



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

## FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



#### TESIS

---

**“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA AMPLIACIÓN DE  
PABELLONES DE LA I.E. N.º 56435 DE MIRAFLORES. ESPINAR-CUSCO, 2021”**

---

**Presentado por:**

Bach. Edu Jair Muñoz Velarde

**Para optar el título profesional de:**

Ingeniero Civil

**Asesor:**

Mgt. Ing. Goyo Alvarez Alvarez

**CUSCO – PERÚ**

**2022**



## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, doy gracias a Dios por darme sabiduría, salud, vida, la fuerza y permitirme dar un paso más en mi carrera profesional y tener una buena experiencia en la universidad, gracias a mi universidad por permitirme convertirme en el profesional que tanto me apasiona.

A toda mi familia por apoyarme y enseñarme el significado del verdadero amor, el trabajo, la comprensión y la dedicación. En especial a mi abuela Estelita que es el motivo de superación de cada día que con su amor y cariño me ha transformado en una mejor persona y profesional.

A mis docentes universitarios que gracias a ellos me ayudaron a expandir mis conocimientos, superarme y cumplir con cada una de mis expectativas y de siempre ir por la constante mejora, para ser una mejor persona.



## DEDICATORIA

A Dios por las bendiciones que me otorga día a día y por ser mi principal fuente espiritual de investigación.

A mis padres, Fernando y Jeny quienes, con su amor, paciencia y apoyo incondicional, permitieron que logre culminar mi carrera profesional.

A mi abuela Estela por ser mi mejor ejemplo de honestidad, esfuerzo, perseverancia y muchos deseos de superación, a la que debo lo que soy, por sus consejos y sacrificios en todo este tiempo le estaré eternamente agradecido.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.2. Formulación de Problemas.....	2
1.2.1. <i>Problema General</i> .....	2
1.2.2. <i>Problemas Específicos</i> .....	2
1.3. Justificación.....	3
1.3.1. <i>Conveniencia</i> .....	3
1.3.2. <i>Relevancia social</i> .....	3
1.3.3. <i>Implicancias prácticas</i> .....	4
1.3.4. <i>Valor teórico</i> .....	5
1.3.5. <i>Utilidad metodológica</i> .....	5
1.4. Objetivos de investigación.....	5
1.4.1. <i>Objetivo General</i> .....	5
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	6



1.5.	Delimitación del estudio.....	6
1.5.1.	<i>Delimitación espacial</i> .....	6
1.5.2.	<i>Delimitación temporal</i> .....	6
1.5.3.	<i>Delimitación aplicativa</i> .....	7
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>		<b>8</b>
2.1.	Antecedentes de la investigación.....	8
2.1.1.	<i>Antecedentes internacionales</i> .....	8
2.1.2.	<i>Antecedentes nacionales</i> .....	10
2.2.	Bases Teóricas .....	12
2.2.1.	<i>Building Information Modeling (BIM)</i> .....	12
2.2.1.1.	Usos de BIM en el mundo.....	15
2.2.1.2.	Implementación .....	16
2.2.1.3.	Ventajas de la implementación BIM .....	16
2.2.1.3.1.	Secuencia organizada de la construcción.....	16
2.2.1.3.2.	Mejora en el manejo de la información .....	17
2.2.1.3.3.	Mayor integración interdisciplinar del proyecto .....	17
2.2.1.3.4.	Identificación de interferencias.....	17
2.2.1.3.5.	Presentación final mejorada de la calidad del proyecto.....	18
2.2.1.3.6.	Ciclo de vida del proyecto .....	18
2.2.1.3.7.	Manejo de marketing del proyecto.....	18
2.2.1.4.	Desventajas de la implementación BIM.....	19
2.2.1.4.1.	Costos de adopción inicial elevada .....	19
2.2.1.4.2.	Generación completa de los modelos con altos niveles de precisión .....	20



2.2.1.4.3.	Cambios en las metodologías personales de trabajo.....	20
2.2.1.4.4.	Información incompleta entre plataformas BIM.....	20
2.2.1.5.	Proyecto de construcción.....	21
2.2.1.5.1.	Procesos de un proyecto de construcción.....	21
2.2.1.5.2.	Procesos de Inversión.....	21
2.2.1.5.3.	Programación multianual de inversiones (PMI).....	22
2.2.1.5.4.	Formulación y Evaluación (F y E).....	22
2.2.1.5.5.	Ejecución.....	23
2.2.1.5.6.	Funcionamiento.....	23
2.2.1.6.	Softwares aplicados en la metodología BIM.....	23
2.2.1.6.1.	ArchiCAD.....	23
2.2.1.6.2.	Revit.....	25
2.2.1.6.3.	Navisworks.....	26
2.2.2.	<i>Expedientes técnicos</i> .....	27
2.2.2.1.	Expedientes técnicos tradicionales.....	27
2.2.2.2.	Problemas frecuentes en la planificación y programación de un proyecto.....	28
2.3.	Marco Conceptual.....	29
2.4.	Hipótesis.....	30
2.4.1.	<i>Hipótesis General</i> .....	30
2.4.2.	<i>Hipótesis Específicas</i> .....	30
2.5.	Variables e indicadores.....	31
2.5.1.	<i>Identificación de variables</i> .....	31
2.5.2.	<i>Operacionalización de variables</i> .....	32



<b>CAPITULO III: MÉTODO .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1. Alcance del Estudio.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2. Diseño de la investigación.....</b>	<b>36</b>
<b>3.3. Población.....</b>	<b>38</b>
<i>3.3.1. Descripción de la población .....</i>	<i>38</i>
<i>3.3.2. Cuantificación de la población .....</i>	<i>38</i>
<b>3.4. Muestra .....</b>	<b>38</b>
<i>3.4.1. Descripción de la muestra.....</i>	<i>38</i>
<i>3.4.2. Cuantificación de la muestra .....</i>	<i>38</i>
<b>3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>42</b>
<b>3.6. Validez y confiabilidad de instrumentos.....</b>	<b>43</b>
<i>3.6.1. Validez .....</i>	<i>43</i>
<i>3.6.2. Confiabilidad .....</i>	<i>44</i>
<b>3.7. Plan de Análisis de datos .....</b>	<b>45</b>
<i>3.7.1. Recolección de Datos para los Rendimientos .....</i>	<i>45</i>
<i>3.7.1.1. Documento tipo encuesta física y digital .....</i>	<i>45</i>
<i>3.7.1.2. Equipos.....</i>	<i>45</i>
<i>3.7.1.3. Procedimiento.....</i>	<i>45</i>
<i>3.7.2. Análisis de datos .....</i>	<i>47</i>
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>60</b>
<b>4.1. Resultados respecto a los objetivos específicos.....</b>	<b>60</b>
<i>4.1.1. Determinación de la influencia de la metodología BIM en el tiempo de diseño ....</i>	<i>60</i>



4.1.2.	<i>Determinación de la influencia de la metodología BIM en el costo de diseño del proyecto</i> .....	69
4.1.3.	<i>Determinación de la influencia de la metodología BIM en la solución de incompatibilidades del proyecto</i> .....	105
4.2.	<b>Resultados respecto al objetivo general</b> .....	123
4.2.1.	<i>Determinación de la influencia de la metodología BIM en la etapa de diseño del proyecto</i> .....	123
<b>CAPITULO V: DISCUSIÓN</b> .....		128
5.1.	<b>Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos</b> .....	128
5.2.	<b>Limitaciones del estudio</b> .....	128
5.3.	<b>Comparación crítica con la literatura existente:</b> .....	129
5.3.1.	<i>Discusión 01:</i> .....	129
5.3.2.	<i>Discusión 02:</i> .....	130
5.3.3.	<i>Discusión 03</i> .....	131
5.4.	<b>Implicancias de estudio:</b> .....	132
<b>CONCLUSIONES</b> .....		133
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		134
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....		136
<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA</b> .....		142
<b>VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS</b> .....		145





## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 2. Cuantificación de la muestra .....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 3: Rango de validez .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 4: Resumen de validadores.....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 5: Intervalo de confiabilidad .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 6: Resumen de validadores.....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 7. Resultados de la encuesta de tiempo .....</b>	<b>63</b>
<b>Tabla 8. Porcentaje de reducción de tiempo .....</b>	<b>67</b>
<b>Tabla 9. Análisis de metrados bloque D.....</b>	<b>81</b>
<b>Tabla 10. Porcentaje de reducción de metrados bloque D.....</b>	<b>83</b>
<b>Tabla 11. Análisis de metrados bloque E.....</b>	<b>84</b>
<b>Tabla 12. Porcentaje de reducción de metrados bloque E.....</b>	<b>86</b>
<b>Tabla 13. Análisis de metrados bloque F y G.....</b>	<b>88</b>
<b>Tabla 14. Porcentaje de reducción de metrados bloque F y G .....</b>	<b>91</b>
<b>Tabla 15. Análisis de costos bloque D .....</b>	<b>92</b>
<b>Tabla 16. Porcentaje de reducción de costos bloque D.....</b>	<b>95</b>
<b>Tabla 17. Análisis de costos bloque E.....</b>	<b>96</b>
<b>Tabla 18. Porcentaje de reducción de costos bloque E.....</b>	<b>99</b>
<b>Tabla 19. Análisis de costos bloque F y G.....</b>	<b>101</b>
<b>Tabla 20. Porcentaje de reducción de costos bloque F y G.....</b>	<b>104</b>
<b>Tabla 21. Gravedad de incompatibilidades .....</b>	<b>119</b>
<b>Tabla 22: Rango de gravedad .....</b>	<b>122</b>



**Tabla 23. Influencia de BIM en la etapa de diseño..... 123**

**Tabla 24. Influencia de BIM en la optimización de la etapa de diseño..... 126**



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Moderno colegio de Calca.....</b>	<b>4</b>
<b>Figura 2. BIM en Instalaciones Sanitarias .....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 3. Etapas BIM .....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 4. Procesos de un proyecto de construcción .....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 5. Proceso de inversión de un proyecto según PMI.....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 6. Modelado arquitectónico en Revit .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 7. Modelo de encuesta de tiempo.....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 8. Dificultad en cuanto al tiempo de elaboración .....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 9. Tiempo de elaboración.....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 10. Tiempo optimizado.....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 11. Modelado de columna y zapata.....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 12. Modelado de muros .....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 13. Modelado de ventanas y puertas.....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 14. Modelado de aparatos sanitarios .....</b>	<b>72</b>
<b>Figura 15. Modelado de tuberías.....</b>	<b>72</b>
<b>Figura 16. Metrado de sistemas.....</b>	<b>73</b>
<b>Figura 17. Modelado de cajas de paso .....</b>	<b>73</b>
<b>Figura 18. Conexión de tuberías y cajas de paso .....</b>	<b>74</b>
<b>Figura 19. Colocación de accesorios eléctricos.....</b>	<b>74</b>
<b>Figura 20. Modelado estructural I.E. N° 56435 vista realista.....</b>	<b>75</b>
<b>Figura 21. Modelado estructural I.E. N° 56435 vista con detalle nivel 2.....</b>	<b>75</b>
<b>Figura 22. Modelado estructural – zapatas – I.E. N° 56435 .....</b>	<b>76</b>



Figura 23. IISS primer nivel – pabellón F y G – I.E. N° 56435 .....	76
Figura 24. IISS – pabellón D, E, F y G – I.E. N° 56435 .....	77
Figura 25. IISS segundo nivel – pabellón D, E, F y G – I.E. N° 56435.....	77
Figura 26. IISS primer y segundo nivel – pabellón D, E, F y G – I.E. N° 56435.....	78
Figura 27. IISS primer y segundo nivel – pabellón F y G – I.E. N° 56435 vista en corte.....	78
Figura 28. IISS – pabellón F y G – I.E. N° 56435 vista panorámica .....	79
Figura 29. Equipos de desagüe – pabellón F – I.E. N° 56435 vista aérea .....	79
Figura 30. Equipos de desagüe – pabellón F y G – I.E. N° 56435 vista posterior .....	80
Figura 30. Análisis de metrados – Bloque D .....	82
Figura 31. Análisis de metrados – Bloque E.....	86
Figura 32. Análisis de metrados – Bloque F y G.....	90
Figura 33. Análisis de costos bloque D.....	94
Figura 34. Análisis de costos bloque E.....	99
Figura 35. Análisis de costos bloque F y G.....	103
Figura 36. Interferencia 1.....	106
Figura 37. Interferencia 2.....	107
Figura 38. Interferencia 3.....	108
Figura 39. Interferencia 4.....	109
Figura 40. Interferencia 5.....	110
Figura 41. Interferencia 6.....	111
Figura 42. Interferencia 7.....	112
Figura 43. Interferencia 8.....	113
Figura 44. Interferencia 9.....	114



<b>Figura 45. Interferencia 10.....</b>	<b>115</b>
<b>Figura 46. Interferencia 11.....</b>	<b>116</b>
<b>Figura 47. Interferencia 12.....</b>	<b>117</b>
<b>Figura 48. Interferencia 13.....</b>	<b>118</b>
<b>Figura 50. Análisis de incompatibilidades .....</b>	<b>123</b>



## RESUMEN

La presente investigación analiza comparativamente el tiempo, metrados, costos e incompatibilidades de la especialidad estructuras, arquitectura, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas haciendo uso de métodos tradicionales y la metodología BIM, estos aspectos medidos directamente en la etapa de diseño. Considerándose como caso de estudio el proyecto de edificaciones de infraestructura educativa “IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA AMPLIACIÓN DE PABELLONES DE LA I.E. N.º 56435 DE MIRAFLORES. ESPINAR-CUSCO, 2021”

Para llevar a cabo la investigación se generó una base teórica en función a todo lo que se conoce actualmente sobre BIM por parte de diferentes autores y empresas especialistas en la metodología de trabajo BIM desde los campos BIM, las etapas de maduración BIM, requerimientos de la metodología su evolución e implementaciones en el Perú y el mundo, se analizó antecedentes de investigaciones previas a nivel nacional e internacional. La muestra utilizada está conformada por los 3 pabellones, que cuentan con el análisis de las partidas de Concreto en zapatas, Concreto en vigas de cimentación, Concreto en sobrecimientos, Concreto en columnas, Concreto en columnetas, Concreto en vigas peraltadas, Concreto en losa aligerada e = 20 mm, Concreto en losa maciza, Muro de albañilería, Falso piso, Equipos eléctricos, Luminarias, Interruptores, Tomacorrientes, Tubería de línea eléctrica, Uniones de tubo, Salida de internet, Tubería de agua fría, Válvulas, Uniones de tubería, Tubería sanitaria y Accesorios sanitarios. La metodología aplicada es del nivel descriptivo con un diseño no experimental, obteniendo como resultados que luego de haber analizado el costo, tiempo y las incompatibilidades del proyecto educativo se tiene un mejor resultado respecto a la utilización de la Metodología BIM, siendo una reducción máxima del 52% en cuanto a tiempos de modelamiento y un 57% en los costos. Por otro



lado, las incompatibilidades son un hecho que resalta más respecto a la metodología tradicional, debido a que con la metodología tradicional no existe una herramienta que nos muestre o indique cuáles son esas incompatibilidades, el grado en el cual afecta a la funcionalidad estructural, con el Navisworks se logró encontrar todas estas incompatibilidades y darles una solución para ver los metrados y costos reales posteriores, finalmente se concluye que la metodología BIM es una manera de organización y sistematización de la información, ofrece facilidad dentro de la ejecución de un proyecto lo que proporciona un control más detallado y real de la información mediante un modelado 3D de la estructura, da confiabilidad y facilidad de modelado, así como corrección de errores.

**Palabras clave:** BIM / Proyecto educativo / Incompatibilidades / Costo / Tiempo / Expediente técnico / Metrados / Especialidades



## ABSTRACT

The present research comparatively analyzes the time, metrados, costs and incompatibilities of the specialty structures, architecture, sanitary installations and electrical installations making use of traditional methods and BIM methodology, these aspects measured directly in the design stage. Considering as a case study the project of educational infrastructure buildings "IMPLEMENTATION OF THE BIM METHODOLOGY IN THE EXPANSION OF PAVILIONS OF THE I.E. N° 56435 OF MIRAFLORES. ESPINAR-CUSCO, 2021"

To carry out the research, a theoretical basis was generated based on everything that is currently known about BIM by different authors and companies specialized in BIM work methodology from BIM fields, BIM maturation stages, requirements of the methodology its evolution and implementations in Peru and the world, Antecedents of previous research at the national and international level were analyzed. The sample used is made up of the 3 pavilions, which have the analysis of the items of Concrete in footings, Concrete in foundation beams, Concrete in overlays, Concrete in columns, Concrete in colonnettes, Concrete in banked beams, Concrete in lightened slab  $e = 20$  mm, Concrete in solid slab, Masonry wall, False floor, Electrical equipment, Luminaires, Switches, Sockets, Power Line Pipe, Tube Joints, Internet Output, Cold Water Pipe, Valves, Pipe Joints, Sanitary Pipe and Sanitary Fittings. The methodology applied is of the descriptive level with a non-experimental design, obtaining as results that after having analyzed the cost, time and incompatibilities of the educational project there is a better result regarding the use of the BIM Methodology, being a maximum reduction of 52% in terms of modeling times and 57% in costs. On the other hand, the incompatibilities are a fact that stands out more with respect to the traditional methodology, because with the traditional methodology there is no tool that shows us or indicates what those incompatibilities are, the degree to which it





affects the structural functionality, with the Navisworks it was possible to find all these incompatibilities and give them a solution to see the meters and subsequent real costs, Finally, it is concluded that the BIM methodology is a way of organizing and systematizing information, offers ease within the execution of a project which provides a more detailed and real control of the information through a 3D modeling of the structure, gives reliability and ease of modeling, as well as correction of errors.

**Keywords:** BIM / Educational project / Incompatibilities / Cost / Time / Technical file /  
Metrados / Specialties



## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del Problema

Actualmente, las empresas están lidiando con nuevos desafíos comerciales, tales como: exigencias del cliente para reducir la generación de residuos con base en la incertidumbre económica, el aumento de la competencia del proyecto, el uso estratégico racional del personal y los recursos, la capacidad del proyecto para mantenerse dentro de su presupuesto original y un cronograma ajustado para minimizar las sorpresas desagradables. Esto conforme a las demandas y reclamos de responsabilidad que, en este nuevo problema basado en estos desafíos, la tecnología BIM encuentra el mayor valor. (Deutsch, 2011)

Organizar, motivar y controlar los recursos para lograr uno o más objetivos de un problema que a veces surge como una mala planificación en el proceso de desarrollo del proyecto, esto debido a que no se ha producido una coordinación adecuada entre los expertos. (Saenz, 2012)

En el año 2011, la empresa Graña y Montero, hizo uso de la metodología BIM para realizar el modelo 3D del proyecto Universidad del Pacífico (Lima-Perú). Este modelamiento se llevó para diversas especialidades necesarias en una edificación, tales como arquitectura, estructuras, agua contra incendio, instalaciones sanitarias y eléctricas, de calefacción, ventilación y extracción de aire; identificando interferencias y a su vez para pactar reuniones de avance con los capataces. Aunque el modelo fue en 3D, esto eximió a los proyectistas a realizar una simulación 4D de la propia construcción de la estructura. (Salinas & Ulloa, 2015)

El hecho de que una institución educativa cuente con una infraestructura en buen estado, es un aditamento vital para los estudiantes puedan lograr las metas académicas trazadas por las autoridades; es decir, el estado de conservación de los colegios va a intervenir de manera directa



en el rendimiento escolar. Es por ello que colegios con buena infraestructura, dará una oportunidad de mejor espacio para estudiar a aquellos alumnos que viven los lugares alejados de su centro de estudio y en condiciones precarias, estimulándose a su vez a la asistencia a los alumnos como a los mismos profesores. Es por ello que la inversión en infraestructura educativa juega un rol importante en esa búsqueda de facilitar el acceso a la educación escolar a los estudiantes y mejora de su rendimiento académico. (CAF, 2011)

En base a estos detalles se presenta la siguiente problemática en afán de darle un análisis a los proyectos educativos con la implementación de la metodología BIM, la solución de las interferencias o incompatibilidades para lograr proyectos más óptimos.

## **1.2. Formulación de Problemas**

### ***1.2.1. Problema General***

¿De qué manera influye la implementación y evaluación de la metodología BIM en la mejora de la etapa de diseño del proyecto: “ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco - 2021”?

### ***1.2.2. Problemas Específicos***

- ¿Cuál es el grado de influencia de la implementación y evaluación de la metodología BIM en el tiempo de diseño del proyecto: “ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco - 2021”?
- ¿Cómo llega a influir la implementación y evaluación de la metodología BIM en el costo de diseño del proyecto: “ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco - 2021”?



- ¿La implementación y evaluación de la metodología BIM tiene algún efecto en la solución de incompatibilidades del proyecto: “ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco - 2021”?

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Conveniencia**

Una investigación puede tener conveniencia por diversos factores: dado que puede ayudar a solucionar un problema de roce social o construir una nueva teoría. (Sampieri, 2018) La presente investigación se enfocó en realizar la descripción y estudio de la influencia de la implementación de la metodología BIM dentro de la etapa de diseño, ejecución del proyecto la ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 DE MIRAFLORES con el objetivo de aumentar la productividad en la gestión del proyecto, la planificación, integración de especialidades en el diseño, calidad en los entregables de planos y modelos 3D, así como también presupuestos y metrados, de manera que mejora la calidad de uso para estas construcciones basándose en la optimización de la gestión del proyecto.

#### **1.3.2. Relevancia social**

La relevancia social de la investigación consistió en mejorar la calidad de uso y la optimización de la gestión del proyecto de ampliación, de manera que el resultado social será una edificación con calidad superior a la resultante del sistema tradicional en aspectos como tiempos de ejecución, procesos constructivos optimizados, planificación entre otros. Otro de los aspectos más resaltantes de la implementación BIM en proyectos es poder realizar las construcciones de los colegios de primaria sin problemas de incompatibilidades al realizar la coordinación entre las especialidades del proyecto.



*Figura 1. Moderno colegio de Calca*



*Fuente: Educacionred.pe (2019)*

### ***1.3.3. Implicancias prácticas***

Nuestro estudio acerca de la influencia de la metodología BIM en la producción de entregables del proyecto de diseño como metrados, planos y modelo 3D permitió analizar la importancia de mejorar los procesos convencionales para obtener un producto con una información completa y dinámica, un producto similar al planteado en los objetivos del proyecto pero con una mejor coordinación y participación de los especialistas, reducción de incompatibilidades e interferencias, el producto final es un proyecto que contiene una información dinámica que pudo ser modificada a solicitud del cliente.

Adicionalmente, se buscó evaluar el aumento de la productividad a raíz de la implementación de la metodología BIM en la elaboración de metrados, planos y modelos 3D y demás entregables del proyecto en diseño. Es importante considerar que los proyectos son complejos, cada especialista se encarga de desarrollar la especialidad en la cual está capacitado, los especialistas no realizan una adecuada coordinación con las demás especialidades para poder



mejorar la productividad para elaborar los proyectos de ampliación y remodelación de edificaciones educativas en plazos más cortos, de esta manera se pudo beneficiar a la población estudiantil en plazos cortos, llevando el servicio de educación a más lugares y con una buena infraestructura.

#### ***1.3.4. Valor teórico***

La presente tesis pretende adquirir y ampliar teorías respecto al diseño de proyectos y la metodología BIM. Fundamentados en las bases teóricas científicas como la de Building Information Modeling (BIM) (Sacks et al., 2018), con respecto a la aplicación del modelo BIM en la construcción se analiza. (Alcántara, 2013)

#### ***1.3.5. Utilidad metodológica***

La utilidad metodológica consiste en usar técnicas metodológicas, las cuales nos permitirá el levantamiento, procesamiento e interpretación de los datos recolectados, para la presente investigación se utilizó el software Revit para estructurar un plan correcto de planos, metrados y modelo 3D. Además, esto queda como precedente para repetir el proceso en futuros proyectos.

### **1.4. Objetivos de investigación**

#### ***1.4.1. Objetivo General***

Determinar la influencia de la implementación y evaluación de la metodología BIM en la mejora de la etapa de diseño del proyecto: “Ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco – 2021”.



