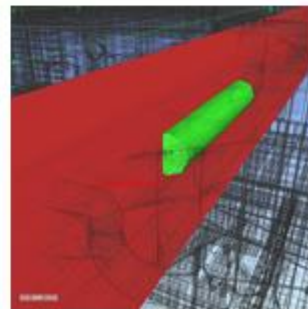
ES-39



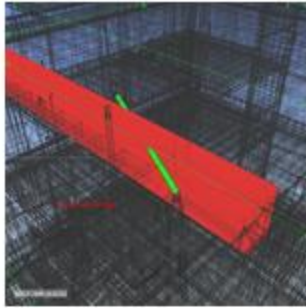
ES-40



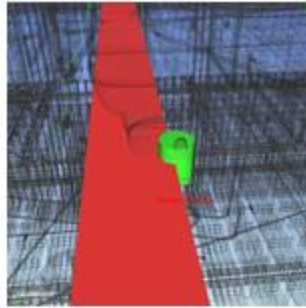
ES-41



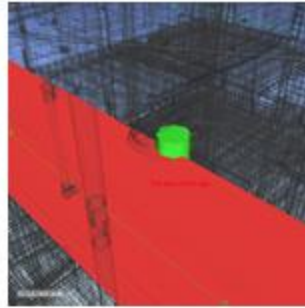
ES-42



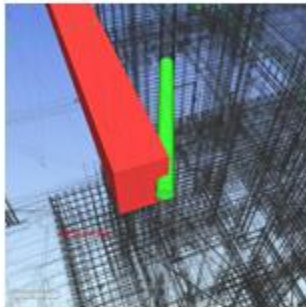
ES-43



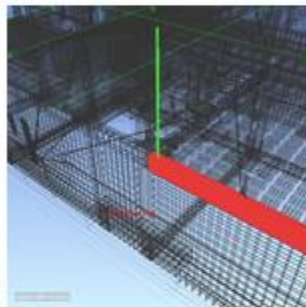
ES-44



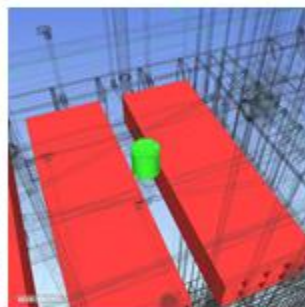
ES-45



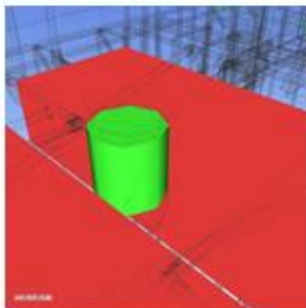
ES-46



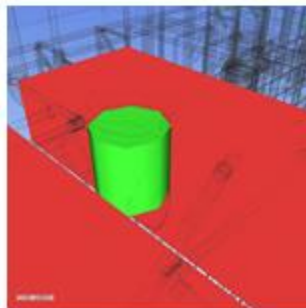
ES-47



ES-48



ES-49



ES-50