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

- Analizar la influencia de la implementación y evaluación de la metodología BIM en el tiempo de diseño del proyecto: “Ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco – 2021”.
- Medir la influencia de la implementación y evaluación de la metodología BIM en el costo de diseño: “Ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco – 2021”.
- Evaluar la influencia de la implementación y evaluación de la metodología BIM en la solución de incompatibilidades del proyecto: “Ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco – 2021”.

#### **1.5. *Delimitación del estudio***

##### **1.5.1. *Delimitación espacial***

La presente tesis estuvo delimitada espacialmente por la I.E. N° 56435 DE MIRAFLORES ubicada en el distrito de Yauri, provincia de Espinar, región Cusco, ya que el proyecto consistió en una ampliación de pabellones de dicha institución.

##### **1.5.2. *Delimitación temporal***

La presente tesis estuvo delimitada temporalmente por todo el tiempo que se necesitó para el diseño del Proyecto de Ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 DE MIRAFLORES, el cual correspondió al periodo entre los años 2021 - 2022.



### *1.5.3. Delimitación aplicativa*

La presente investigación está delimitada aplicativamente en cuanto al desarrollo de la aplicación de la metodología BIM en la etapa de diseño, específicamente en la elaboración de planos y en los procedimientos que determina el producto final de planos y metrados por lo cual es parte del expediente técnico dentro del ciclo de vida de un proyecto. Dentro de las especialidades se tomó en cuenta las siguientes partidas a analizar: Concreto en zapatas, Concreto en vigas de cimentación, Concreto en sobrecimientos, Concreto en columnas, Concreto en columnetas, Concreto en vigas peraltadas, Concreto en losa aligerada  $e = 20$  mm, Concreto en losa maciza, Muro de albañilería, Falso piso, Equipos eléctricos, Luminarias, Interruptores, Tomacorrientes, Tubería de línea eléctrica, Uniones de tubo, Salida de internet, Tubería de agua fría, Válvulas, Uniones de tubería, Tubería sanitaria y Accesorios sanitarios, esto respectivamente para cada uno de los pabellones que conforman el proyecto educativo.





## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

**Amaya & Sierra (2021)**, en su estudio “**Análisis de comparación con la metodología BIM en proyecto de vivienda multifamiliar en el municipio de Acacias - Meta**” tiene como **objetivo** comparar el desempeño de un proyecto multifamiliar utilizando la metodología BIM y el método tradicional. La **metodología** utilizada se caracteriza por tener un nivel de investigación descriptivo y diseño metodológico cuasi experimental, primero se recopiló la información del expediente técnico, se analizó el presupuesto mediante el método tradicional y con la metodología BIM mediante Revit y todo esto será comparado. La **población** utilizada es de 1 compañía constructora. El **resultado** de la diferencia del presupuesto utilizando la metodología BIM y la tradicional es de 1.433.022.024 pesos colombianos y podemos, es así que podemos **concluir** que, el implementar la metodología BIM trae consigo muchas ventajas, en la parte económica y productiva.

**Moreno (2021)**, en su estudio “**Implementación de metodología BIM En proyectos de infraestructura hospitalaria mediante Revit**” tiene como **objetivo** recopilar información acerca de los últimos avances en la implementación de la metodología BIM para la elaboración de expedientes técnicos de proyectos en Colombia. La **metodología** utilizada se caracteriza por tener un nivel de investigación descriptivo y diseño metodológico cualitativo documental, del tipo bibliográfico, donde se revisó en fuentes secundarias, artículos de investigación, etc. La **población** utilizada es de 14 artículos. El **resultado** de la investigación nos indica que la metodología BIM mejora la sincronización entre las distintas especialidades y que es aplicable a proyectos viales, es



así que podemos **concluir** que BIM es la solución para lograr la más alta optimización de recursos dentro de la industria de la construcción.

Cózar (2017), en su estudio “**Modelado y medición en BIM (building information modeling) siguiendo los criterios de la base de costes de la construcción de Andalucía (BCCA)**” tiene como **objetivo** modelar y crear objetos 3D BIM para poder automatizar la generación de metrados y presupuesto al asignar partidas con sus respectivas dimensiones. La **metodología** utilizada se caracteriza por tener un nivel de investigación descriptivo y diseño metodológico no experimental, primero se analizaron las partidas, herramientas de modelamiento Revit, para poder así modelar y asociar las partidas al modelo BIM. La **población** utilizada es de 1 expediente técnico. El **resultado** nos muestra que se pudo crear con éxito estos objetos 3D BIM que nos permite automatizar la medición de partidas, así como su presupuesto, es así que podemos **concluir** que, la implementación de la metodología BIM nos permite ventajas nunca antes pensadas, permitiéndonos así la automatización de metrados y presupuestos, lo cual nos trae ahorro de tiempo y dinero.

Chacón & Cuervo (2017), en su estudio “**Implementación de la metodología BIM para elaborar proyectos mediante el software REVIT**” tienen como **objetivo** la implementación de la metodología BIM para la elaboración de expedientes técnicos de proyectos utilizando el software Revit. La **metodología** utilizada se caracteriza por tener un nivel de investigación descriptivo y diseño metodológico documental, del tipo bibliográfica, donde se revisó toda la información en artículos, investigaciones, todo acerca de la metodología BIM y Revit. La **población** utilizada es de 15 artículos. El **resultado** de la investigación nos muestra la creación indica que el software Revit tiene muchas ventajas y ya está presente en varios países como software BIM principal, es así que podemos **concluir** que Revit es uno de los mejores softwares



BIM, que permite compartir información y coordinar entre las distintas especialidades, es así que podemos.

Cerón & Liévano (2017), en su estudio “**Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida en un proyecto**” tienen como **objetivo** elaborar un plan de trabajo para una compañía constructora utilizando la metodología BIM en la mejora de procesos realizados durante el diseño y ejecución de proyectos. La **metodología** utilizada se caracteriza por tener un nivel de investigación descriptivo y diseño metodológico cuasi experimental, que consiste en primero realizar un diagnóstico a la empresa, para después proponer estrategias que permitan la optimización en los procesos. La **población** utilizada es la empresa. El **resultado** de las encuestas y el diagnóstico realizados en la empresa nos indica que la metodología BIM mejora enormemente en el aspecto económico y productivo los procesos, es así que se puede **concluir** que la implementación de la metodología BIM genera ahorros y minimiza los errores e interferencias al momento de diseñar.

### *2.1.2. Antecedentes nacionales*

Espejo (2022), en su artículo “**Aplicación de metodología BIM en etapa de diseño y planificación de infraestructura hidráulica: Bocatoma Las Manzanas, Angasmarca, 2021**” tiene como **objetivo** estudiar la rentabilidad de la aplicación de la metodología BIM durante la etapa de diseño de expediente técnico, comparándolo con el método tradicional. La **metodología** utilizada se caracteriza por tener un nivel de investigación descriptivo y diseño metodológico experimental. La **población** utilizada es de 10 partidas. El **resultado** del costo utilizando BIM fue de S/680.00 y utilizando el método tradicional, S/1180.00, por lo que podemos **concluir** que, entre las dos metodologías, utilizando BIM obtenemos mayor rentabilidad.



Yucra (2020), en su artículo “**Análisis de aplicación de tecnologías BIM para la optimización de la constructabilidad en proyectos de ingeniería civil en la ciudad de Arequipa, 2019**” tiene como **objetivo** analizar los procesos de construcción utilizando la metodología convencional y la metodología BIM en la ciudad de Arequipa. La **metodología** específica utilizada es científica cuantitativa, con un nivel de investigación descriptivo y diseño metodológico no experimental. La **población** utilizada son todos los proyectos ejecutados por una empresa constructora. El **resultado** de las diferencias entre ambas metodologías es una mala coordinación en la documentación o planos de las distintas especialidades, además de la existencia de adicionales en proyectos con la metodología tradicional, por lo que podemos **concluir** que la metodología BIM nos permite optimizar enormemente la constructibilidad desde el diseño hasta el mantenimiento de los proyectos de construcción.

León et al. (2019), en su estudio “**Propuesta de mejora para el proceso de elaboración de expedientes técnicos en el Programa Nacional de Infraestructura Educativa**” tienen como **objetivo** elaborar una propuesta para disminuir la prolongación de tiempos específicamente en el diseño de expedientes técnicos. La **metodología** específica utilizada es cualitativa, con un nivel de investigación descriptivo y diseño metodológico no experimental. El **resultado** nos muestra dos maneras de optimizar tiempos, una de ellas es la metodología BIM, que nos da una disminución del tiempo en un 40%, esto nos lleva a **concluir** que la metodología BIM nos permite optimizar enormemente los tiempos de diseño en expedientes técnicos, ya que evita las interferencias en planos y el tiempo que conlleva la corrección de estas.

Castillo et al. (2020), en su artículo “**Metodología BIM en el desarrollo de proyectos de construcción moderna con miras al Bicentenario**” tienen como **objetivo** conocer más acerca de cómo se aplica la metodología BIM y el nivel de aceptación por parte de los profesionales de la



construcción a esta nueva metodología. La **metodología** utilizada se caracteriza por tener un nivel de investigación descriptivo y diseño metodológico documental, del tipo bibliográfico. La **población** utilizada es de 10 artículos. El **resultado** fue que el 100% conoce la metodología BIM, de los cuales solo el 80% han llevado capacitación profesional de la metodología, es así que se puede **concluir** que la metodología BIM se puede aplicar en todas las etapas de las edificaciones y nos ayuda a evitar errores por interferencias en planos y una mejor colaboración.

**Hernández (2018)**, en su artículo “**Uso de la Metodología “BIM” en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016**” tiene como **objetivo** analizar el grado de conocimiento de la metodología BIM en la factibilidad, diseño, abastecimiento, ejecución y mantenimiento de proyectos. La **metodología** específica utilizada es hipotética deductiva, con un nivel de investigación descriptivo y diseño metodológico no experimental, de corte transversal. La **población** utilizada es de 80 colaboradores. El **resultado** hallado es que el 95% de encuestados conoce en cierto grado la metodología BIM, de los cuales un 90% tiene un buen nivel de conocimiento, por lo que podemos **concluir** que en la contraloría general de la República se tiene un buen grado de conocimiento acerca de la metodología BIM.

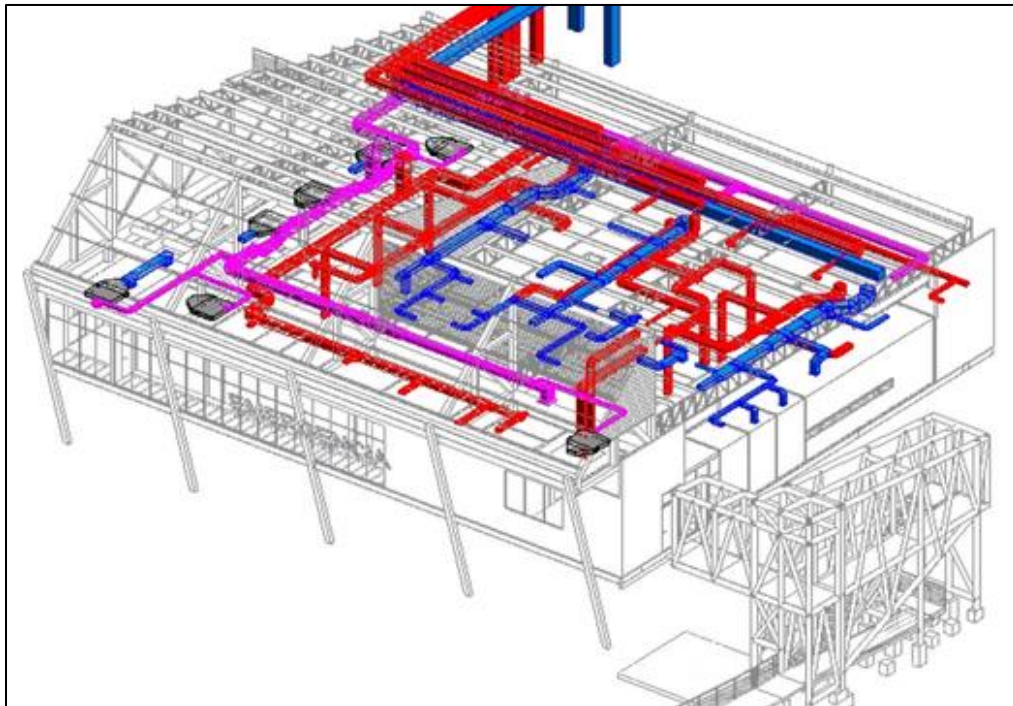
## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. *Building Information Modeling (BIM)***

Se puede definir como una tecnología para procesos de Modelado, se compone de una serie de procedimientos que sirven para generar, comunicar y analizar proyectos constructivos. (Sacks et al., 2018)

Es una conjunción de metodologías, aplicación de tecnologías y estándares que van a permitir realizar la formulación, el diseño, construcción, operación y mantenimiento de una infraestructura pública de manera colaborativa dentro de un espacio virtual. (Diario El Peruano, 2021)

*Figura 2. BIM en Instalaciones Sanitarias*



*Fuente: MINSA (2021)*

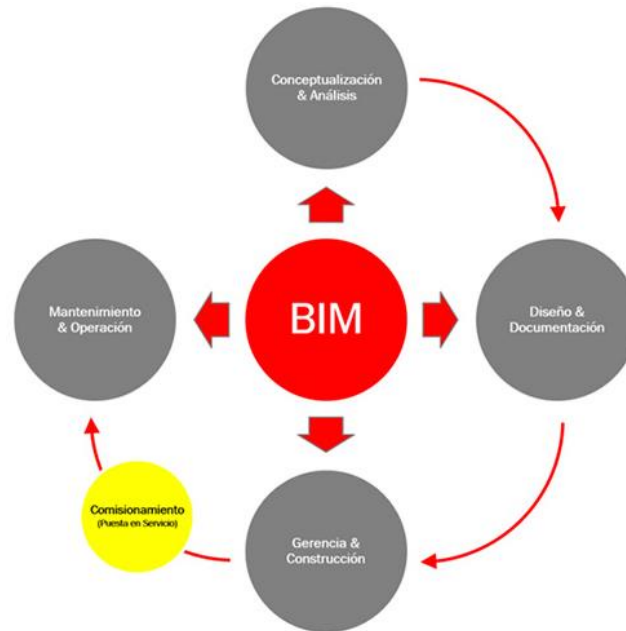
Viene a ser una metodología de trabajo en conjunto y de manera colaborativa para la gestión de la información creado por las partes involucradas en el desarrollo de un proyecto, con el fin de facilitar la programación multianual, facilitar la formulación, el diseño, la construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura, dotando de una base mucho más confiable para la toma de decisiones. (Diario El Peruano, 2021)



Desde la década de 1990, el BIM modificó significativamente los enfoques arquitectónicos para la planificación y la construcción. Basándose en métodos paramétricos, las tecnologías BIM buscaban simular el proceso de construcción antes de la realización de un edificio. Estas simulaciones por computadora desafiaron la práctica existente de representar un edificio a través del plano, la sección y la elevación, y propusieron que un modelo computacional podría crear una forma más eficiente de construir. (Bredella, 2019)

Se puede enfocar desde distintos elementos propios de la metodología, tales como las herramientas que emplea en el diseño y producción, los procesos y tecnologías que aplica en el desarrollo de un proyecto, con un fácil acceso para el usuario, y mediante una documentación digital la comprensión por el computador, con relación a todo lo referente al proyecto, así como del desempeño de esta, pasando por una serie de etapas comenzando en el planeamiento, pasando a la ejecución o construcción para luego permitir su posterior operación. Todo este proceso, nos da como resultado un modelo de información de la edificación. BIM por sus siglas en inglés, puede ser traducido como “Modelo de la Información de la Edificación”. Lo que afirma que BIM no es un software que se pueda adquirir y con ello se comience a elaborar proyectos en él, sino que es una metodología que emplea el uso de diferentes herramientas de manera conjunta. (Sacks et al., 2018)

*Figura 3. Etapas BIM*



*Fuente: Dcvconsultores (2017)*

### **2.2.1.1. Usos de BIM en el mundo**

En el mundo, se ha observado un incremento considerable en el uso de la metodología BIM, Estados Unidos es uno de los países que ha tenido un proceso largo y acelerado en la implementación de BIM, su desarrollo ha servido de guía y base para muchos países americanos y algunos países europeos. Sin embargo, en los países de América Latina el BIM tiene un proceso de implementación mucho más pausado. Un factor que influye en gran medida que los países latinoamericanos consigan una implementación más rápida de las herramientas BIM es el alto costo que representa la capacitación a los profesionales tanto del sector público como en el sector privado en la utilización de los programas y en la adquisición de equipos de alta generación que sean capaces de llevar a cabo estos procesos. Sin embargo, la inversión generada en la implementación del BIM trae como producto beneficios económicos a mediano y corto plazo. Existen ya empresas en los que el uso de BIM está en plena evolución, para esto su implementación





implica renovar sus equipos informáticos, computadoras, así como la capacitación de sus profesionales; todos estos procesos requieren de un tiempo, por lo cual las empresas están tardando en su implementación. (Jobim et al., 2017)

#### **2.2.1.2. Implementación**

En el proceso de implementación se deben considerar varias etapas en la adopción de BIM, esta implementación debe hacerse de manera progresiva de modo que se logre tener una transformación de todos los procesos relacionados y de esta manera lograr una adopción completa del BIM. Los cambios que se identifican en las etapas BIM tienen un volumen y una complejidad, tanto en los niveles de organización, así como industriales; estos son de carácter transformacional por lo que no es posible implementarlos sin atravesar procesos evolutivos incrementales. Para conseguir una implementación exitosa de la metodología BIM, es preciso tener claros cuales son los principales factores para que esta metodología pueda ser aplicada dentro de cualquier organización. (Salazar, 2017)

#### **2.2.1.3. Ventajas de la implementación BIM**

##### **2.2.1.3.1. Secuencia organizada de la construcción**

Con la metodología BIM, es posible mediante la elaboración de un modelo de preconstrucción virtual, tener una mejor planificación de la ejecución del proyecto haciendo uso de los modelos 4D, en el cual a los objetos en 3D del modelo se les vincula una dimensión adicional de tiempo, esto va a permitir realizar una programación de actividades mucho más detallado y acorde a la realidad, además se pueden desarrollar simulaciones del proceso de construcción y observar cómo la obra se vería en cualquier punto de su ejecución a través del tiempo. (Salazar, 2017)



#### **2.2.1.3.2. Mejora en el manejo de la información**

Al usar la metodología BIM la gran cantidad de información sobre el proyecto se puede manejar de manera mucho más centralizada y no dispersa en diferentes lugares, esto ayudará a evitar tener varias versiones de un mismo proyecto para de esta forma eliminar las incompatibilidades que esto puede generar. (Salazar, 2017)

#### **2.2.1.3.3. Mayor integración interdisciplinar del proyecto**

En la metodología BIM, el proyecto pasa por las etapas de diseño, así como se puede planificar y realizar la ejecución dentro de un ambiente colaborativo en el cual todos cada uno de los profesionales que estén involucrados en cada fase del proyecto puedan aportar con información relevante para el proyecto y tomar las ideas de otros especialistas para mejorar sus propias áreas y complementar mejor al proyecto en conjunto, también pueden plantear y de ser el caso realizar modificaciones haciendo uso y tomando en consideración la información de otras especialidades dependiendo cuales sean los requerimientos particulares. Una de las ventajas que presenta la integración es que no es necesario la reunión de los especialistas en un mismo lugar, desde cualquier punto del mundo los profesionales que son parte de las distintas especialidades podaran tener acceso a los modelos en tiempo real mediante una conexión en línea. (Salazar, 2017)

#### **2.2.1.3.4. Identificación de interferencias**

Dentro de los mayores beneficios de implementar la metodología BIM es que permite realizar la identificación de interferencias de las áreas y los elementos constructivos del proyecto, cuando las interferencias e incompatibilidades se identifican en una etapa previa al inicio de la ejecución es posible realizar correcciones de los problemas de diseño que se presentan entre planos y especificaciones técnicas durante el proceso de modelado y no en la etapa de construcción, esto



es posible mostrando y analizando en el modelo 3D las posibles soluciones que puedan ser validadas técnicamente por los proyectistas y aprobadas finalmente por el cliente, la gerencia o ambos, según sea el caso. (Salazar, 2017)

#### **2.2.1.3.5. Presentación final mejorada de la calidad del proyecto**

La integración de todas las disciplinas involucradas en el desarrollo del proyecto, reduce de manera considerable los errores en la documentación final de obra, esto asegura que las especificaciones técnicas, así como los estándares de calidad se lleguen a cumplir sin presentar alteraciones significativas con el proyecto original. (Ariza, 2017)

#### **2.2.1.3.6. Ciclo de vida del proyecto**

En la metodología BIM se contempla el concepto de ciclo de vida del proyecto desde las primeras fases de un proyecto constructivo, esto quiere decir, el proyecto se podrá estudiar y analizar desde la fase de diseño, la de construcción e incluso también la de operación, de esta manera sus futuros usuarios puedan acceder a toda la información necesaria para planificar, ya sea el mantenimiento o las reparaciones de todas las instalaciones en un momento determinado. Entonces es posible afirmar que BIM tiene un uso potencial en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto: el propietario puede emplearlo para descubrir y entender las necesidades del proyecto, el equipo o los especialistas de diseño lo utilizarán para analizar, diseñar y desarrollar el proyecto, el contratista para gestionar la construcción del proyecto y además por el gerente de la instalación que lo empleará durante las fases de operación y desmantelamiento. (Ariza, 2017)

#### **2.2.1.3.7. Manejo de marketing del proyecto**

Es un aspecto muy importante a tomar en cuenta cuando se realizan proyecciones y la estimación del retorno de la inversión, con esto se deben cumplir de manera satisfactoria las metas



de ventas de los proyectos, se buscan cumplir con los plazos que se fijaron inicialmente para que no se presente una variación en los tiempos de ejecución del proyecto, esto evitará alteraciones posteriores en el tema presupuestal.

Con la metodología BIM, además de obtener una serie de documentos técnicos, se puede mostrar una representación visual del proyecto a los usuarios de manera sencilla y práctica en tiempo real, en donde el diseño se comunica de mejor forma a los clientes facilitando su interacción con el equipo técnico encargado de formular el proyecto. Se pueden utilizar imágenes y animaciones obtenidas del modelo con el propósito de promover o vender un proyecto, esto apoya el marketing del proyecto, en el caso de que sea necesario, generando una ventaja importante frente a la competencia. (Saldias, 2010)

#### **2.2.1.4. Desventajas de la implementación BIM**

##### **2.2.1.4.1. Costos de adopción inicial elevada**

Se presenta como uno de los obstáculos de implementación más importantes, sobre todo en las pequeñas y medianas oficinas de diseño. Se debe considerar que la inversión inicial es alta para la adquisición de programas y equipos que tengan las características específicas que permitan un buen flujo de trabajo, todos deben estar conectados por un servidor con la potencia suficiente de tal manera que permita la elaboración del modelo y tener además una copia de seguridad que respalde todo el proceso. Otro aspecto a considerar es que según el tamaño del proyecto es posible generar puestos adicionales de trabajo con el de cumplir con la nueva carga que éste demanda, además es necesario capacitar a los profesionales que harán parte del equipo de trabajo, ya que es de suma importancia que cada uno conozca muy bien tanto el programa de modelado como la metodología que se está empleando para el desarrollo de proyectos, teniendo un retorno de la



inversión a largo plazo cuando la metodología BIM se pueda aplicar plenamente en grandes proyectos. (Salazar, 2017)

#### **2.2.1.4.2. Generación completa de los modelos con altos niveles de precisión**

Esto se puede generar sobre todo por la complejidad y los altos estándares que se exigen actualmente en la ejecución de proyectos de construcción, ya que en un proyecto realizado con BIM la documentación técnica de construcción en dos dimensiones y en papel debe ser preparada a partir del modelo en 3D, y para lograr esto el modelo tiene que ser completado en su totalidad. Por otro lado, el proyecto debe modelarse con una precisión tal que los datos obtenidos coincidan con la realidad. (Salazar, 2017)

#### **2.2.1.4.3. Cambios en las metodologías personales de trabajo**

Una de las dificultades más recurrentes es que cada miembro maneja sus planes de ejecución individuales, sin embargo, la metodología BIM requiere que todos y cada uno de los miembros trabajen en función a la integración de todas las áreas y disciplinas que son parte del proyecto, para esto se deben establecer normas y reglas estrictas en el equipo para que de esta manera se pueda trabajar de acuerdo con las normas BIM, caso contrario esto afectaría la eficacia y el resultado final del proyecto, provocando efectos negativos. (Salazar, 2017)

#### **2.2.1.4.4. Información incompleta entre plataformas BIM**

Es habitual el uso de varias plataformas BIM a lo largo del desarrollo del proyecto, sin embargo, esto presenta la dificultad de conseguir que los diferentes formatos de archivo funcionen correctamente al crear modelos con información combinada del proyecto, en este proceso muchas veces se presentan inconsistencias en la información técnica que se obtiene de estos modelos. Los datos de los modelos originales de construcción que se obtienen en un principio suelen dar un valor

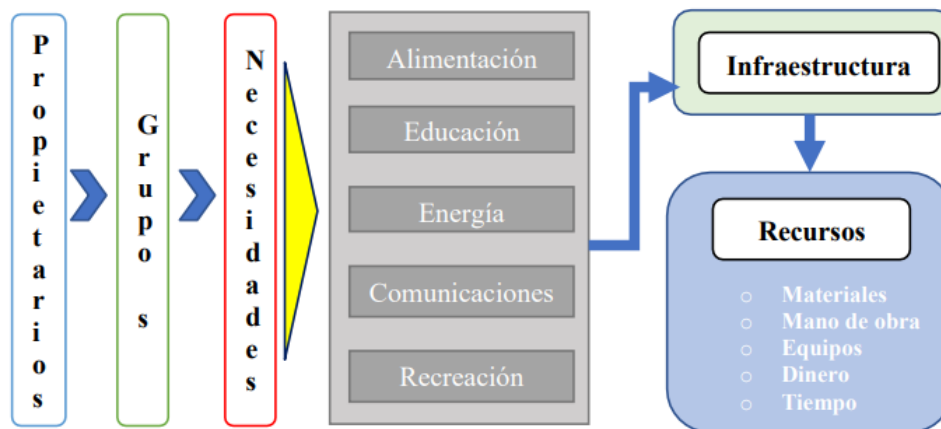
que llegar a cambiar cuando se toman los mismos datos después de haber convertido los modelos a archivos de ciertos formatos como el IFC, estos valores distintos pueden generar disconformidades y demoras. (Fazli et al., 2014)

### 2.2.1.5. Proyecto de construcción

#### 2.2.1.5.1. Procesos de un proyecto de construcción

Todo proyecto de construcción, surge en base a la atención de necesidades, en la que el cliente o propietario está dispuesto a materializar, que, a la finalización de su ejecución, se vuelve parte de un entorno productivo, con una sostenibilidad a través del tiempo. Todo proyecto de inversión, tiene que pasar por una serie de procesos, etapas o fases, los cuales se describen a continuación:

*Figura 4. Procesos de un proyecto de construcción*



Fuente: SNPMGI (2020)

#### 2.2.1.5.2. Procesos de Inversión

Esta en base al Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones conocido como INVIERTE.PE cuya rectoría está a cargo de la Dirección General de Inversión Pública del Ministerio de Economía y Finanzas, mediante el Decreto Legislativo N° 1252 el 01 de

diciembre de 2016, con vigencia desde el 24 de febrero del año 2017, un día después de la publicación oficial de su respectivo Reglamento en el diario El Peruano. Bajo este concepto, los procesos de inversión se desarrollan a través de un ciclo, que inicia cuando un proyecto es concebido, como una integración de partidas conjuntas y secuenciales, que luego pasan a ser diseñados, para luego someterse a una revisión y evaluación, posteriormente se obtiene la aprobación en la que finalmente cumple su ciclo con la ejecución. (SNPMGI, 2020)

*Figura 5. Proceso de inversión de un proyecto según PMI*



*Fuente:* SNPMGI (2020)

#### **2.2.1.5.3. Programación multianual de inversiones (PMI)**

Esta etapa tiene por objetivo vincular el planeamiento estratégico con el proceso presupuestario. Se logra mediante el cierre de brechas prioritarias, que se ajustan a los objetivos y metas de los diferentes niveles de desarrollo del proyecto, tras la elaboración y selección de una cartera de proyectos. (SNPMGI, 2020)

#### **2.2.1.5.4. Formulación y Evaluación (F y E)**

Aquí, los proyectos son formulados como propuesta de inversión, y que son necesarias para el cumplimiento de metas de la PMI. Estos proyectos son definidos como tal, tras su respectiva



evaluación a su planteamiento técnico, en los que se considera no solo calidad, servicio (niveles), rentabilidad social si no también, la muy importante sostenibilidad con respecto al tiempo. (SNPMGI, 2020)

#### **2.2.1.5.5. Ejecución**

Esta etapa parte desde la elaboración del expediente técnico o algún documento equivalente y la ejecución física propia de las inversiones. Asimismo, se desarrollan labores de seguimiento físico y financiero a través del Sistema de Seguimiento de Inversiones (SSI). (SNPMGI, 2020)

#### **2.2.1.5.6. Funcionamiento**

En esta etapa, se evalúa la operación del proyecto, así mismo se prevé el mantenimiento de los activos que han sido generados con la ejecución de la inversión y los servicios que hayan sido implementados con dicha inversión. Por otro lado, también se somete a evaluaciones posteriores, con la finalidad de analizar lecciones aprendidas que puedan permitan mejoras en futuras inversiones, así como también la rendición de cuentas. (SNPMGI, 2020)

#### **2.2.1.6. Softwares aplicados en la metodología BIM**

##### **2.2.1.6.1. ArchiCAD**

ArchiCAD es uno de los softwares BIM más eficientes, puesto que tiene una interfaz muy clara e intuitiva, nos permite diseñar, visualizar el proyecto, crear la documentación de manera casi automática y entregarla, cumpliendo con todos los requisitos de entrega digital. Además, nos ayuda a gestionar la información que necesitamos para nuestro proyecto, permitiéndonos colaborar de manera abierta. (Graphisoft, 2020)

Más detalladamente, ARCHICAD nos ayuda a:





**Diseñar:** el modelamiento y la creación de detalles constructivos son más rápidos, incluso podemos modelar pilares, vigas, alveolares de formas más complejas y de secciones variables, personalizándolas para llegar al diseño que el cliente desea. También podemos considerar más confiables los cálculos de metrados de concreto armado, barras de acero en columnas, vigas, etc.

**Coordinar:** nos permite documentar información importante y valiosa para arquitectos, consultores e Ingenieros de las distintas especialidades, información que deben de tener en cuenta para la etapa de diseño y ejecución. Por ejemplo, posee una herramienta llamada “Abertura”, que se encarga de modelar y coordinar aberturas verticales, horizontales o inclinadas como los conocidos vanos y nichos o incluso entre pisos.

**Visualizar:** nos permite obtener imágenes más realistas de lo que serán nuestras edificaciones en un futuro, gracias a sus herramientas de visualización arquitectónica. Lo más importante es que a visualización que tenemos nos permitirá poder compatibilizar los planos de las distintas especialidades.

**Colaborar:** podemos compartir información mediante softwares como Solibri y Rhino, lo que nos permitirá organizar datos y extraerlos del diseño de manera rápida.

Fue el pionero en aplicar el término BIM, generando modelos virtuales 3D completos de las edificaciones además de dibujos 2D, el cual conlleva información de todo tipo de elementos constructivos virtuales como paredes, columnas, techos, ventanas, muebles, etc. Los diseños 2D y 3D pueden ser exportados en cualquier momento con extensión DWG, IFC, DXG

Se puede generar planos y secciones desde el modelo del edificio 3D virtual y para hacer más sencillo el trabajo en ArchiCAD, se pueden desarrollar librerías con componentes arquitectónicos que crean los usuarios e intercambian entre sí.



#### 2.2.1.6.2. Revit

Revit es un software de integración BIM que reúne todas las disciplinas de la arquitectura, la ingeniería y la construcción en un entorno de modelado integrado para crear proyectos más eficientes y rentables. Los equipos de proyectos pueden colaborar en cualquier lugar y en cualquier momento con Revit utilizando BIM Collaborate Pro, una solución avanzada y segura de gestión de datos y colaboración basada en la nube. (Autodesk, 2021)

Las funciones que tiene son:

- Diseño conceptual
- Modelado paramétrico 3D
- Documentación de diseño detallado
- Coordinación interdisciplinaria
- Modelado de componentes de ingeniería
- Análisis y simulación de sistemas y estructuras
- Iteración y visualización de diseños
- Generación de documentos de diseño para fabricación o construcción
- Modelado y documentación de acero estructural
- Modelado y detallado de fabricación MEP
- Visualización 3D fotorrealista
- Análisis de rendimiento de construcción
- Documentación de construcción

Dicho software realiza modelados en 3D de forma inmediata, así mismo proporciona información inmediata acerca del tipo de materiales, acabados, metrados, etc. Por lo que es ventajoso el uso de este programa en la elaboración de proyectos.

*Figura 6. Modelado arquitectónico en Revit*



*Fuente: Autodesk (2021)*

### **2.2.1.6.3. Navisworks**

Se trata de una de las herramientas bastante útiles y sobresalientes del mercado actual para visualizar proyectos y trabajos en 3D. Es bastante utilizado en el diseño arquitectónico y ramas similares debido a los beneficios que ofrece. Este software Navisworks incorpora archivos de Revit Architecture de un Proyecto y nos brinda un perfil digital final de la obra. Por otro lado, sirve de ayuda para demostrar interferencias, incidencia y posibles errores al momento, también muestra un estudio sobre la ejecución progresiva del proyecto en tiempo real.



## 2.2.2. *Expedientes técnicos*

### 2.2.2.1. **Expedientes técnicos tradicionales**

La industria de la construcción tiene parte a un enfoque económico cuya principal técnica es la elaboración, la realización del diseño y finalmente ejecución de proyectos civiles. Analizando a la fase de diseño, tradicionalmente, en la elaboración de proyectos de construcción se consideran los siguientes puntos: Todo proyecto comienza con los estudios básicos que realiza la empresa encargada de su desarrollo. Estos pueden ser estudios Topográficos, estudio de Mecánica de los Suelos, exploración y estudio de Restos Arqueológicos que puedan influir en la ejecución del proyecto, entre otros. Normalmente, el proceso continúa con la parte arquitectónica, se acostumbra usar el software AutoCAD para realizar los trazos y definir los aspectos generales, así como detalles importantes. El proyecto arquitectónico va a depender de los ambientes mínimos y sus respectivas áreas, si se trata de un proyecto del tipo educativo, es preciso revisar las normas técnicas peruanas que esta destinadas a la reglamentación de un adecuado empleo de las técnicas y cumplimiento con los parámetros y requerimientos mínimos de las instituciones educativas. Concluido el diseño arquitectónico con las ideas plasmadas en los planos, se deriva a un Ing. Civil especializado en el área de estructuras, quien estará encargado de analizar la factibilidad de las formas expresadas por el arquitecto y diseña los elementos estructurales en función a ello. Una vez obtenidos el diseño Arquitectónico y Estructural, los Ing. Sanitarios y Eléctricos, según la magnitud del proyecto pueden contar con un Ing. Mecánico, realizan el diseño del sistema de agua, desagüe, electricidad, equipos electromecánicos y los correspondientes. De la misma forma, se elaboran los metrados de cada una de las partidas y actividades que se desarrollaran durante todas las etapas del proyecto, estos van junto al análisis de precios unitarios, lo cual permite hacer una estimación del presupuesto basándose en factores como el número de trabajadores, rendimientos,



insumos, materiales, herramientas y más. Se calculan los tiempos para las actividades y se hace una programación de cada una de estas. Todos los documentos forman parte del expediente técnico del proyecto, que una vez aprobado se da paso a la ejecución por alguno de los sistemas de ejecución de obras. El desarrollo generalmente depende mucho de la habilidad y rendimiento en obra, así como de la experiencia y el criterio de los profesionales encargados para prevenir y solucionar problemas contractuales. Sin embargo, a lo largo del desarrollo del proyecto aun es muy evidente las deficiencias de programación de las actividades de manera óptima, que desemboca en el incumplimiento de plazos, reducción de la calidad y otros problemas propios. (Paredes, 2022)

#### **2.2.2.2. Problemas frecuentes en la planificación y programación de un proyecto**

En todo proyecto, es de vital importancia realizar un correcto diseño y planificación, ya que de esta etapa depende la determinación de tiempos y el costo que tendrá el proyecto. La elaboración de los planos, ya sean arquitectónicos, estructurales o de instalaciones, están desarrolladas por profesionales especialistas del área, sin embargo, en el proceso tradicional aún se tiene muchos inconvenientes e incompatibilidades al momento de interconectar todos los planos, esto se debe a que la mayoría de los planos están desarrollados en un plano 2D en la cual la visualización dificulta la identificación de interferencias entre un plano y otro. Casos frecuentes es la incompatibilidad de los elementos estructurales como vigas y columnas con el diseño de las instalaciones, sean eléctricas o sanitarias, que son diseñados atravesando elementos estructurales muy importantes, esto resulta de haber seguido un plan de trabajo individualizado por cada profesional encargado, lo que resulta en la reducción de la calidad del proyecto final o del servicio que ofrecerá dicho proyecto. (Paredes, 2022)



### 2.3. Marco Conceptual

**BIM Manager:** Profesional que se encarga de garantizar que la información generada bajo la metodología BIM fluya de manera correcta a través de los diferentes procesos, es decir es el gestor de los datos del proyecto y de la coordinación de los modelos para su revisión y ejecución por parte de los equipos de diseño y construcción. (Invierte.pe et al., 2021)

**Especificaciones Técnicas:** Lo conforman una serie de reglas y documentos que se encargan de describir los trabajos, métodos de construcción, la calidad de los materiales, sistemas de control de calidad de elementos estructurales, procedimientos constructivos, métodos de medición, así como las condiciones de pago que son necesarias para llevar a cabo la obra. (OSCE, 2019)

**Memoria descriptiva:** Está constituido por la descripción del proyecto, como la introducción, estudios previos, ubicación que el proyecto tendrá, estado actual de la obra, estrategias para la ejecución del trabajo, vías de acceso, tolerancias, medidas de seguridad, etc. Así, mismo indica la justificación técnica al evaluar el estado en el que se encuentra la obra, por lo que también se indica las consideraciones técnicas, en la que su naturaleza depende de la clase de obra a efectuar; adicional a ello se indica de manera precisa los objetivos a alcanzar. (OSCE, 2019)

**Metrados:** Establecen la expresión cuantificada por partidas de los trabajos de construcción o cantidad de “obra” que se encuentran programados a ejecutarse dentro de un plazo específico, las cuales poseen una unidad de medida ya establecida para una de las partidas, los cuales son necesarios para poder establecer el presupuesto de obra, por cuanto expresan la cantidad de trabajo en cada partida. (OSCE, 2019)



**Modelador BIM:** Profesional que realiza el modelado de los elementos BIM representando fielmente el proyecto de manera gráfica y constructiva ajustándose a los criterios de diseño y así generar la documentación respectiva. (Invierte.pe et al., 2021)

**PIM:** Fase de diseño y construcción o comúnmente llamado proyecto por el equipo de diseño. (Asana, 2022)

**Verificación administrativa:** Es aquella actividad que el gobierno local efectúa, después de otorgar una licencia de edificación, la cual trata en la verificación del proyecto aprobado con relación al cumplimiento de los planes urbanos, como también los parámetros edificatorios y urbanísticos y otras normas que son aplicados en la materia. (SGP, 2019)

## 2.4. Hipótesis

### 2.4.1. *Hipótesis General*

La implementación y evaluación de la metodología BIM en la mejora de la etapa de diseño del proyecto: “Ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco – 2021” nos permite reducir los costos y tiempos en conjunto, siendo capaz de solucionar las incompatibilidades del anteproyecto.

### 2.4.2. *Hipótesis Específicas*

- HE1: La implementación y evaluación de la metodología BIM optimiza los tiempos de la elaboración del expediente técnico del proyecto: “Ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco – 2021”.
- HE2: La implementación y evaluación de la metodología BIM reduce los costos directos, incrementa las utilidades e incrementa el costo la elaboración del expediente



técnico del proyecto: “Ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco – 2021”.

- HE3: La implementación y evaluación de la metodología BIM visualiza y reduce las incompatibilidades presentes en el proyecto: “Ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco – 2021”.

## 2.5. Variables e indicadores

### 2.5.1. *Identificación de variables*

#### **Variable Dependiente:**

- Mejora de la etapa de diseño de un proyecto.

#### **Variable Independiente:**

- Implementación de la metodología BIM.





2.5.2. Operacionalización de variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de medida	Escala de medida
VI: Implementación de la metodología BIM	Esta nueva forma de trabajar conecta a todas las partes involucradas en el proceso de construcción, arquitectos, ingenieros, constructores, promotores, administradores de fincas, etc., y crea un flujo de comunicación cruzado entre ellos, creando un modelo virtual que contiene toda la información relacionada a la construcción, un edificio a lo largo de su ciclo de vida,	En base al plano 2D obtenido del expediente técnico tradicional se llevará a cabo un levantamiento del modelado de la información mediante el software Revit en las cuatro especialidades, posteriormente se le hará un análisis de compatibilización y solución en el software Navisworks, para luego llevar a cabo los metrados y análisis de costos y presupuestos junto a	D1: Análisis del expediente técnico	I1: Verificación del plano 2D	Plano 2D	Glb
				I2: Análisis de la memoria descriptiva	Memoria descriptiva	Glb
			D2: Modelamiento LOD 300	I1: Modelado arquitectónico	Revit	Und por partida
				I2: Modelado estructural		
				I3: Modelado de instalaciones eléctricas		
			I4: Modelado de instalaciones sanitarias			
			D3: Incompatibilidades	I1: Incompatibilidades de la especialidad de instalaciones eléctricas	Navisworks	Und
D4: Costos	I1: Costos directos e indirectos	Excel	Soles			



	<p>desde su diseño inicial, construcción y durante su demolición. La información centralizada y almacenada en este modelo virtual es muy diversa y cada vez más extensa. Se diferencia en los representantes que intervienen en el proceso, el diseño, aspectos técnicos, constructivos, de instalación, de eficiencia energética, económicos, materiales, comerciales, del propio edificio. (Kaizen Arquitectura &amp; Ingeniería, 2015)</p>	<p>la programación de obra con BIM.</p>		<p><b>I2:</b> Costos y tiempo de elaboración del expediente</p>	<p>Excel</p>	<p>Soles</p>
<p><b>VD:</b> Mejora de la etapa de diseño de un proyecto</p>	<p>La etapa de diseño comprende desde la concepción o lluvia de ideas para la elección del</p>	<p>Se llevará a cabo una medición del tiempo en el cual demora la elaboración del</p>	<p><b>D1:</b> Tiempo</p>	<p><b>I1:</b> Tiempo de elaboración del expediente técnico</p> <p><b>I2:</b> Plazos de ejecución</p>	<p>Encuesta a los especialistas</p> <p>Programación de obra</p>	<p>Días</p>



bosquejo inicial considerando la corrección de los inconvenientes que se vayan a presentar, para finalmente presentarlos en planos compatibilizados, presupuestos y cronogramas de actividades que se plantean desarrollar considerando días laborables. (Torres, 2015)	expediente técnico, el costo que incluye el modelamiento por parte de los especialistas y el entregable final, en cuanto al contenido se analizará el metrado por partidas y subpartidas generales para ver la influencia en el costo directo, indirecto y el tiempo que demanda cada uno, todo ello después de haber solucionado las incompatibilidades presentes al momento del diseño, estas incompatibilidades se medirán mediante una cuantificación ordinal.	<b>D2:</b> Costo	<b>I1:</b> Costo de elaboración del expediente técnico	Sueldo de los especialistas	Soles
			<b>I2:</b> Costos directos	Presupuesto final	
			<b>I3:</b> Costos indirectos	Presupuesto final	
		<b>D3:</b> Incompatibilidades	<b>I1:</b> Incompatibilidades de la especialidad de instalaciones eléctricas	Informe de Navisworks	Und

Fuente: elaboración propia



## CAPITULO III: MÉTODO

### 3.1. Alcance del Estudio

El método utilizado será el hipotético deductivo ya que, en base a las hipótesis planteadas, se llevará un contraste con la realidad. (Sampieri, 2018) Con lo cual, en función a la hipótesis planteada como la influencia de la metodología BIM en la optimización de los costos, optimización de tiempo y reducción de incompatibilidades mediante la aplicación de la metodología BIM en el proyecto “Ampliación de Pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar” se pretende corroborar estas hipótesis luego del análisis de resultados y las discusiones con la bibliografía existente.

El presente proyecto de investigación tiene un alcance cuantitativo, debido a que se realizará mediciones numéricas, haciendo uso de cuadros estadísticos para la comparación entre el diseño del proyecto en el LOD 300 con BIM y sin BIM, además que los elementos del problema están definidos para su análisis tomando como unidades muestrales las partidas. (Sampieri, 2018) Para la aplicación de la metodología BIM y poder cuantificar la producción de metrados, planos y modelado 3D se tomó en cuenta el total de m<sup>2</sup> cuadrados que se elaboran por cada hora de trabajo, dicho tiempo fue comparado en el ambiente similar. Para los metrados se consideró la producción de metrados de la parte más representativa (estructuras). Para el modelado 3D se consideró las horas totales invertidas para obtener el modelo 3D. Se usó el software Revit debido a que sus características son propicias para poder elaborar proyectos de colegios de educación primaria. Este proceso se debe repetir en cada uno de los tres proyectos de colegios de educación.



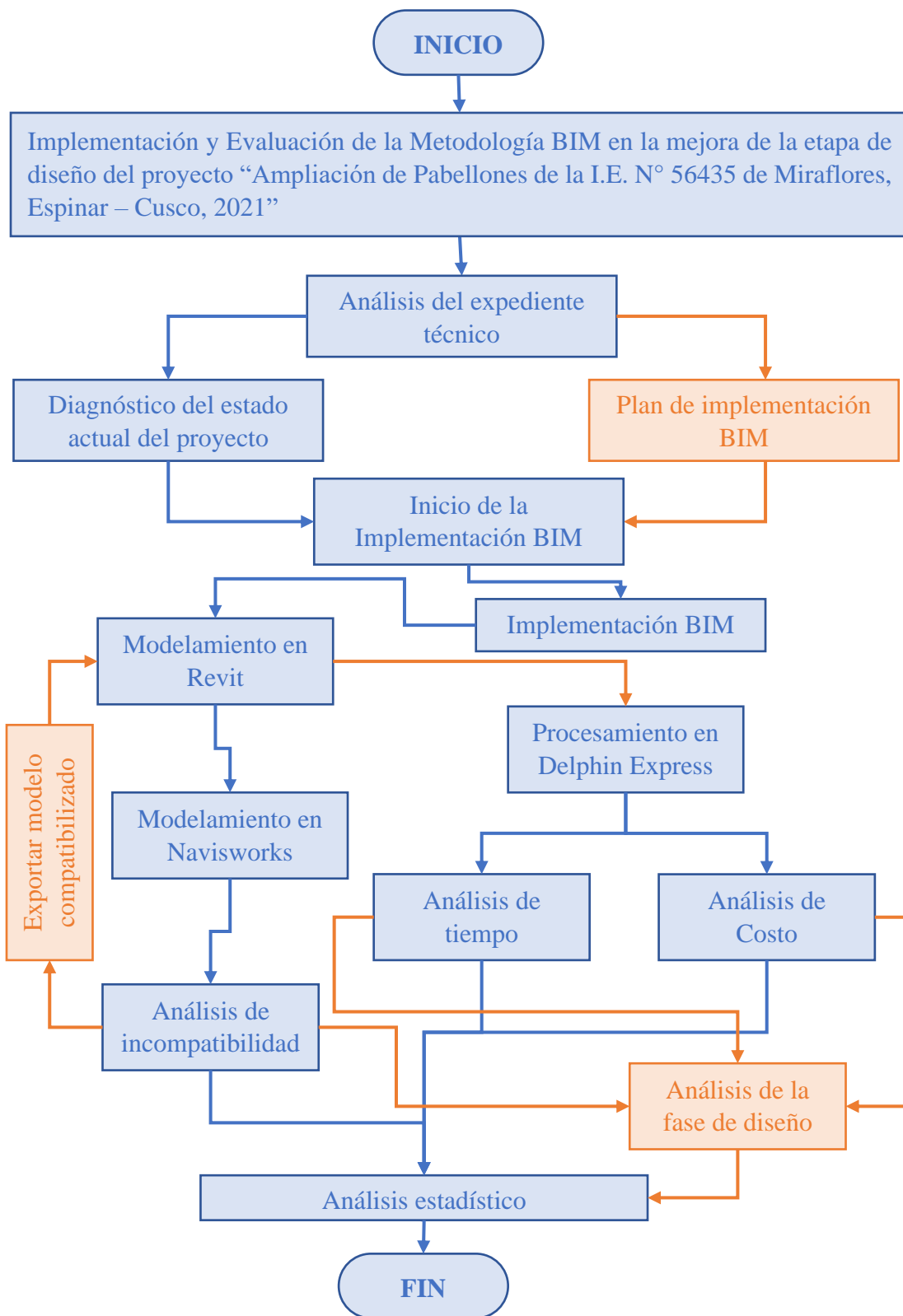
## 3.2. Diseño de la investigación

### 3.2.1. *Diseño metodológico*

El diseño de investigación no experimental consiste en no manipular directamente la muestra. (Arias, 2012) En esta investigación solo se llevará a cabo el diseño del anteproyecto, es decir, la elaboración del expediente técnico, pero este no se llevará a ejecución, solo quedará como documentos y la fase de ejecución continuará con el desarrollo en base al expediente tradicional, por tal motivo no se modificará la variable totalmente, por ende, se tiene como diseño no experimental.



### 3.2.2. Diseño de ingeniería





### **3.3. Población**

#### ***3.3.1. Descripción de la población***

La población es el conjunto de todos los casos con características determinadas. (Sampieri, 2018) La presente investigación estuvo conformada por la totalidad del proyecto “Ampliación de Pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar”.

#### ***3.3.2. Cuantificación de la población***

La población fue de 582 unidades muestrales, consideradas como tales unidades a las subpartidas, partidas y el expediente técnico, que conforman una parte de la población representativa y se podrá analizar para generalizar el análisis del proyecto en conjunto. Los 3 pabellones analizados tendrán la misma conformación para el análisis.

### **3.4. Muestra**

#### ***3.4.1. Descripción de la muestra***

La muestra es un subconjunto representativo de la población en el que se caracterizarán por tener las misma o similar propiedades. (Sampieri, 2018) Dado que la investigación se centró en la fase de diseño del proyecto en el LOD 300, las unidades muestrales planteadas están conformadas por el expediente técnico en su totalidad, las partidas principales de arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias y eléctricas; y por último las subpartidas que conllevan a esta, esto se llevará a cabo para los 3 pabellones representativos.

#### ***3.4.2. Cuantificación de la muestra***

Se tiene 6 unidades muestrales para el análisis del expediente técnico en su conjunto, con lo cual para el análisis de las partidas generales se tiene 18 unidades para la partida de arquitectura, 18 unidades para la partida de estructuras, 18 unidades para la partida de instalaciones eléctricas,



18 unidades para la partida de instalaciones sanitarias; el análisis más profundo se dará a través de las subpartidas es considerando 18 unidades para concreto en zapatas, 18 unidades para concreto en vigas de cimentación, 18 unidades para concreto en vigas inclinadas, 18 unidades para concreto en sobrecimientos, 18 unidades para concreto en columnas, 18 unidades para concreto en columnetas, 18 unidades para concreto en vigas peraltadas, 18 unidades para concreto en losa aligerada  $e=20\text{mm}$ , 18 unidades para concreto en losa maciza, 18 unidades para muro de albañilería, 18 unidades para falso piso, 18 unidades para equipos eléctricos, 18 unidades para luminarias, 18 unidades para interruptores, 18 unidades para tomacorrientes, 18 unidades para tubería de línea eléctrica, 18 unidades para uniones de tubo, 18 unidades para salida del internet, 18 unidades para salida de agua fría, 18 unidades para salida de desagüe, 18 unidades para tubería de agua fría, 18 unidades para válvulas, 18 unidades para uniones de tubería, 18 unidades para tubería CPVC, 18 unidades para válvula caliente sanitaria, 18 unidades para uniones de tubería CPVC, 18 unidades para tubería sanitaria y 18 unidades para accesorios sanitarios.

*Tabla 2. Cuantificación de la muestra*

Proceso	Implementación BIM (Dicotomía)	Análisis de Costos (Soles)	Análisis de tiempos (Días)	Incompatibilidades (Unidades)
Elaboración del expediente técnico	1	1	1	1
Elaboración del expediente técnico	0	1	1	1
Estructuras	1	3	3	3
Estructuras	0	3	3	3
Concreto en zapatas	1	3	3	3
Concreto en zapatas	0	3	3	3
Concreto en vigas de cimentación	1	3	3	3





Concreto en vigas de cimentación	0	3	3	3
Concreto en viga inclinada	1	3	3	3
Concreto en viga inclinada	0	3	3	3
Concreto en sobrecimientos	1	3	3	3
Concreto en sobrecimientos	0	3	3	3
Concreto en columnas	1	3	3	3
Concreto en columnas	0	3	3	3
Concreto en columnetas	1	3	3	3
Concreto en columnetas	0	3	3	3
Concreto en vigas peraltadas	1	3	3	3
Concreto en vigas peraltadas	0	3	3	3
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	1	3	3	3
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	0	3	3	3
Concreto en losa maciza	1	3	3	3
Concreto en losa maciza	0	3	3	3
Arquitectura	1	3	3	3
Arquitectura	0	3	3	3
Muro de albañilería	1	3	3	3
Muro de albañilería	0	3	3	3
Falso piso	1	3	3	3



Falso piso	0	3	3	3
Instalaciones Eléctricas	1	3	3	3
Instalaciones Eléctricas	0	3	3	3
Equipos eléctricos	1	3	3	3
Equipos eléctricos	0	3	3	3
Luminarias	1	3	3	3
Luminarias	0	3	3	3
Interruptores	1	3	3	3
Interruptores	0	3	3	3
Tomacorrientes	1	3	3	3
Tomacorrientes	0	3	3	3
Tubería de línea eléctrica	1	3	3	3
Tubería de línea eléctrica	0	3	3	3
Uniones de tubo	1	3	3	3
Uniones de tubo	0	3	3	3
Salida de internet	1	3	3	3
Salida de internet	0	3	3	3
Instalaciones Sanitarias	1	3	3	3
Instalaciones Sanitarias	0	3	3	3
Salida de agua fría	1	3	3	3
Salida de agua fría	0	3	3	3
Salida de desagüe	1	3	3	3
Salida de desagüe	0	3	3	3
Tubería de agua fría	1	3	3	3
Tubería de agua fría	0	3	3	3
Válvulas	1	3	3	3
Válvulas	0	3	3	3
Uniones de tubería	1	3	3	3



Uniones de tubería	0	3	3	3
Tubería CPVC	1	3	3	3
Tubería CPVC	0	3	3	3
Válvula caliente sanitaria	1	3	3	3
Válvula caliente sanitaria	0	3	3	3
Uniones de tubería CPVC	1	3	3	3
Uniones de tubería CPVC	0	3	3	3
Tubería sanitaria	1	3	3	3
Tubería sanitaria	0	3	3	3
Accesorios sanitarios	1	3	3	3
Accesorios sanitarios	0	3	3	3

*Fuente: elaboración propia*

### 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La observación directa consta de recabar información utilizando métodos, técnicas e instrumentos de importancia y con precisión para verificar teorías o hipótesis. (Ortiz, 2003)

En el presente estudio se hizo uso de esta técnica (observación directa) debido a que se tuvo a disposición diversos instrumentos propios de la materia, las cuales nos encaminarán al cumplimiento de los objetivos del estudio presente. Se usó las observaciones en cuanto a los tiempos de elaborar los metrados, planos y modelado 3D.

Se tiene muchos tipos de instrumentos y herramientas para identificar y clasificar las múltiples clases de variables. En otros casos habrá técnicas para recolectar los datos. (Sampieri, 2018)



Para la presente investigación se empleó como instrumentos las fichas de recolección de datos que sirvió de apoyo para la recolección de los distintos indicadores de la variable dependiente. Otro instrumento de recolección de datos fue la observación, en este caso en particular una observación estructurada, debido a que se tuvo un control de la situación al usar el software Revit.

- Ficha de trabajo: Instrumento de registro de información documental y/o de campo.
- Ficha de observación

### 3.6. Validez y confiabilidad de instrumentos

#### 3.6.1. Validez

Se refiere a la efectividad de nuestro instrumento para medir variables. (Oseda, 2011) Los instrumentos de investigación se validarán mediante el juicio de expertos conforme a rangos de la tabla 3. Para mayor detalle (*Ver anexos*)

**Tabla 3:** Rango de validez

Intervalo	Validez
< 0.53	Nula
0.54 – 0.59	Baja
0.60 – 0.65	Válida
0.66 – 0.71	Muy válida
0.72 – 0.99	Excelente
1.00	Perfecta

*Fuente: Oseda (2011)*



*Tabla 4: Resumen de validadores*

N°	Grado Académico	Nombres y Apellidos	CIP	Validez
1	Ingeniero Civil	Carlos Alberto Escalante Aguirre	257271	0.85
2	Arquitecto	Catherine Mujica Espinoza	15123	0.86
3	Ingeniero Civil	Flor de María Huaranca Farfán	117473	0.91

*Fuente: Elaboración propia*

Luego de haber llevado a cabo la verificación de la validez por parte de los especialistas, se obtuvo una validez de 0.8733, con lo cual nos encontramos en el intervalo de “excelente”.

### 3.6.2. Confiabilidad

Está denominado como la garantía de que los resultados no se vean afectados considerablemente al ser llevados a cabo en distintos tiempos y aplicados por distintos usuarios al mismo nivel instruccional. (Romero et al., 2018) Los instrumentos serán analizados en base a la tabla 3 para determinar su confiabilidad tomando el método Coeficiente de Alfa de Cronbach.

*Tabla 5: Intervalo de confiabilidad*

Intervalo	Confiabilidad
< 0.50	Inaceptable
0.50 – 0.60	Pobre
0.60 – 0.70	Débil
0.70 – 0.80	Aceptable
0.80 – 0.90	Bueno
0.90 – 1.00	Excelente

*Fuente: (Gómez, 2022)*



*Tabla 6: Resumen de validadores*

N°	Grado Académico	Nombres y Apellidos	CIP	Validez
1	Ingeniero Civil	Carlos Alberto Escalante Aguirre	257271	0.89
2	Arquitecto	Catherine Mujica Espinoza	15123	0.85
3	Ingeniero Civil	Flor de María Huaranca Farfán	117473	0.91

*Fuente: Elaboración propia*

Luego de haber llevado a cabo la verificación de la confiabilidad por parte de los especialistas, se obtuvo una confiabilidad de 0.8833, con lo cual nos encontramos en el intervalo de “Bueno”.

### **3.7. Plan de Análisis de datos**

#### **3.7.1. Recolección de Datos para los Rendimientos**

##### **3.7.1.1. Documento tipo encuesta física y digital**

- Encuesta in situ
- Primera encuesta antes de la implementación BIM.
- Segunda encuesta con capacitación BIM.

##### **3.7.1.2. Equipos**

- Cronómetro para el conteo de horas dedicadas a interferencias y metrados.
- Computadora, para el procesamiento de datos.

##### **3.7.1.3. Procedimiento**

- La recolección de datos esta sistematizada de la siguiente manera:



**a) Formato de encuesta de compatibilización de proyectos**

Esta encuesta se realizó dos veces a los proyectistas:

- La primera antes de la capacitación de implementación BIM
- La segunda después de la capacitación de implementación BIM

**Estructura de la encuesta:**

- Conocimientos BIM
- Información sobre la compatibilización de especialidades (detección de interferencias)

**b) Formato de control y medición de horas empleadas haciendo uso de la metodología BIM**

Se hará la recolección de valores de horas empleadas en la detección de interferencias entre planos estructurales e instalaciones sanitarias.

Para el llenado de formato se tomará en cuenta:

- El día en el que se realiza la actividad
- Total, de horas empleadas en la actividad durante el día
- Total, de unidades detectadas en la actividad del día

**c) Formato del comparativo de metrados entre la metodología tradicional y la metodología BIM**

- La especialidad.
- Descripción de la partida por especialidad
- Unidad de metrado.
- Metrados elaborados con la metodología tradicional
- Metrados elaborados con la metodología BIM



### 3.7.2. *Análisis de datos*

El análisis de los datos obtenidos se llevará acorde a lo establecido en el diseño de ingeniería, con el cual se establece que primero se llevará a cabo la obtención del expediente técnico de la institución educativa, con dicho expediente se llevará a cabo un análisis para identificar lo siguiente:

- Verificación de planos 2D
- Verificación de los metrados
- Verificación del presupuesto
- Verificación de la compatibilidad de planos 2D

Luego de obtener toda esta información del expediente técnico se procede a utilizar el plano 2D para levantar el modelo tridimensional en Revit, empezando por la arquitectura, estructuras y finalmente las instalaciones, todo este trabajo se lleva a cabo en conjunto mediante coordinaciones para obtener un único modelo de información que contemple todo el proyecto. Con este modelo se procede a obtener los metrados de las partidas a analizar:

- Concreto en zapatas
- Concreto en vigas de cimentación
- Concreto en sobrecimientos
- Concreto en columnas
- Concreto en columnetas
- Concreto en vigas peraltadas
- Concreto en losa aligerada  $e = 20 \text{ mm}$
- Concreto en losa maciza





- Muro de albañilería
- Falso piso
- Equipos eléctricos
- Luminarias
- Interruptores
- Tomacorrientes
- Tubería de línea eléctrica
- Uniones de tubo
- Salida de internet
- Tubería de agua fría
- Válvulas
- Uniones de tubería
- Tubería sanitaria
- Accesorios sanitarios

Con todas estas partidas analizadas se envía al Navisworks para encontrar las incompatibilidades existentes entre las especialidades, elementos estructurales, accesorios, tuberías y demás componentes del proyecto. Una vez obtenido las incompatibilidades se procede a solucionarlas para obtener el metrado real aplicando BIM, con ello el análisis de costos y tiempos.

Para el análisis de costos se hará uso de los precios unitarios utilizados en el expediente técnico, de tal forma que se obtendrán precios referenciales a la fecha en la cual se elaboró dicho expediente y nos garantiza una mejor comparación.



### **Procedimiento metodología tradicional:**

#### **Expedientes técnicos elaborados con la metodología tradicional CAD2D.**

- ❖ Ubicación del archivo correspondiente a los metrados para la especialidad de estructuras del proyecto: “Implementación de la metodología Bim en la ampliación de pabellones de la I.E. N. ° 56435 de Miraflores. Espinar-Cusco”
- ❖ Ubicación de la hoja de cálculo para cada partida de metrados sin cambiar ningún cálculo por parte de los especialistas.
- ❖ Extracción de metrados del proyecto: “Implementación de la metodología Bim en la ampliación de pabellones de la I.E. N. ° 56435 de Miraflores. Espinar-Cusco”

Con el uso de la metodología tradicional CAD2D para la especialidad de estructuras.

- ❖ Ubicación del archivo correspondiente a los metrados para la especialidad de instalaciones sanitarias del proyecto: “Implementación de la metodología Bim en la ampliación de pabellones de la I.E. N. ° 56435 de Miraflores. Espinar-Cusco”
- ❖ Ubicación de la hoja de cálculo para cada partida de metrados sin cambiar ningún cálculo por parte de los especialistas.

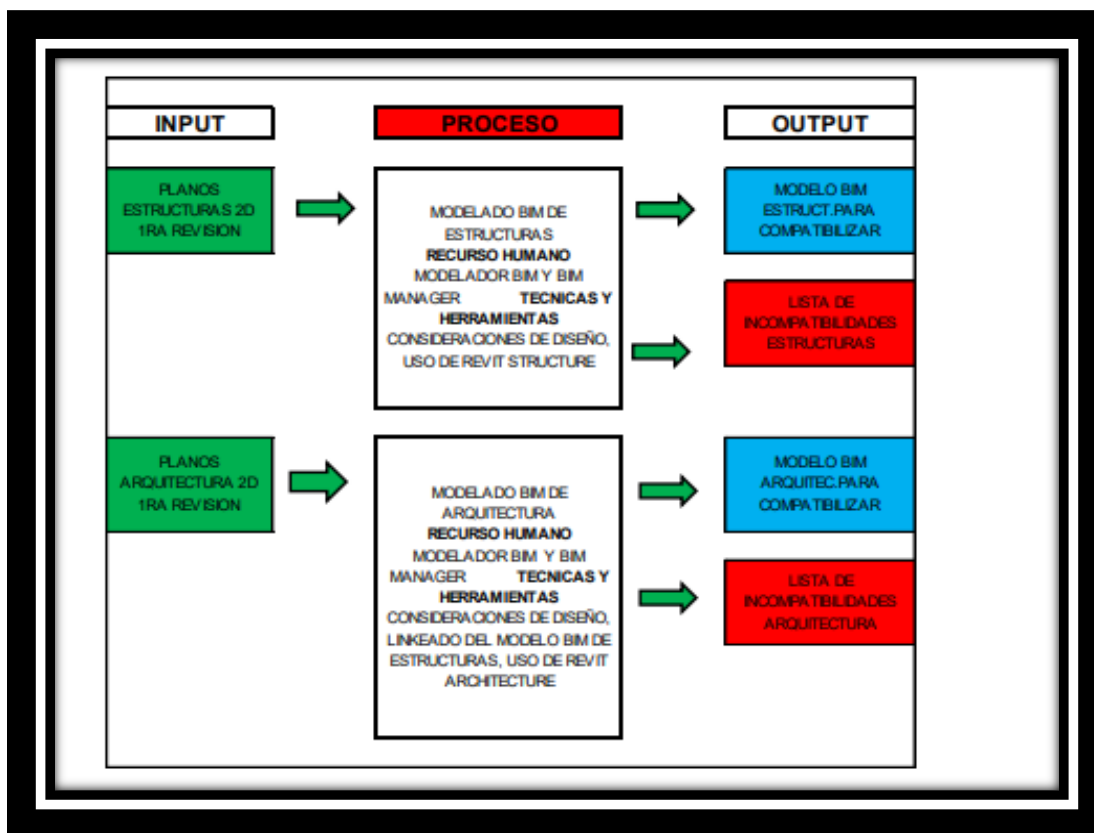
### **Procedimiento implementación BIM:**

#### **Fase 1 Diseño: Coordinación de especialidades con borradores de estructuras y arquitectura**

- ❖ En esta fase se reúnen los proyectistas de todas las especialidades: Instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas y mecánicas, especialistas de estructuras y arquitectura para puntualizar ubicaciones y medidas previas de los elementos fundamentales de la edificación como cisternas y tanques elevados, agua y desagüe, energía, medidores de agua y acometidas eléctricas, cuartos de grupo electrógeno, extracción de monóxido y aire acondicionado, etc.



- ❖ La participación del director de proyectos así como del BIM manager como organismos integradores son fundamentales para esta primera fase ya que son los que brindan la información esencial para la implementación BIM.
- ❖ En esta fase el input son los borradores de los planos de estructuras y arquitectura, teniéndose definido los ejes, tramas y los principales elementos de estructura como columnas, placas, peraltes de vigas y losas.
- ❖ El principal recurso en esta primera fase son los proyectistas de estructuras, arquitectura, instalaciones eléctricas, sanitarias y mecánicas, así como el director de proyecto y BIM manager.
- ❖ El output de esta fase son los planos de estructuras y arquitectura con primera revisión para iniciar el proceso de modelado BIM.



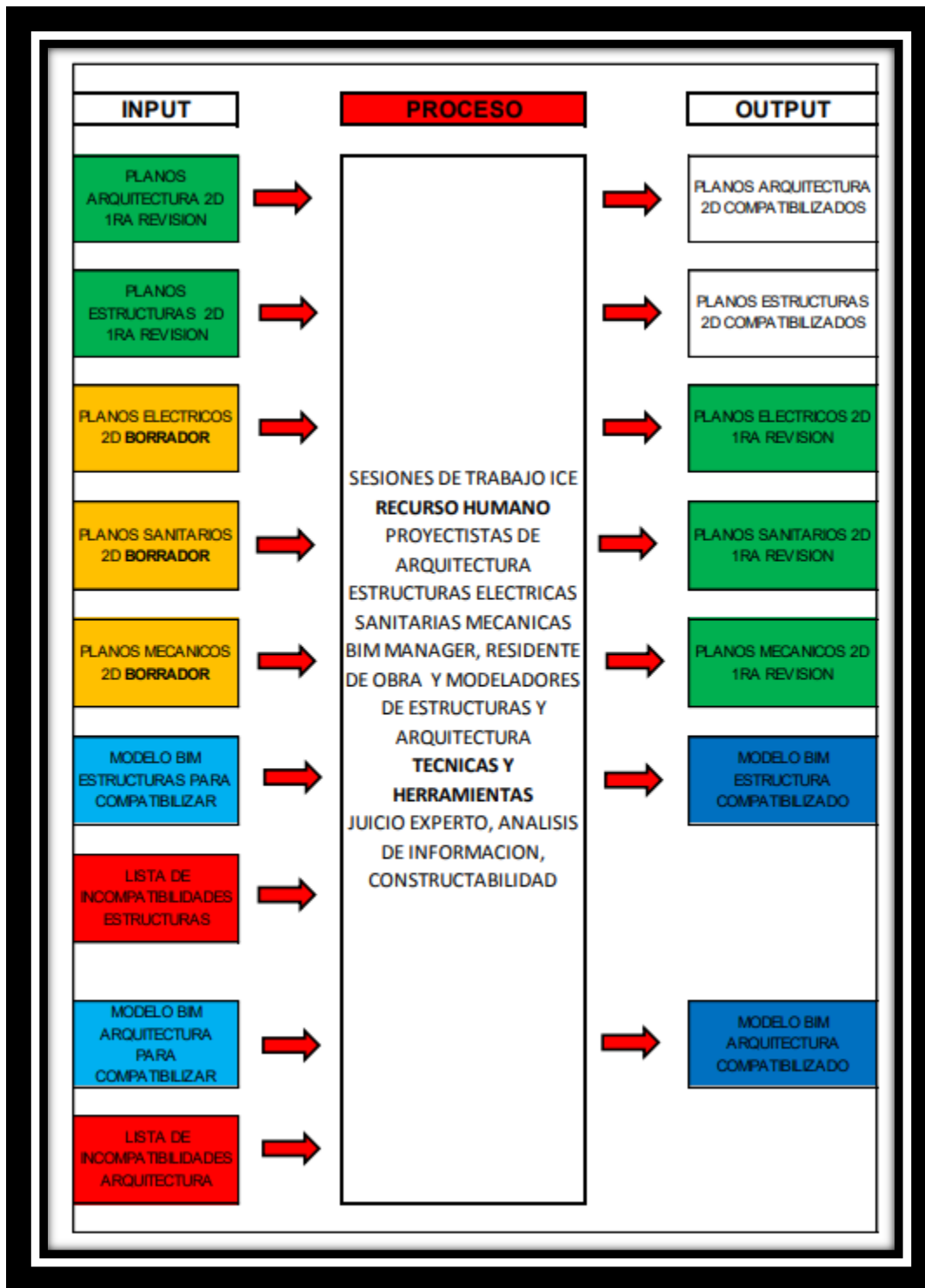


## **Fase 2: Modelado BIM de especialidades de estructuras y arquitectura, así como el listado de incompatibilidades**

- ❖ Finalizada la primera fase, los especialistas de estructuras y arquitectura desarrollan el proyecto a nivel de primera revisión y presentan el entregable de los planos al director de proyecto.
- ❖ El director de proyecto envía la información al área de desarrollo de proyectos liderada por el BIM manager, este designa modeladores que desarrollen el modelo usando la herramienta Revit Structure y Revit Architecture.
- ❖ Los modeladores de estructuras y arquitectura desarrollan su trabajo en base a los planos en proporcionados.
- ❖ Este trabajo se realiza en forma organizada ya que es secuencial, empieza con el modelado de estructuras, seguidamente el modelado de arquitectura pasando la información con un desfase de 1 piso, para que el modelador de arquitectura tenga como punto de partida la información de los ejes, niveles y elementos estructurales del modelador de estructuras.
- ❖ Finalmente se programan reuniones internas con el BIM manager para la revisión del modelo y de las inconsistencias e interferencias encontradas.
- ❖ El BIM manager, selecciona, identifica y clasifica las incompatibilidades para programar las sesiones de trabajo con los involucrados.
- ❖ En esta fase el input son los planos de estructuras y arquitectura, en primera revisión.
- ❖ El principal recurso en esta fase del proceso de diseño son los modeladores de estructuras y arquitectura y el BIM manager.
- ❖ En el proceso de diseño son las consideraciones de diseño del modelo de estructuras, arquitectura, software Revit structure y Architecture y el juicio experto de los participantes.



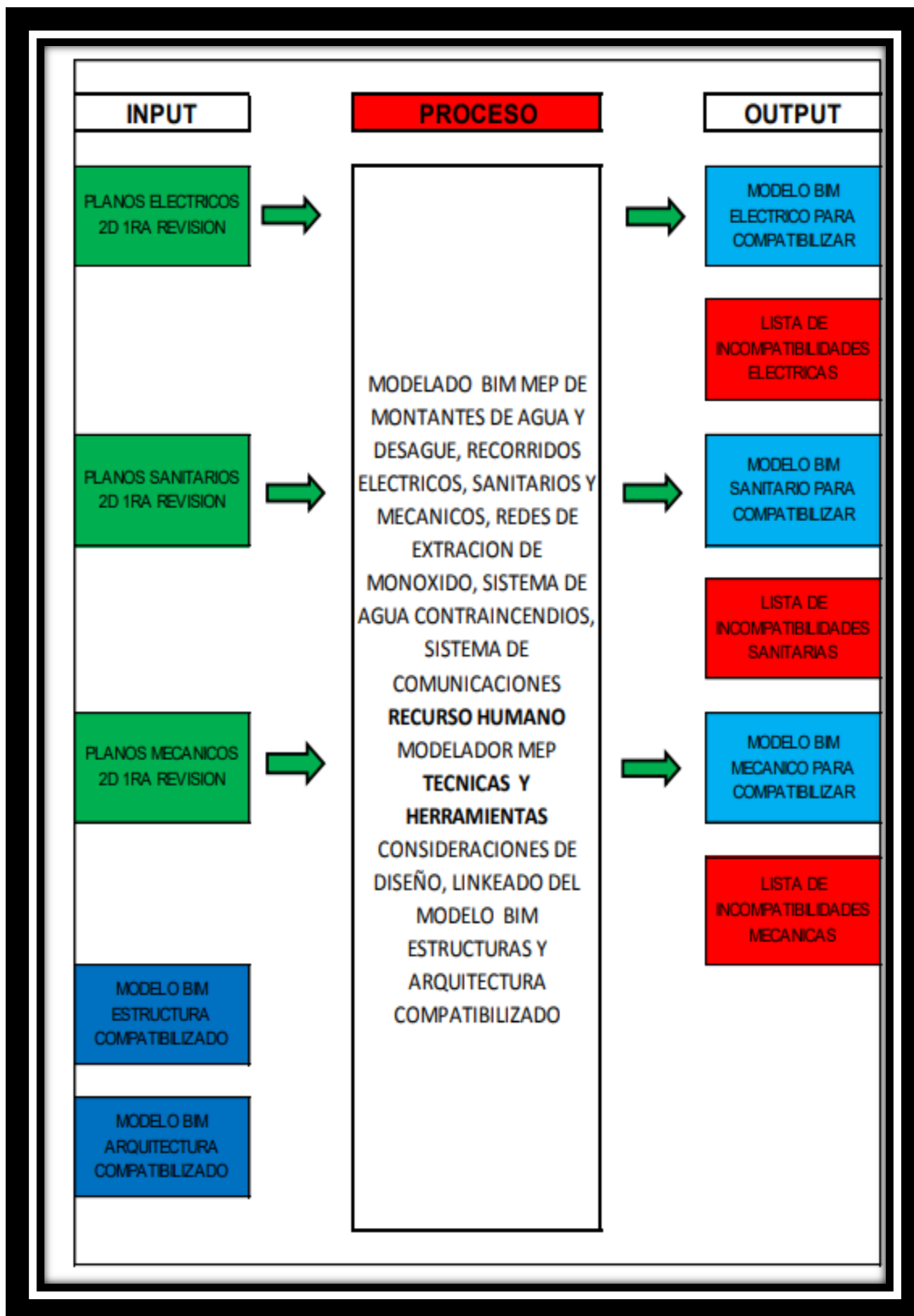
- ❖ El output de esta fase son los modelos de estructuras y arquitectura y la detección de incompatibilidades.





### **Fase 3: Sesiones de trabajo con proyectistas de estructuras y arquitectura para compatibilización**

- ❖ Una vez que el BIM manager tiene identificadas las incompatibilidades convoca a sesiones de trabajo a los especialistas en la que se involucre su participación con la finalidad de obtener los planos de estructuras y arquitectura compatibilizados.
- ❖ Los especialistas citados a las sesiones resolverán el motivo de la incompatibilidad.
- ❖ En esta fase el input son los planos de estructuras y arquitectura en primera revisión, los planos eléctricos, sanitarios y mecánicos en borrador así como el modelo con las estructuras y arquitectura para compatibilizar y la lista de compatibilidades encontradas del modelo.
- ❖ El principal recurso en esta tercera fase son los especialistas de estructuras, arquitectura, instalaciones eléctricas, sanitarias y mecánicas, así como el director de proyecto, BIM manager, Residente de obra y los modeladores de estructuras y arquitectura.
- ❖ Las técnicas y herramientas son el juicio experto de los involucrados, el análisis de la información el software Revit structure y Architecture y el juicio experto de los participantes y la constructibilidad.
- ❖ El output de esta fase son los planos de estructuras y arquitectura compatibilizada y el modelo con las especialidades de estructuras y arquitectura compatibilizadas, los planos eléctricos, sanitarios y mecánicos en primera revisión.





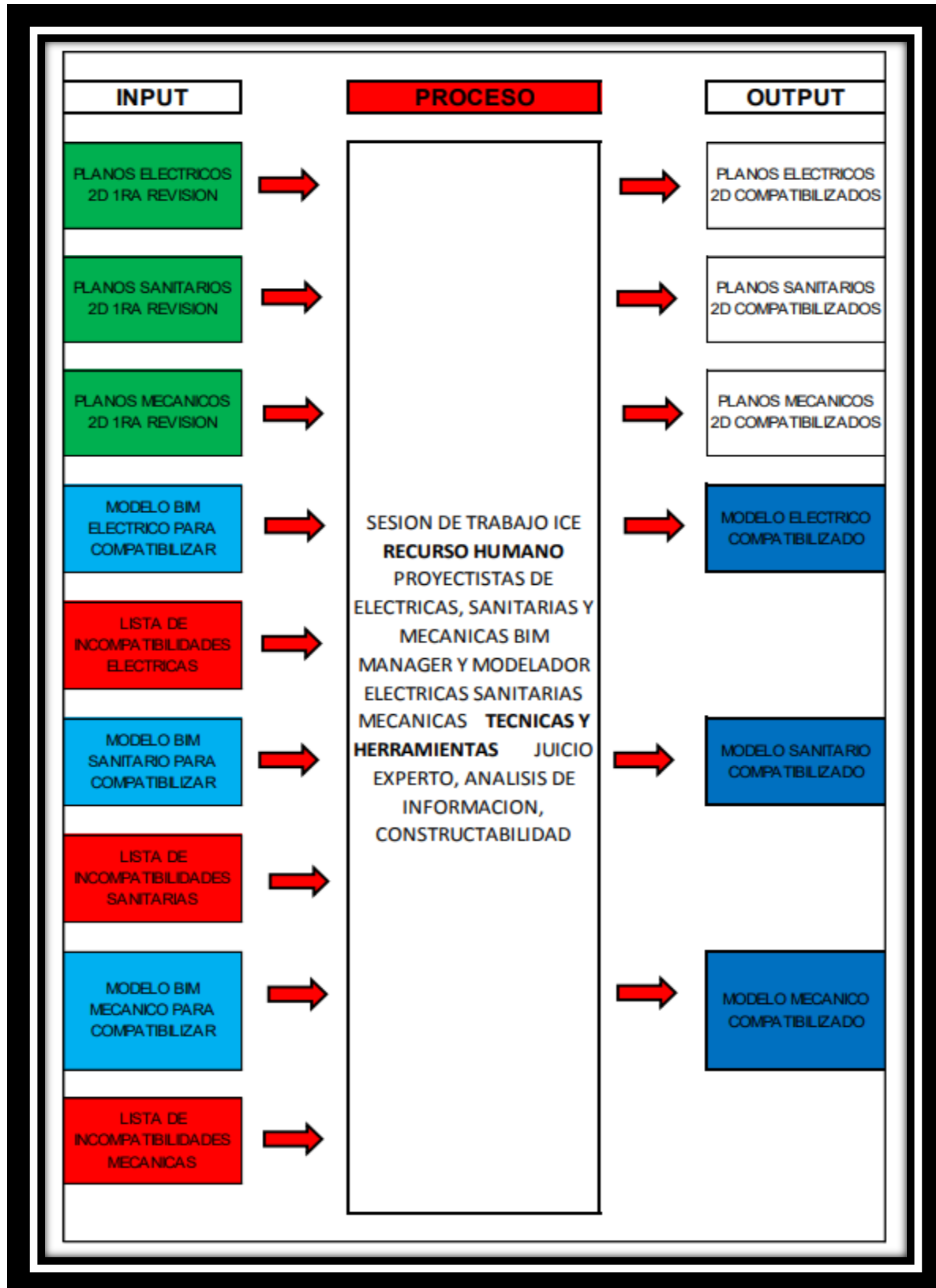
#### **Fase 4: Modelado BIM de Inst. Eléctricas, Inst. Sanitarias, e Inst. Mecánicas**

- ❖ Finalizada la compatibilización de las especialidades de estructuras y arquitectura, los proyectistas de las especialidades de instalaciones eléctricas proponen mejoras, los especialistas de sanitarias y mecánicas actualizan su información y entregan sus planos en primera revisión al director de proyecto.
- ❖ El director de proyecto manda esa información al área de desarrollo de proyectos, que es liderada por el BIM manager, quien a su vez asigna modeladores para el desarrollo del modelo usando la herramienta Revit.
- ❖ A la vez los modeladores de estructuras y arquitectura transfieren el modelo compatibilizado para que sea linkeado para el desarrollo de las especialidades.
- ❖ El trabajo del modelado MEP de las especialidades se realiza en forma individual (a partir del linkeado del modelo de estructuras y arquitectura compatibilizadas), es decir cada modelador desarrolla su entregable sin intervención de las demás especialidades en una primera instancia.
- ❖ Finalizado el modelado este es integrado con las demás especialidades para detectar las interferencias que se presentan entre ellas.
- ❖ Se programan sesiones internas con el BIM manager para la revisión del modelo y de las inconsistencias e interferencias encontradas. Como este trabajo involucra recorridos de redes a través de niveles de entre pisos, se requiere de una herramienta de visualización como es el Naviswork que nos permite realizar recorridos al interior del modelo.
- ❖ El BIM manager, selecciona e identifica y clasifica las incompatibilidades para programar las sesiones de trabajo con los involucrados.





- ❖ En la fase el input son los planos de instalaciones eléctricas, sanitarias y mecánicas, en primera revisión, así como el modelo con las especialidades de estructuras y arquitectura compatibilizados.
- ❖ El principal recurso en esta cuarta fase del proceso de diseño son los modeladores de instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias e instalaciones mecánicas así como el BIM manager.
- ❖ Las técnicas y herramientas son las consideraciones de diseño, el linkeado del modelo de estructuras y arquitectura compatibilizado, software Revit luego se propone de mejoras en revit structure, Architecture, para visualización Naviswork y el juicio experto de los especialistas.
- ❖ El output de esta fase es el modelo con las instalaciones eléctricas, sanitarias y mecánicas para compatibilizar, y el listado de incompatibilidades, e interferencias.





### **Fase 5: Sesiones de trabajo con proyectistas de Inst. Eléctricas, Inst. Sanitarias, e Inst. Mecánicas.**

- ❖ Una vez que el BIM manager tiene identificadas las incompatibilidades convoca a sesiones de trabajo a los especialistas en la que se involucre su participación con la finalidad de obtener los planos de instalaciones eléctricas sanitarias y mecánicas compatibilizadas.
- ❖ Queda a juicio del responsable que las personas citadas sean las que resuelvan el motivo de la incompatibilidad.
- ❖ En esta fase el input son los planos de instalaciones eléctricas, sanitarias y mecánicas en primera revisión, así como el modelo con las instalaciones eléctricas, sanitarias y mecánicas para compatibilizar y la lista de incompatibilidades encontradas del modelo.
- ❖ El principal recurso para esta quinta fase de la etapa de diseño son los proyectistas de instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias e instalaciones mecánicas, el BIM manager los modeladores de instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias e instalaciones mecánicas, así como el Residente de Obra.
- ❖ Las técnicas y herramientas son el juicio experto de los involucrados, el análisis de la información el software Revit structure y Architecture y el juicio experto de los participantes y la constructibilidad.
- ❖ El output de esta fase son los planos de instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias e instalaciones mecánicas compatibilizadas, el modelo con las especialidades de instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias e instalaciones mecánicas compatibilizadas.

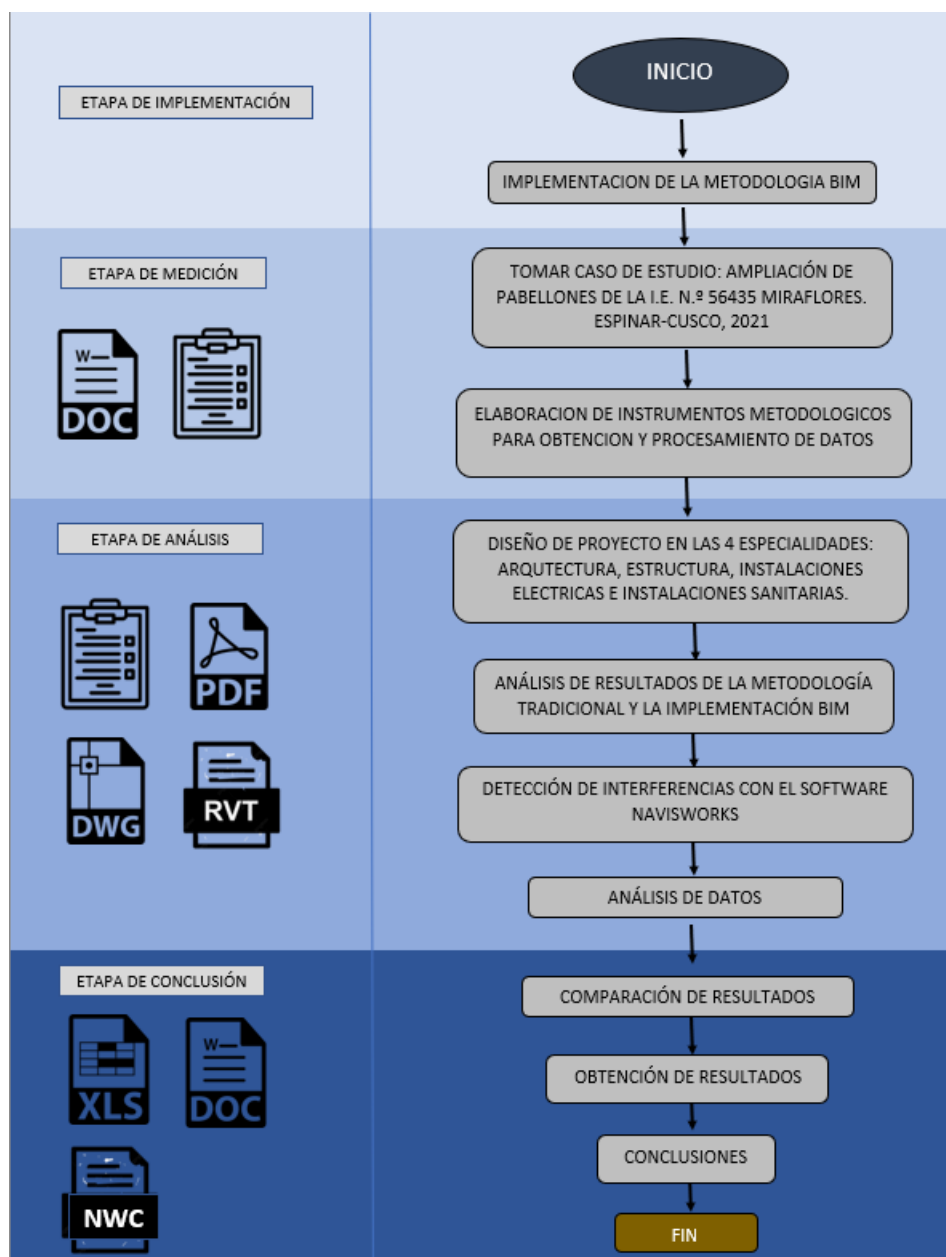
### **Fase 6: Sesiones de trabajo con proveedores, y sub contratistas.**

- ❖ En esta fase se busca mejorar el modelo con la participación de los proveedores estratégicos como lo es el del grupo electrógeno, extracción de monóxido, aire acondicionado, agua contra incendios, alarma contra incendios y ascensores.
- ❖ Se busca la participación de los proveedores de muebles ventanas y mamparas de vidrio.
- ❖ El Input para las sesiones de trabajo son las especificaciones técnicas de los proyectistas y los modelos de las diferentes especialidades según sea el caso.
- ❖ El principal recurso es el director de proyecto, el BIM manager, el modelador y los proveedores o sub contratistas



- ❖ Las técnicas y herramientas son el análisis de la información a través de la visualización del modelo el juicio experto y la constructibilidad.
- ❖ El output son los planos desarrollados a detalle de las especialidades convocadas a la sesión.

### Hoja de Ruta Implementación de la Metodología BIM en la Ampliación de Pabellones de la I.E. N.º 56435 Miraflores. Espinar-Cusco, 2021





## CAPITULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1. Resultados respecto a los objetivos específicos


#### 4.1.1. *Determinación de la influencia de la metodología BIM en el tiempo de diseño*

El análisis del tiempo de elaboración del expediente técnico se cuantificó en base a encuestas a los especialistas encargados de elaborar el expediente técnico con la metodología BIM, esto considerando los tiempos de modelado, tiempos muertos, coordinaciones y reuniones para la compatibilización de especialidades, solución de incompatibilidades y presentación de los productos finales.

Las encuestas se realizaron a los 3 especialistas que participaron como coordinadores y asesores para cada una de las especialidades estudiadas, las cuales son: especialista 1 (arquitectura), especialista 1 (estructuras), especialista 1 (instalaciones sanitarias), (instalaciones eléctricas) e (incompatibilidades en Navisworks). La imagen x nos muestra el modelo de encuesta utilizada, la cual fue avalada por los especialistas.



**Figura 7. Modelo de encuesta de tiempo**

 <b>Universidad Andina del Cusco</b>		<b>IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA MEJORA DE LA ETAPA DE DISEÑO DEL PROYECTO “AMPLIACIÓN DE PABELLONES DE LA I.E. N° 56435 DE MIRAFLORES, ESPINAR –CUSCO, 2021</b>										<b>Tiempo (min)</b>
		<b>Dificultad</b>										
		<b>Difícil ← Normal → Fácil</b>										<b>Tiempo (min)</b>
<b>Ítem</b>	<b>Preguntas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
1	¿Cuál es el nivel de manejabilidad del software Revit?											
2	¿Cuál es el nivel de manejabilidad del software AutoCAD?											
3	¿Cuál es el nivel de manejabilidad del software Navisworks?											
4	¿Cuál es el nivel de manejabilidad de los planos CAD para la compatibilización?											
5	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar el concreto en zapatas con BIM?											
6	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar el concreto en zapatas sin BIM?											
7	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar el concreto en vigas de cimentación con BIM?											
8	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar el concreto en vigas de cimentación sin BIM?											
9	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar el concreto en sobrecimientos con BIM?											
10	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar el concreto en sobrecimientos sin BIM?											
11	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar el concreto en columnas con BIM?											
12	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar el concreto en columnas sin BIM?											
13	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar el concreto en columnetas con BIM?											
14	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar el concreto en columnetas sin BIM?											
15	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar el concreto en vigas peraltadas con BIM?											
16	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar el concreto en vigas peraltadas sin BIM?											
17	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar el concreto en losa aligerada con BIM?											
18	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar el concreto en losa aligerada sin BIM?											



19	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar el concreto en losa maciza con BIM?										
20	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar el concreto en losa maciza sin BIM?										
21	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar la albañilería con BIM?										
22	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar la albañilería sin BIM?										
23	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar el falso piso con BIM?										
24	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar el falso piso sin BIM?										
25	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar los equipos eléctricos con BIM?										
26	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar los equipos eléctricos sin BIM?										
27	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar las luminarias con BIM?										
28	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar las luminarias sin BIM?										
29	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar las interruptores con BIM?										
30	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar las interruptores sin BIM?										
31	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar las tomacorrientes con BIM?										
32	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar las tomacorrientes sin BIM?										
33	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar las tuberías de línea eléctrica con BIM?										
34	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar las tuberías de línea eléctrica sin BIM?										
35	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar las uniones de tubería con BIM?										
36	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar las uniones de tubería sin BIM?										
37	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar las salidas de internet con BIM?										
38	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar las salidas de internet sin BIM?										



39	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar las tuberías de agua fría con BIM?											
40	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar las tuberías de agua fría sin BIM?											
41	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar las válvulas con BIM?											
42	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar las válvulas sin BIM?											
43	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar los accesorios sanitarios con BIM?											
44	¿Cuál es la dificultad y el tiempo que conlleva modelar los accesorios sanitarios sin BIM?											

*Fuente: Elaboración propia*

En base a ello se obtuvo como resultados en la tabla 7 que al aplicar el BIM conforme a los especialistas la dificultad se encuentra al utilizar los procesos tradicionales, en consecuencia, también se puede ver una mejora en el tiempo que conlleva realizar el modelado de cada una de estas especialidades y componentes estructurales:

**Tabla 7. Resultados de la encuesta de tiempo**

Proceso	Implementación BIM (Dicotomía)	Dificultad Escala 1-10	Tiempo (Minutos)
Manejabilidad de Revit	1	9	-
Manejabilidad de AutoCAD	0	7	-
Manejabilidad de Navisworks	1	9	-
Manejabilidad de planos CAD para la compatibilización	0	5	-
Elaboración del expediente técnico	1	-	-
Elaboración del expediente técnico	0	-	-
Estructuras	1	-	-
Estructuras	0	-	-
Concreto en zapatas	1	8	120
Concreto en zapatas	0	6	200
Concreto en vigas de cimentación	1	8	60
Concreto en vigas de cimentación	0	7	90
Concreto en sobrecimientos	1	9	180





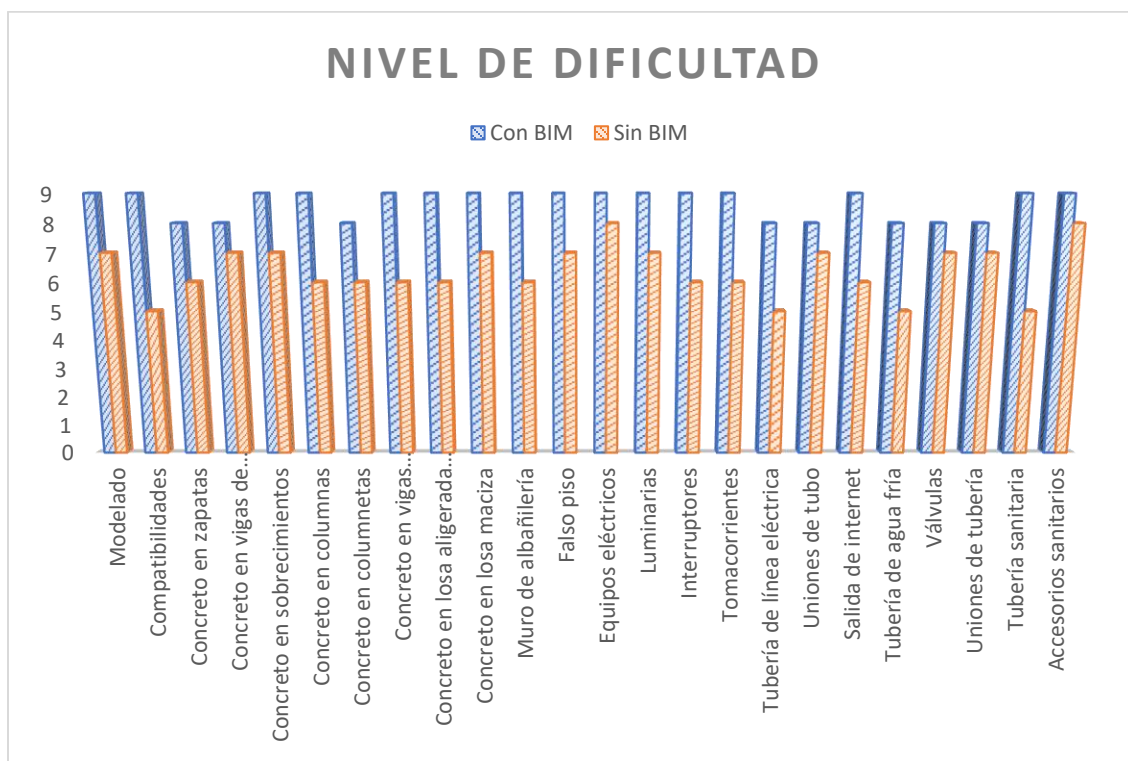
Concreto en sobrecimientos	0	7	250
Concreto en columnas	1	9	120
Concreto en columnas	0	6	200
Concreto en columnetas	1	8	60
Concreto en columnetas	0	6	100
Concreto en vigas peraltadas	1	9	120
Concreto en vigas peraltadas	0	6	200
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	1	9	120
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	0	6	210
Concreto en losa maciza	1	9	60
Concreto en losa maciza	0	7	90
Arquitectura	1	-	-
Arquitectura	0	-	-
Muro de albañilería	1	9	120
Muro de albañilería	0	6	250
Falso piso	1	9	60
Falso piso	0	5	100
Instalaciones Eléctricas	1	-	-
Instalaciones Eléctricas	0	-	-
Equipos eléctricos	1	9	300
Equipos eléctricos	0	8	420
Luminarias	1	9	240
Luminarias	0	7	310
Interruptores	1	9	300
Interruptores	0	6	420
Tomacorrientes	1	9	240
Tomacorrientes	0	6	310
Tubería de línea eléctrica	1	8	180
Tubería de línea eléctrica	0	5	250
Uniones de tubo	1	8	120
Uniones de tubo	0	7	150
Salida de internet	1	9	180
Salida de internet	0	6	270
Instalaciones Sanitarias	1	-	-
Instalaciones Sanitarias	0	-	-
Tubería de agua fría	1	8	180
Tubería de agua fría	0	5	300
Válvulas	1	8	120



Válvulas	0	7	250
Uniones de tubería	1	8	120
Uniones de tubería	0	7	240
Tubería sanitaria	1	9	180
Tubería sanitaria	0	5	300
Accesorios sanitarios	1	9	120
Accesorios sanitarios	0	8	250

Fuente: elaboración propia

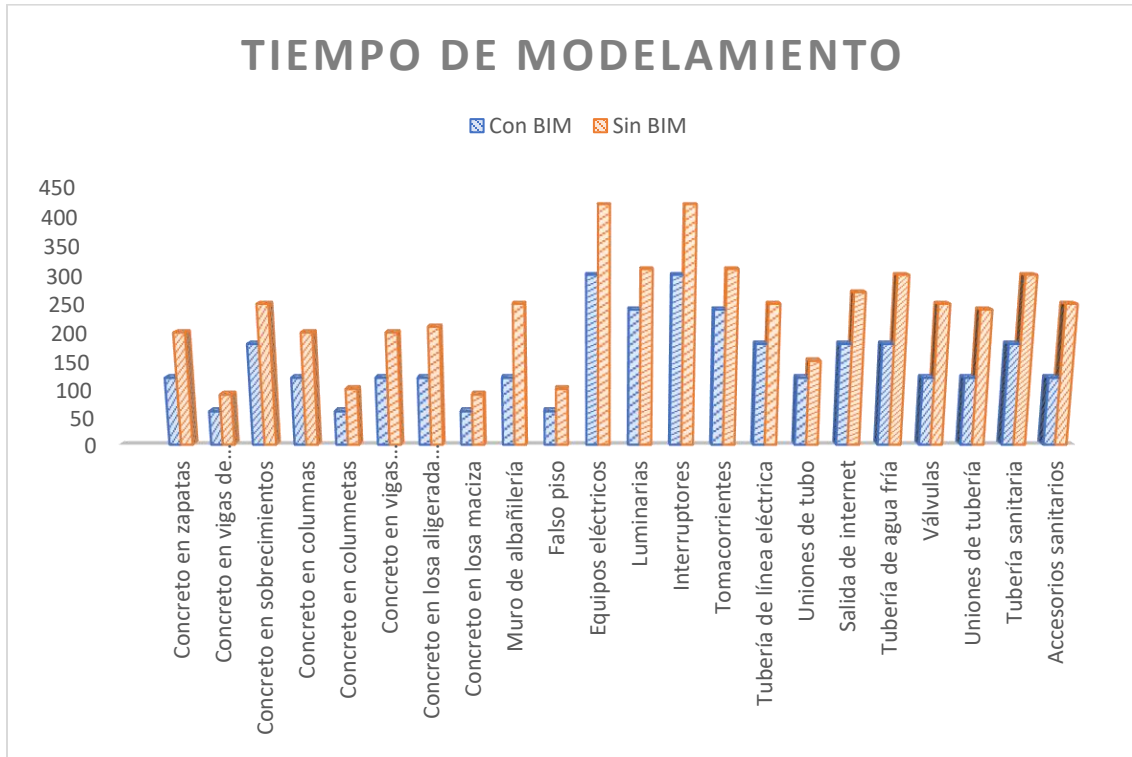
Figura 8. Dificultad en cuanto al tiempo de elaboración



Fuente: Elaboración propia

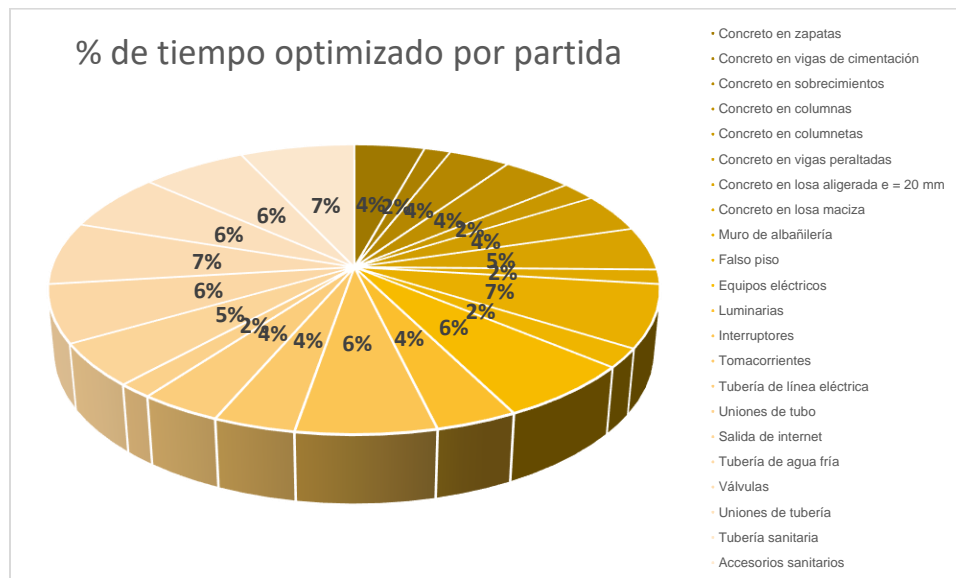


Figura 9. Tiempo de elaboración



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Tiempo optimizado



Fuente: Elaboración propia



*Tabla 8. Porcentaje de reducción de tiempo*

Proceso	Tiempo (min)		Reducción de tiempo (%)
	Con BIM	Sin BIM	
Concreto en zapatas	120	200	40.00%
Concreto en vigas de cimentación	60	90	33.33%
Concreto en sobrecimientos	180	250	28.00%
Concreto en columnas	120	200	40.00%
Concreto en columnetas	60	100	40.00%
Concreto en vigas peraltadas	120	200	40.00%
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	120	210	42.86%
Concreto en losa maciza	60	90	33.33%
Muro de albañilería	120	250	52.00%
Falso piso	60	100	40.00%
Equipos eléctricos	300	420	28.57%
Luminarias	240	310	22.58%
Interruptores	300	420	28.57%
Tomacorrientes	240	310	22.58%
Tubería de línea eléctrica	180	250	28.00%
Uniones de tubo	120	150	20.00%
Salida de internet	180	270	33.33%
Tubería de agua fría	180	300	40.00%
Válvulas	120	250	52.00%
Uniones de tubería	120	240	50.00%
Tubería sanitaria	180	300	40.00%
Accesorios sanitarios	120	250	52.00%

*Fuente: elaboración propia*

### **Interpretación:**

En la figura 9 y la tabla 8 se posee el análisis respecto al tiempo que conlleva el modelamiento de las partidas electas, mostrándonos que la metodología BIM tiene una



optimización del tiempo del 40%, 33.33%, 28%, 40%, 40%, 40%, 42.86%, 33.33%, 52%, 40%, 28.57%, 22.58%, 28.57%, 22.58%, 28%, 20%, 33.33%, 40%, 52%, 50%, 40%, 52% y 36.05% en las partidas de: Concreto en zapatas, Concreto en vigas de cimentación, Concreto en sobrecimientos, Concreto en columnas, Concreto en columnetas, Concreto en vigas peraltadas, Concreto en losa aligerada  $e = 20$  mm, Concreto en losa maciza, Muro de albañilería, Falso piso, Equipos eléctricos, Luminarias, Interruptores, Tomacorrientes, Tubería de línea eléctrica, Uniones de tubo, Salida de internet, Tubería de agua fría, Válvulas, Uniones de tubería, Tubería sanitaria y Accesorios sanitarios respectivamente, siendo la máxima reducción de un 52% de tiempo en las partidas de accesorios sanitarios, válvulas y muro de albañilería, esto se sustenta en el hecho de que el Software Revit nos brinda facilidades para llevar a cabo estos procesos de forma sencilla.



#### ***4.1.2. Determinación de la influencia de la metodología BIM en el costo de diseño del proyecto***

Luego de obtenido los metrados en el Revit sin presencia de incompatibilidades se realizó un análisis de costo unitario para las partidas respectivas y ver el costo que implica con esta optimización de metrados en las especialidades de arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas. Para el caso de la estructura se consideró las subpartidas concreto en vigas, concreto en columnas, concreto en cimientos, concreto en losas y concreto en escaleras. En la arquitectura se consideró las subpartidas de albañilería, enchapados, tarrajes de muro, tarrajes de columnas y tarrajes de vigas. En instalaciones eléctricas se posee el análisis por puntos de salida de luz, interruptores y tomacorrientes. Finalmente, en instalaciones sanitarias se analizó por puntos, accesorios y equipos de instalación.

En las imágenes 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 y 29 se puede apreciar el detalle del modelado en cada una de las especialidades en un solo trabajo colaborativo.

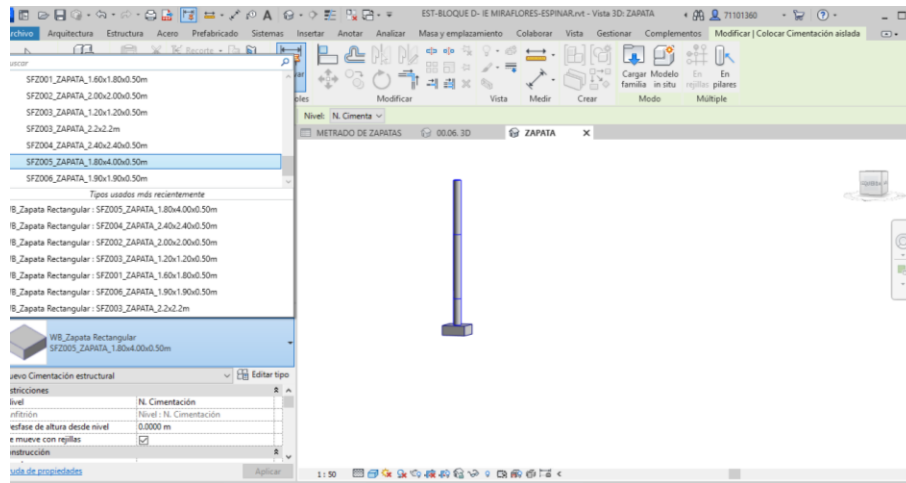
#### **ESTRUCTURAS:**

En este caso para empezar con las estructuras solo se vinculó el archivo dwg. Y sobre eso se trabaja. Previa configuración en AutoCAD las unidades y el origen.



## Zapata y columnas:

*Figura 11. Modelado de columna y zapata*



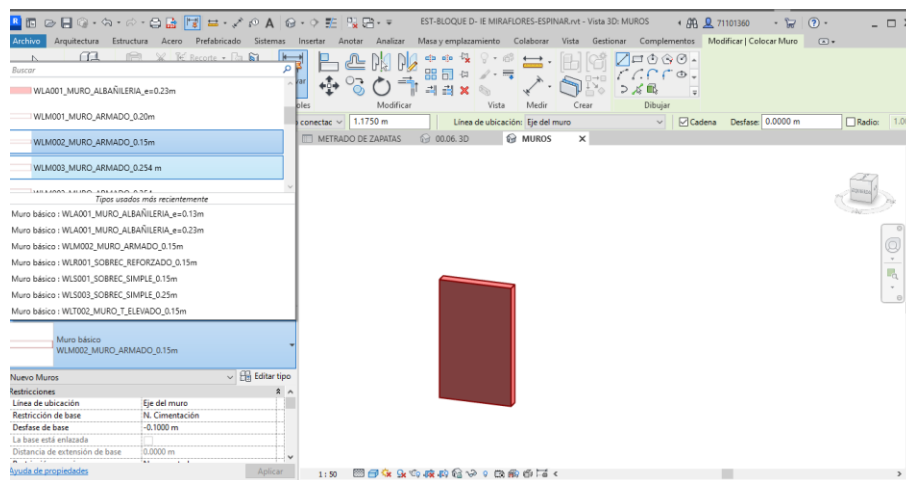
*Fuente: Elaboración propia*

## ARQUITECTURA:

### Muros:

Los muros se colocan en plata y se especifica en desfase de base y de que altura se desea.

*Figura 12. Modelado de muros*



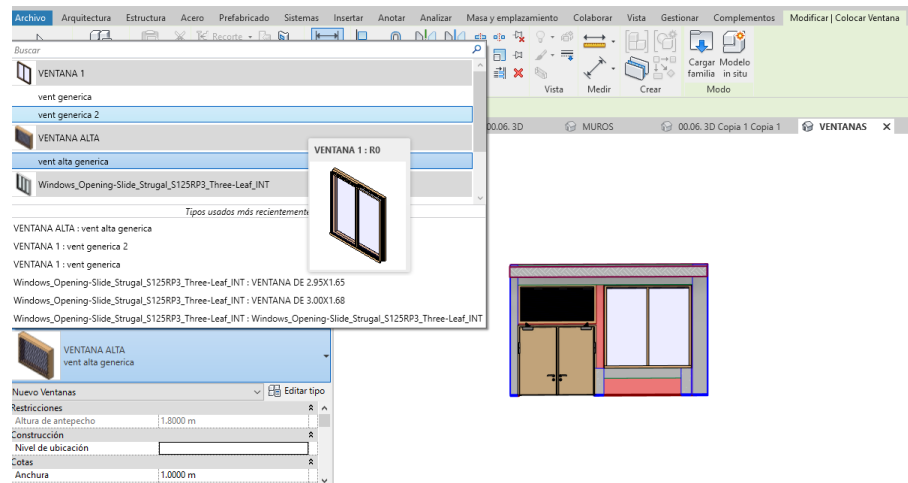
*Fuente: Elaboración propia*



### Ventana y puertas:

Las ventanas y puertas se colocan en muros, debe tener el mismo espesor la ventana o menor espesor al muro.

*Figura 13. Modelado de ventanas y puertas*



*Fuente: Elaboración propia*

### SANITARIAS:

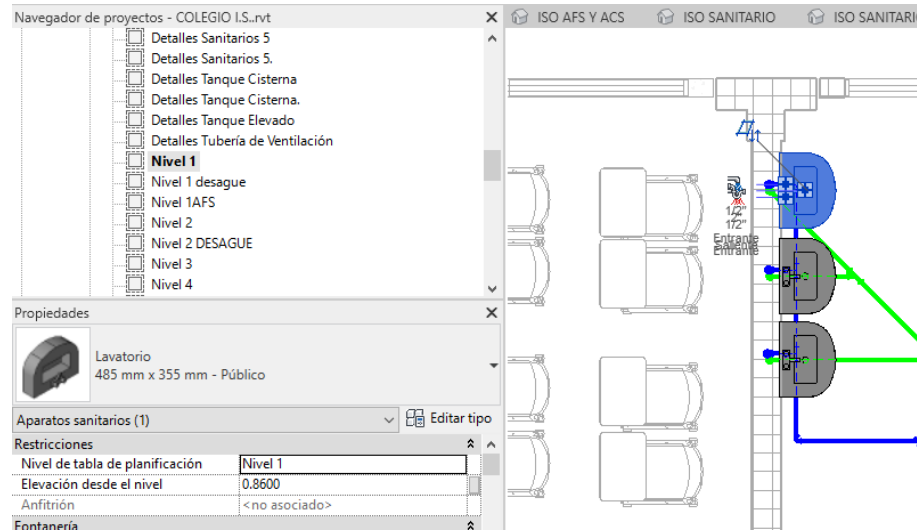
Para las sanitarias se tuvo que conseguir una plantilla de Pavco. Sobre eso vincular el archivo de arquitectura y estructuras. Para trabajar se hizo lo siguiente:

- 1.- Se colocó los aparatos sanitarios a la altura correspondiente según el RNE.





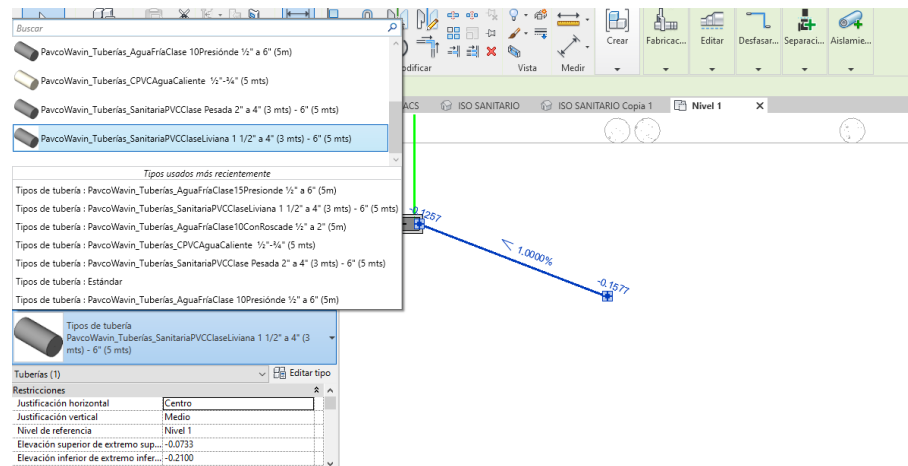
Figura 14. Modelado de aparatos sanitarios



Fuente: Elaboración propia

2.- Se dibujó las tuberías con su respectivo pendiente y su desfase. Verificando la tubería y la clasificación según el sistema.

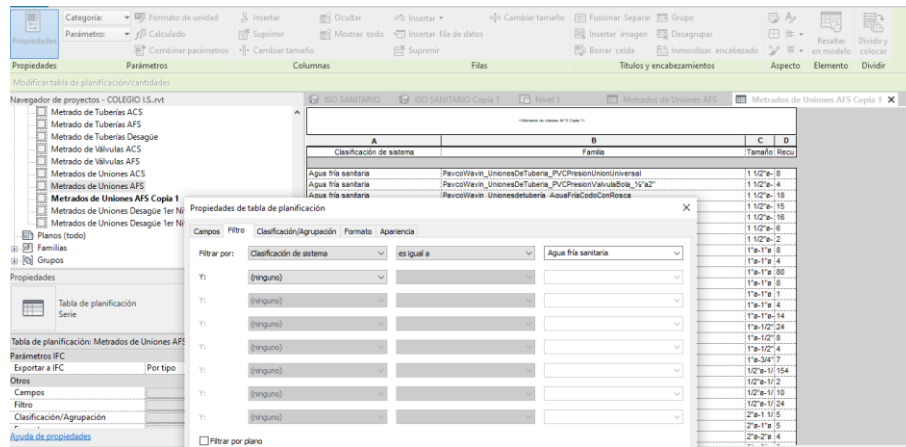
Figura 15. Modelado de tuberías



Fuente: Elaboración propia

3.- Para los metrados filtro por sistema, y todos lo necesario para el sanitario.

**Figura 16. Metrado de sistemas**



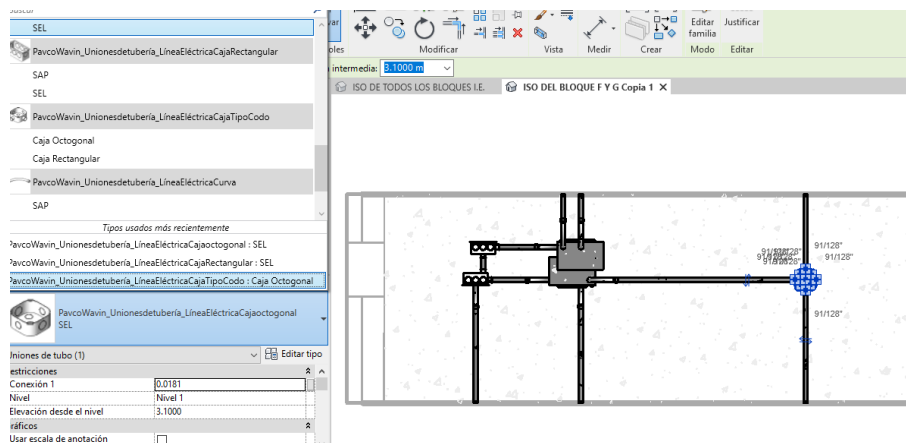
Fuente: Elaboración propia

## ELÉCTRICAS:

1.- Para las instalaciones eléctricas se necesitó una plantilla. Sobre eso vincular el archivo de arquitectura y estructuras. Para trabajar se tomó en cuenta lo siguiente:

Se procedió a colocar las cajas de paso (octogonales y rectangulares) según la altura.

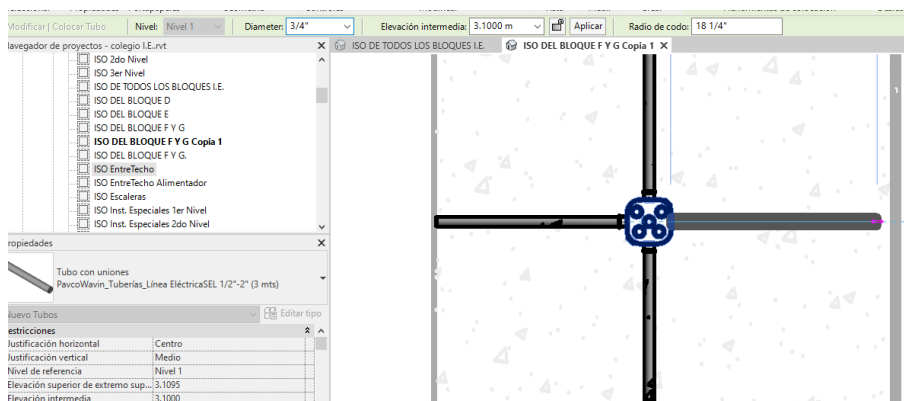
**Figura 17. Modelado de cajas de paso**



Fuente: Elaboración propia

2.- Se procedió a conectar tuberías a cajas de paso.

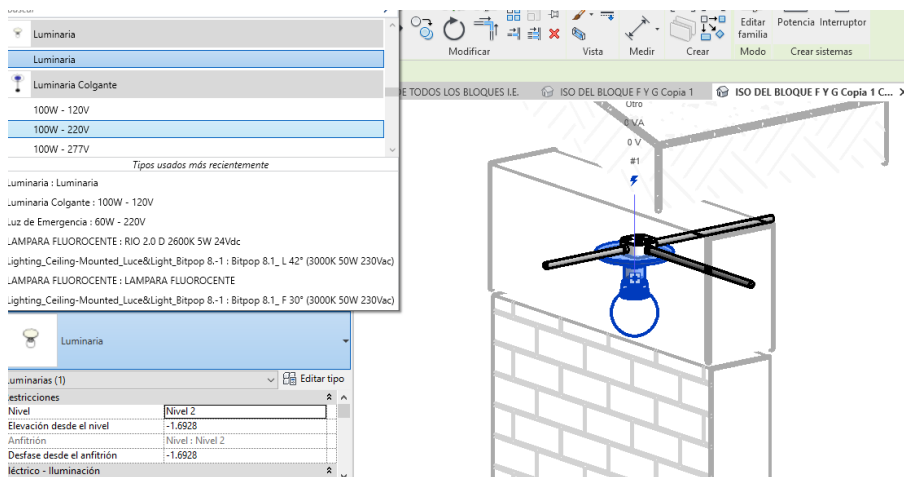
*Figura 18. Conexión de tuberías y cajas de paso*



*Fuente: Elaboración propia*

3.- Se colocó los aparatos eléctricos, luminarias, interruptores, etc.

*Figura 19. Colocación de accesorios eléctricos*

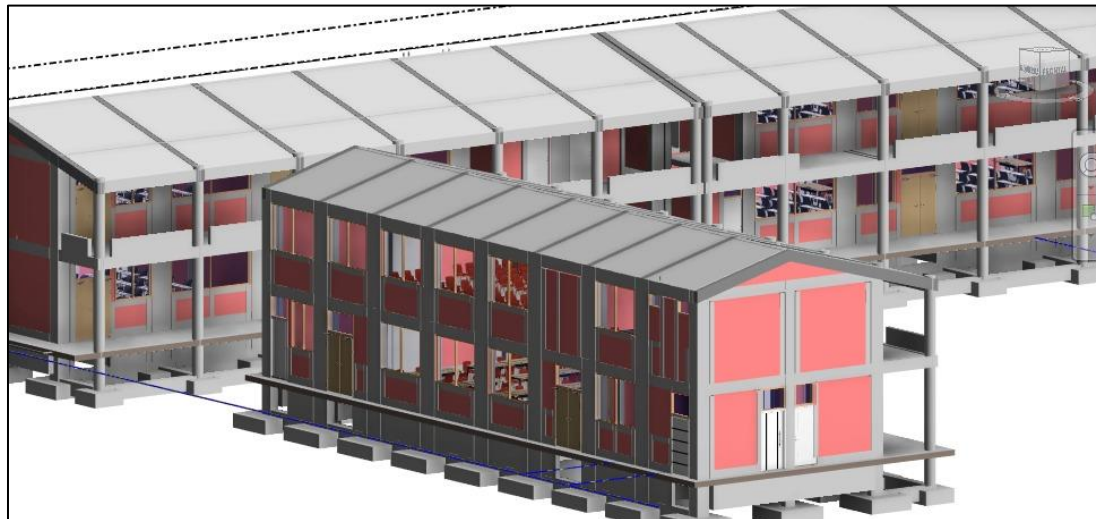


*Fuente: Elaboración propia*

Obteniendo así finalmente el modelo tridimensional con todas las especialidades como un modelo único de información.

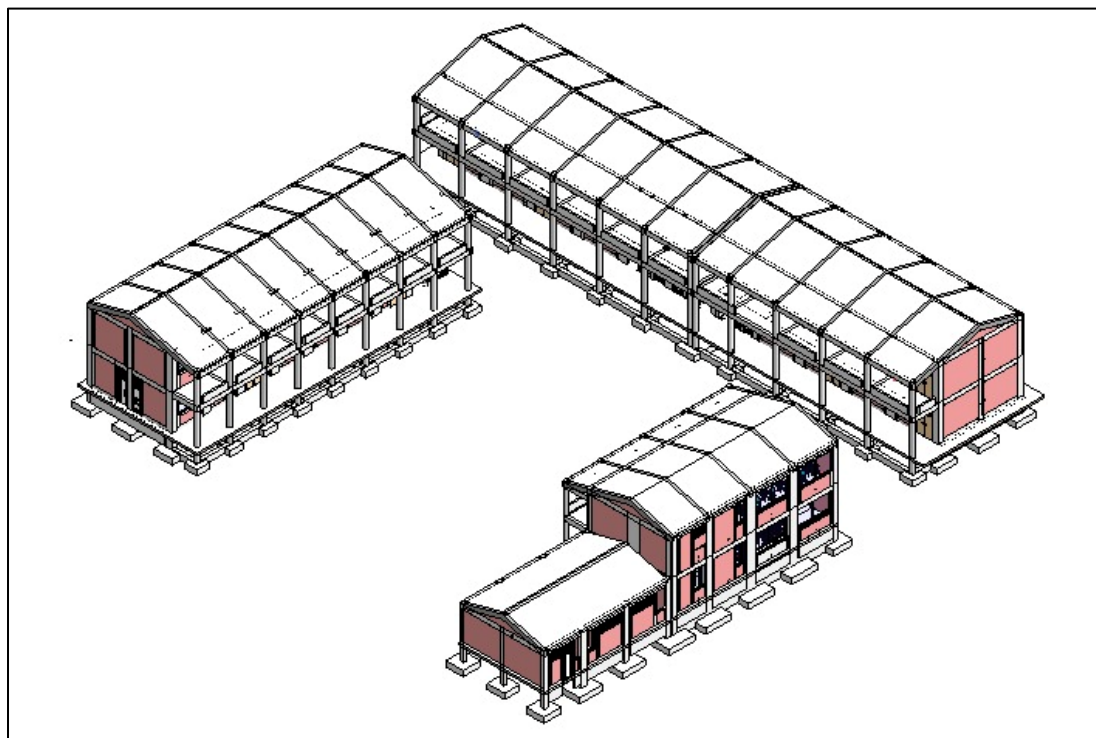


*Figura 20. Modelado estructural I.E. N° 56435 vista realista*



*Fuente: Elaboración propia*

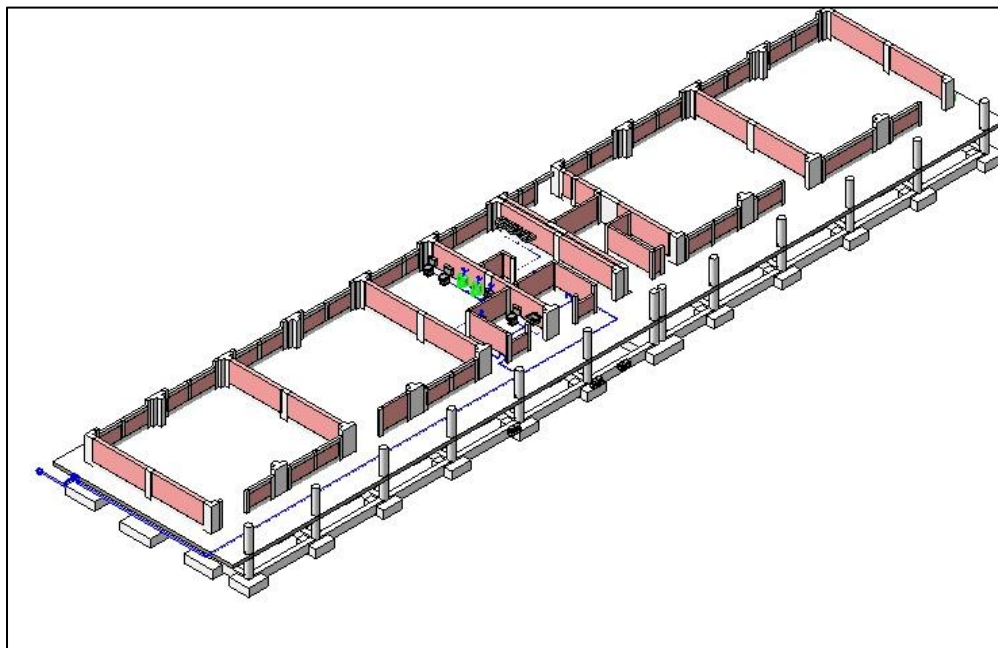
*Figura 21. Modelado estructural I.E. N° 56435 vista con detalle nivel 2*



*Fuente: Elaboración propia*

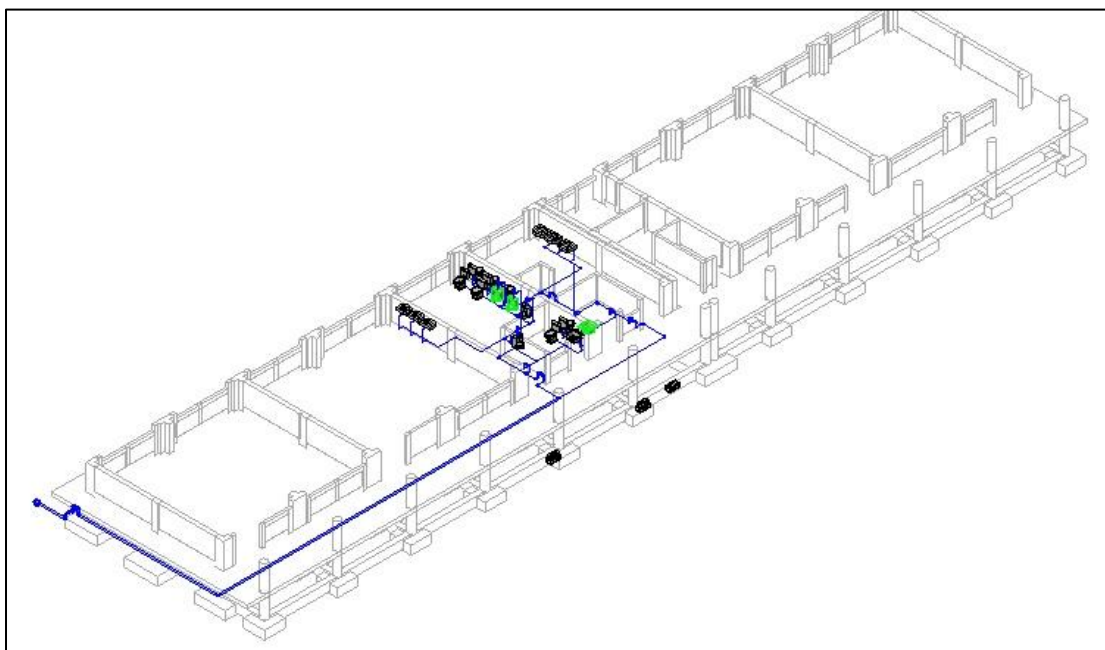


*Figura 22. Modelado estructural – zapatas – I.E. N° 56435*



*Fuente: Elaboración propia*

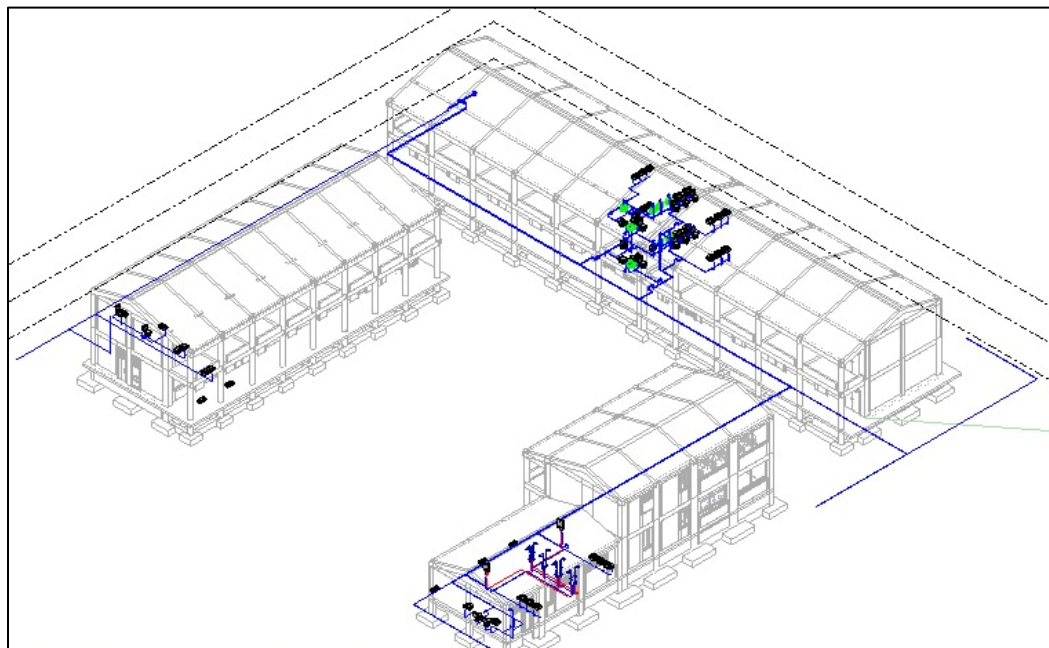
*Figura 23. IISS primer nivel – pabellón F y G – I.E. N° 56435*



*Fuente: Elaboración propia*

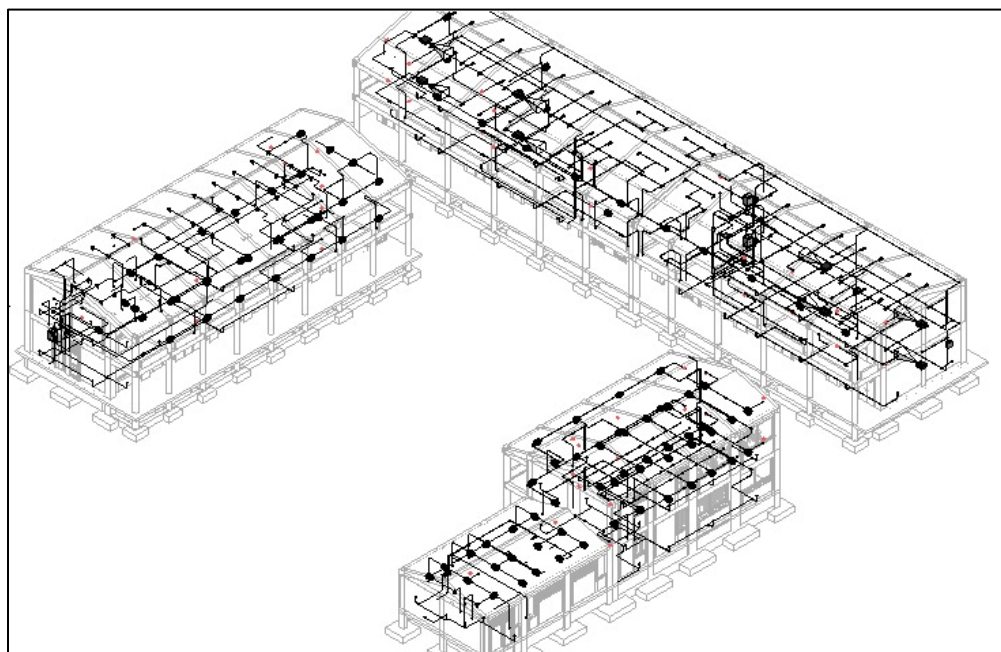


*Figura 24. IISS – pabellón D, E, F y G – I.E. N° 56435*



*Fuente: Elaboración propia*

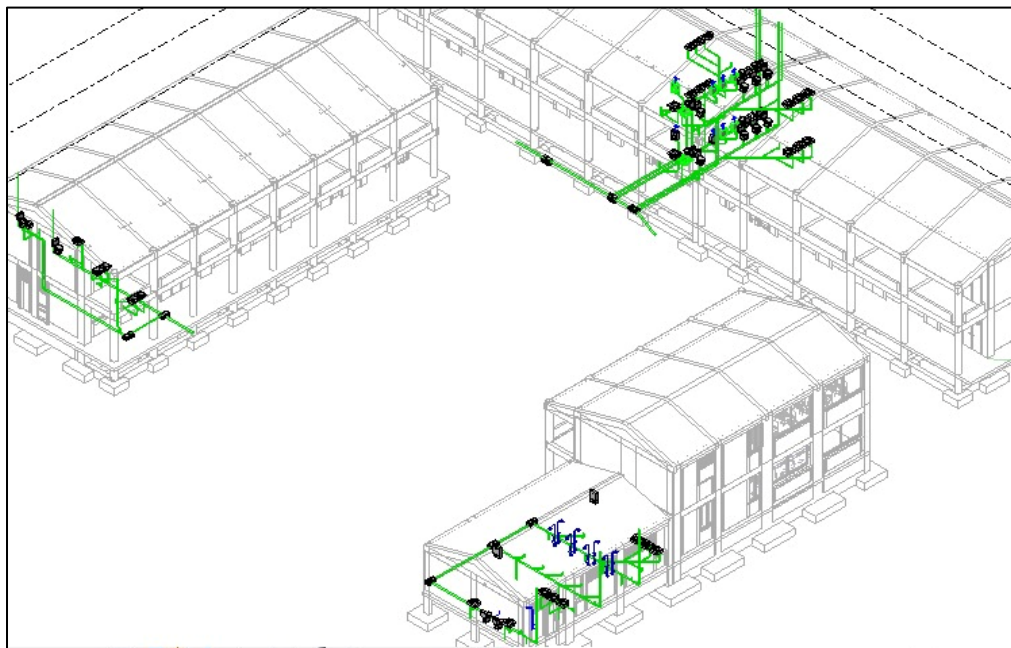
*Figura 25. IISS segundo nivel – pabellón D, E, F y G – I.E. N° 56435*



*Fuente: Elaboración propia*

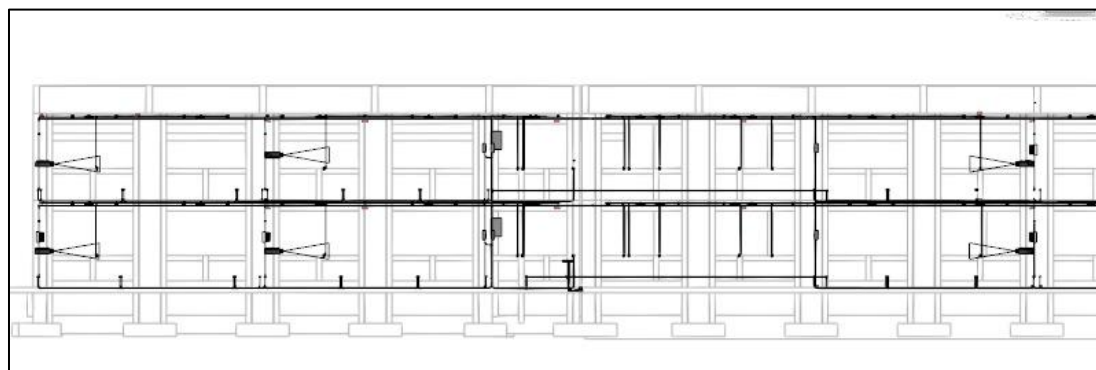


*Figura 26. IISS primer y segundo nivel – pabellón D, E, F y G – I.E. N° 56435*



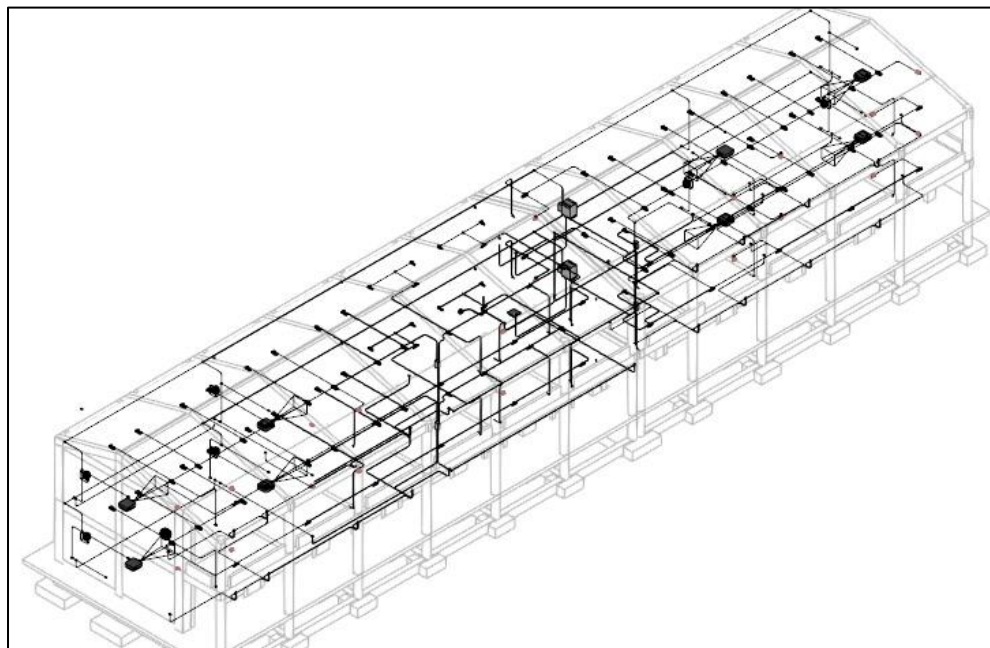
*Fuente: Elaboración propia*

*Figura 27. IISS primer y segundo nivel – pabellón F y G – I.E. N° 56435 vista en corte*



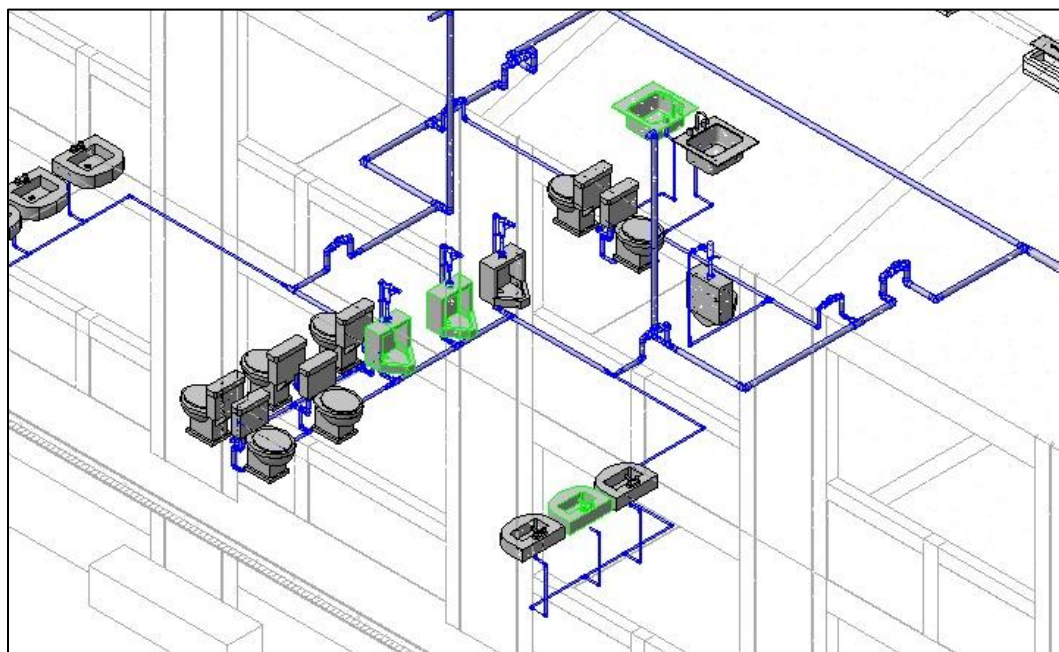
*Fuente: Elaboración propia*

*Figura 28. IISS – pabellón F y G – I.E. N° 56435 vista panorámica*



*Fuente: Elaboración propia*

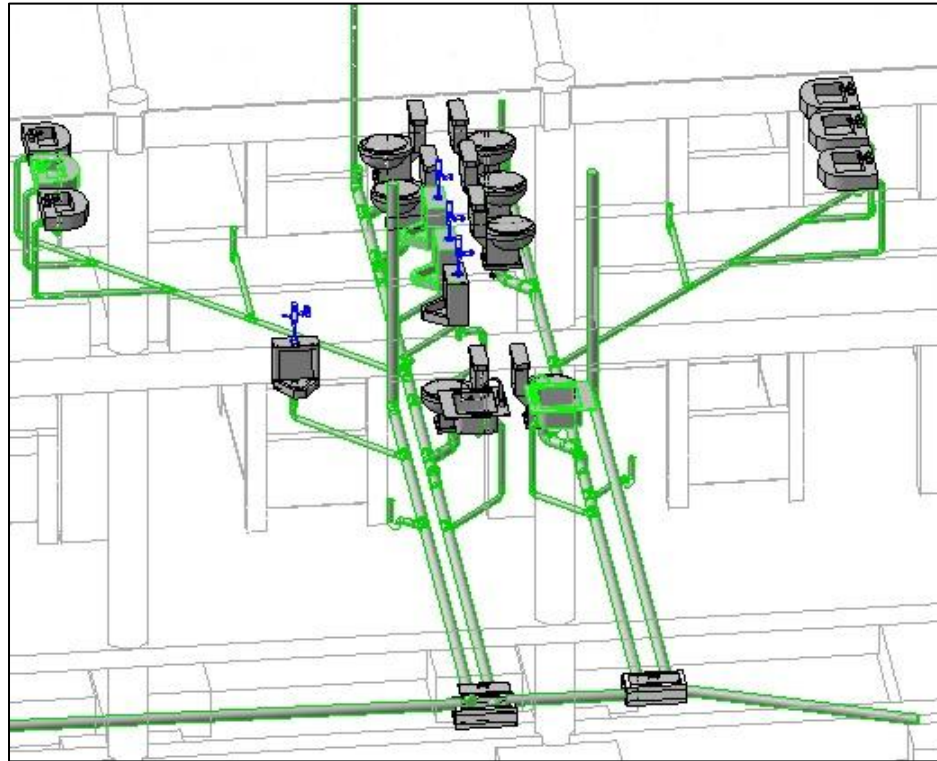
*Figura 29. Equipos de desagüe – pabellón F – I.E. N° 56435 vista aérea*



*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 30. Equipos de desagüe – pabellón F y G – I.E. N° 56435 vista posterior*



*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 9, 11 y 13 se posee los metrados para un mejor análisis, debido a que esta será nuestra unidad de análisis base conforme a la cual irán variando posteriormente los costos.

Posteriormente en la tabla 15, 17 y 19 se puede observar el análisis de costos considerando los APUs utilizados en el expediente técnico elaborado con la metodología tradicional para la comparación del costo que hubiera resultado al elaborar el expediente técnico en aquel entonces con BIM.



*Tabla 9. Análisis de metrados bloque D*

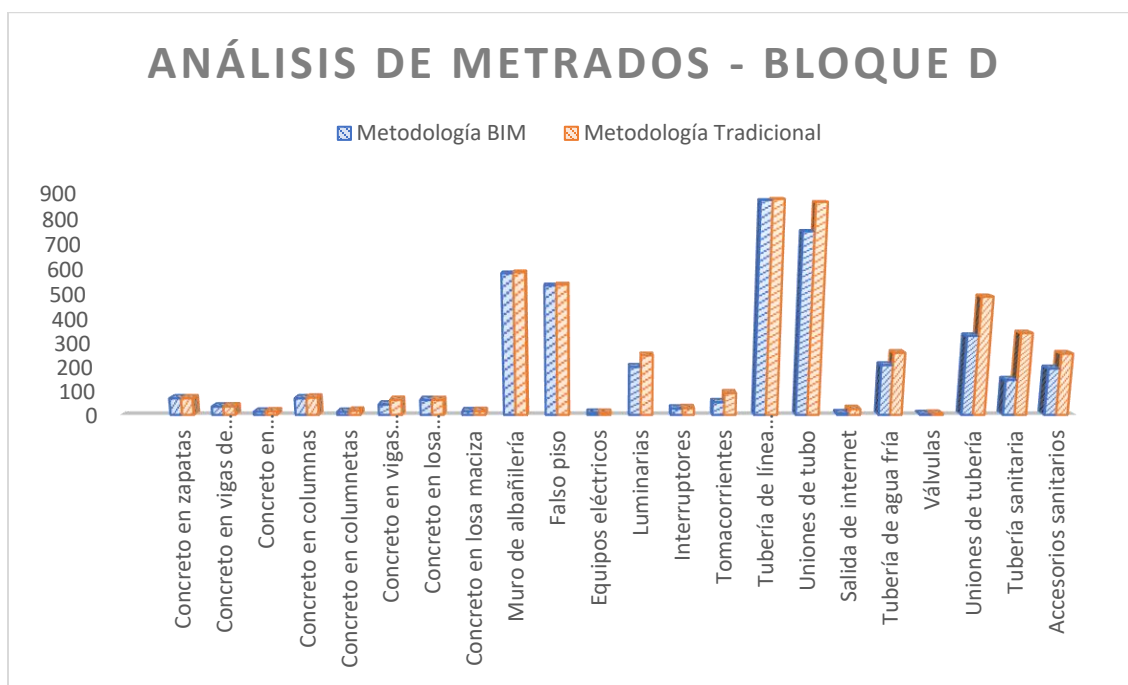
<b>Proceso</b>	<b>Implementación BIM (Dicotomía)</b>	<b>Análisis de metrados</b>	<b>Unidades</b>
Elaboración del expediente técnico	1	-	-
Elaboración del expediente técnico	0	-	-
Estructuras	1	-	-
Estructuras	0	-	-
Concreto en zapatas	1	69.48	m <sup>3</sup>
Concreto en zapatas	0	69.48	m <sup>3</sup>
Concreto en vigas de cimentación	1	34.56	m <sup>3</sup>
Concreto en vigas de cimentación	0	35.36	m <sup>3</sup>
Concreto en sobrecimientos	1	12.58	m <sup>3</sup>
Concreto en sobrecimientos	0	14.13	m <sup>3</sup>
Concreto en columnas	1	69.56	m <sup>3</sup>
Concreto en columnas	0	72.77	m <sup>3</sup>
Concreto en columnetas	1	12.14	m <sup>3</sup>
Concreto en columnetas	0	16.52	m <sup>3</sup>
Concreto en vigas peraltadas	1	43.05	m <sup>3</sup>
Concreto en vigas peraltadas	0	63.03	m <sup>3</sup>
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	1	62.42	m <sup>3</sup>
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	0	62.75	m <sup>3</sup>
Concreto en losa maciza	1	14.61	m <sup>3</sup>
Concreto en losa maciza	0	15.48	m <sup>3</sup>
Arquitectura	1	-	-
Arquitectura	0	-	-
Muro de albañilería	1	583.00	m <sup>2</sup>
Muro de albañilería	0	586.98	m <sup>2</sup>
Falso piso	1	534.00	m <sup>3</sup>
Falso piso	0	537.74	m <sup>3</sup>
Instalaciones Eléctricas	1	-	-
Instalaciones Eléctricas	0	-	-
Equipos eléctricos	1	8	Und
Equipos eléctricos	0	8	Und
Luminarias	1	201	Und
Luminarias	0	249	Und
Interruptores	1	26	Und
Interruptores	0	28	Und
Tomacorrientes	1	53	Und
Tomacorrientes	0	91	Und



Tubería de línea eléctrica	1	872.54	m
Tubería de línea eléctrica	0	877.00	m
Uniones de tubo	1	750	Und
Uniones de tubo	0	865	Und
Salida de internet	1	6	Und
Salida de internet	0	24	Und
Instalaciones Sanitarias	1	-	-
Instalaciones Sanitarias	0	-	-
Tubería de agua fría	1	208.17	m
Tubería de agua fría	0	259.30	m
Válvulas	1	2	Und
Válvulas	0	4	Und
Uniones de tubería	1	329	Und
Uniones de tubería	0	489	Und
Tubería sanitaria	1	146.46	m
Tubería sanitaria	0	340.40	m
Accesorios sanitarios	1	194	Und
Accesorios sanitarios	0	256	Und

Fuente: elaboración propia

Figura 31. Análisis de metrados – Bloque D



Fuente: Elaboración propia



*Tabla 10. Porcentaje de reducción de metrados bloque D*

Proceso	Con BIM	Sin BIM	% Reducción de metrados
Concreto en zapatas	69.48	69.48	0%
Concreto en vigas de cimentación	34.56	35.36	2%
Concreto en sobrecimientos	12.58	14.13	11%
Concreto en columnas	69.56	72.77	4%
Concreto en columnetas	12.14	16.52	27%
Concreto en vigas peraltadas	43.05	63.03	32%
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	62.42	62.75	1%
Concreto en losa maciza	14.61	15.48	6%
Muro de albañilería	583	586.98	1%
Falso piso	534	537.74	1%
Equipos eléctricos	8	8	0%
Luminarias	201	249	19%
Interruptores	26	28	7%
Tomacorrientes	53	91	42%
Tubería de línea eléctrica	872.54	877	1%
Uniones de tubo	750	865	13%
Salida de internet	6	24	75%
Tubería de agua fría	208.17	259.3	20%
Válvulas	2	4	50%
Uniones de tubería	329	489	33%
Tubería sanitaria	146.46	340.4	57%
Accesorios sanitarios	194	256	24%

*Fuente: Elaboración propia*

### **Interpretación:**

En la tabla 9 y la figura 30 se puede ver la comparación de metrados respecto al Expediente Técnico elaborado con la metodología Tradicional y la metodología BIM, viendo que al aplicar



BIM en efecto se reduce los metrados considerablemente, al menos en las uniones de tuberías, ya que luego de haber realizado la corrección respectiva a las incompatibilidades se reducen gran parte de estas debido a su inutilidad estructural y funcional. La reducción de metrados del bloque D se observa en la tabla 10, la cual abarca un 0%, 2%, 11%, 4%, 27%, 32%, 1%, 6%, 1%, 1%, 0%, 19%, 7%, 42%, 1%, 13%, 75%, 20%, 50%, 33%, 57% y 24% en las partidas de Concreto en zapatas, Concreto en vigas de cimentación, Concreto en sobrecimientos, Concreto en columnas, Concreto en columnetas, Concreto en vigas peraltadas, Concreto en losa aligerada  $e = 20$  mm, Concreto en losa maciza, Muro de albañilería, Falso piso, Equipos eléctricos, Luminarias, Interruptores, Tomacorrientes, Tubería de línea eléctrica, Uniones de tubo, Salida de internet, Tubería de agua fría, Válvulas, Uniones de tubería, Tubería sanitaria y Accesorios sanitarios respectivamente, con lo cual se puede apreciar que la reducción más alta de metrados es del 75% respecto a salidas de internet.

*Tabla 11. Análisis de metrados bloque E*

Proceso	Implementación BIM (Dicotomía)	Análisis de metrados	Unidades
Elaboración del expediente técnico	1	-	-
Elaboración del expediente técnico	0	-	-
Estructuras	1	-	-
Estructuras	0	-	-
Concreto en zapatas	1	47.14	m <sup>3</sup>
Concreto en zapatas	0	48.31	m <sup>3</sup>
Concreto en vigas de cimentación	1	9.32	m <sup>3</sup>
Concreto en vigas de cimentación	0	14.55	m <sup>3</sup>
Concreto en viga inclinada	1	6.10	m <sup>3</sup>
Concreto en viga inclinada	0	6.65	m <sup>3</sup>
Concreto en columnas	1	27.61	m <sup>3</sup>
Concreto en columnas	0	48.81	m <sup>3</sup>
Concreto en columnetas	1	2.73	m <sup>3</sup>
Concreto en columnetas	0	9.94	m <sup>3</sup>
Concreto en vigas peraltadas	1	21.48	m <sup>3</sup>

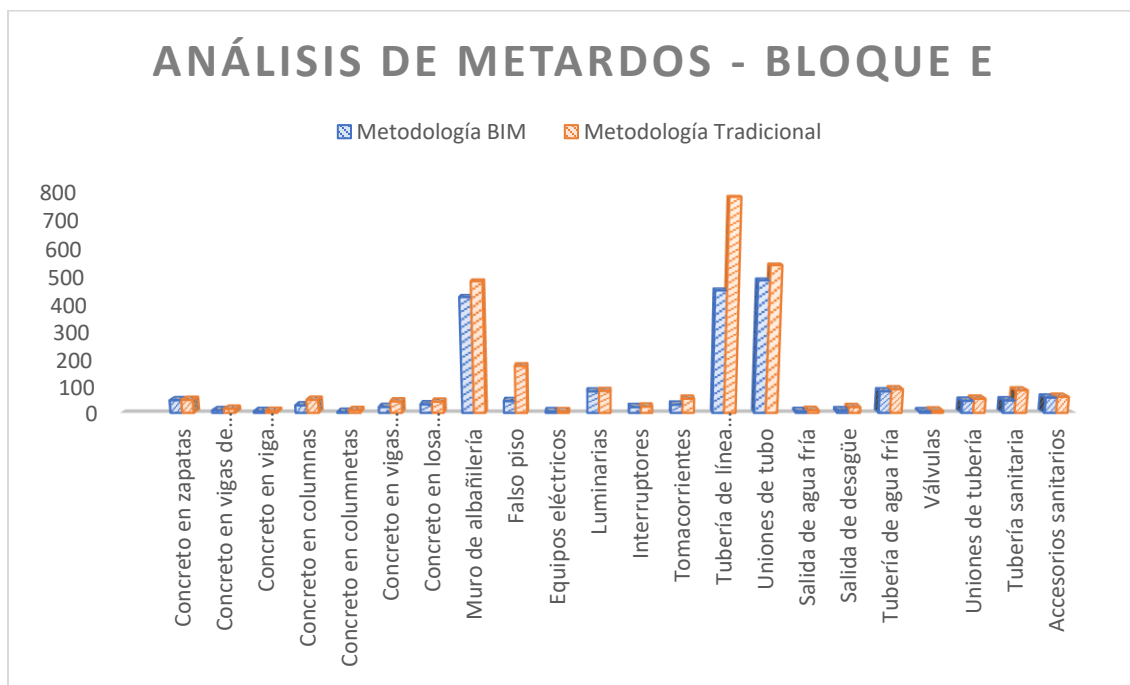


Concreto en vigas peraltadas	0	42.47	m <sup>3</sup>
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	1	31.61	m <sup>3</sup>
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	0	41.63	m <sup>3</sup>
Arquitectura	1	-	-
Arquitectura	0	-	-
Muro de albañilería	1	426.00	m <sup>2</sup>
Muro de albañilería	0	482.78	m <sup>2</sup>
Falso piso	1	43.66	m <sup>3</sup>
Falso piso	0	174.54	m <sup>3</sup>
Instalaciones Eléctricas	1	-	-
Instalaciones Eléctricas	0	-	-
Equipos eléctricos	1	5	Und
Equipos eléctricos	0	5	Und
Luminarias	1	80	Und
Luminarias	0	82	Und
Interruptores	1	21	Und
Interruptores	0	23	Und
Tomacorrientes	1	30	Und
Tomacorrientes	0	53	Und
Tubería de línea eléctrica	1	449.72	m
Tubería de línea eléctrica	0	780.00	m
Uniones de tubo	1	486	Und
Uniones de tubo	0	540	Und
Instalaciones Sanitarias	1	-	-
Instalaciones Sanitarias	0	-	-
Salida de agua fría	1	6	pto
Salida de agua fría	0	10	pto
Salida de desagüe	1	9	pto
Salida de desagüe	0	21	pto
Tubería de agua fría	1	80.52	m
Tubería de agua fría	0	88.00	m
Válvulas	1	5	Und
Válvulas	0	8	Und
Uniones de tubería	1	45	Und
Uniones de tubería	0	53	Und
Tubería sanitaria	1	46.35	m
Tubería sanitaria	0	84.10	m
Accesorios sanitarios	1	57	Und
Accesorios sanitarios	0	60	Und

*Fuente: elaboración propia*



Figura 32. Análisis de metrados – Bloque E



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Porcentaje de reducción de metrados bloque E

Proceso	Con BIM	Sin BIM	% reducción de metrados
Concreto en zapatas	47.14	48.31	2%
Concreto en vigas de cimentación	9.32	14.55	36%
Concreto en viga inclinada	6.1	6.65	8%
Concreto en columnas	27.61	48.81	43%
Concreto en columnetas	2.73	9.94	73%
Concreto en vigas peraltadas	21.48	42.47	49%
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	31.61	41.63	24%
Muro de albañilería	426	482.78	12%
Falso piso	43.66	174.54	75%
Equipos eléctricos	5	5	0%
Luminarias	80	82	2%
Interruptores	21	23	9%
Tomacorrientes	30	53	43%
Tubería de línea eléctrica	449.72	780	42%
Uniones de tubo	486	540	10%



Salida de agua fría	6	10	40%
Salida de desagüe	9	21	57%
Tubería de agua fría	80.52	88	9%
Válvulas	5	8	38%
Uniones de tubería	45	53	15%
Tubería sanitaria	46.35	84.1	45%
Accesorios sanitarios	57	60	5%

*Fuente: Elaboración propia*

### **Interpretación:**

En la tabla 11 y la figura 31 se puede ver la comparación de metrados respecto al Expediente Técnico elaborado con la metodología Tradicional y la metodología BIM, viendo que al aplicar BIM en efecto se reduce los metrados considerablemente, al menos en las uniones de tuberías, ya que luego de haber realizado la corrección respectiva a las incompatibilidades se reducen gran parte de estas debido a su inutilidad estructural y funcional. La reducción de metrados del bloque E se observa en la tabla 12, la cual abarca un 2%, 36%, 8%, 43%, 73%, 49%, 24%, 12%, 75%, 0%, 2%, 9%, 43%, 42%, 10%, 40%, 57%, 9%, 38%, 15%, 45% y 5% en las partidas de Concreto en zapatas, Concreto en vigas de cimentación, Concreto en sobrecimientos, Concreto en columnas, Concreto en columnetas, Concreto en vigas peraltadas, Concreto en losa aligerada e = 20 mm, Concreto en losa maciza, Muro de albañilería, Falso piso, Equipos eléctricos, Luminarias, Interruptores, Tomacorrientes, Tubería de línea eléctrica, Uniones de tubo, Salida de internet, Tubería de agua fría, Válvulas, Uniones de tubería, Tubería sanitaria y Accesorios sanitarios respectivamente, con lo cual se puede apreciar que la reducción más alta de metrados es del 75% respecto a falso piso.





*Tabla 13. Análisis de metrados bloque F y G*

Proceso	Implementación BIM (Dicotomía)	Análisis de metrados	Unidades
Elaboración del expediente técnico	1	-	-
Elaboración del expediente técnico	0	-	-
Estructuras	1	-	-
Estructuras	0	-	-
Concreto en zapatas	1	44.73	m <sup>3</sup>
Concreto en zapatas	0	47.14	m <sup>3</sup>
Concreto en vigas de cimentación	1	9.32	m <sup>3</sup>
Concreto en vigas de cimentación	0	9.52	m <sup>3</sup>
Concreto en columnas	1	52.43	m <sup>3</sup>
Concreto en columnas	0	53.56	m <sup>3</sup>
Concreto en columnetas	1	6.89	m <sup>3</sup>
Concreto en columnetas	0	7.72	m <sup>3</sup>
Concreto en vigas peraltadas	1	31.54	m <sup>3</sup>
Concreto en vigas peraltadas	0	38.90	m <sup>3</sup>
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	1	48.19	m <sup>3</sup>
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	0	49.43	m <sup>3</sup>
Arquitectura	1	-	-
Arquitectura	0	-	-
Muro de albañilería	1	296.00	m <sup>2</sup>
Muro de albañilería	0	424.32	m <sup>2</sup>
Falso piso	1	218.00	m <sup>3</sup>
Falso piso	0	284.71	m <sup>3</sup>
Instalaciones Eléctricas	1	-	-
Instalaciones Eléctricas	0	-	-
Equipos eléctricos	1	4	Und
Equipos eléctricos	0	4	Und



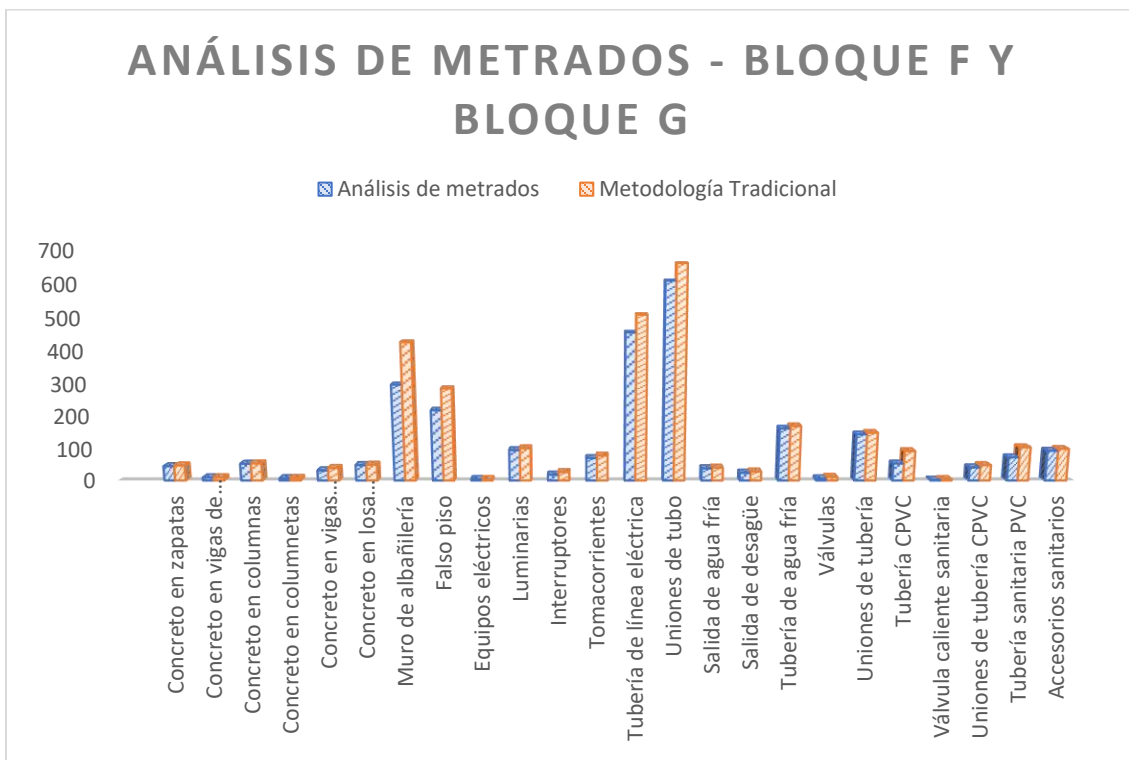
Luminarias	1	95	Und
Luminarias	0	101	Und
Interruptores	1	18	Und
Interruptores	0	26	Und
Tomacorrientes	1	70	Und
Tomacorrientes	0	78	Und
Tubería de línea eléctrica	1	453.29	m
Tubería de línea eléctrica	0	506.00	m
Uniones de tubo	1	606	Und
Uniones de tubo	0	657	Und
Instalaciones Sanitarias	1	-	-
Instalaciones Sanitarias	0	-	-
Salida de agua fría	1	38	pto
Salida de agua fría	0	40	pto
Salida de desagüe	1	24	pto
Salida de desagüe	0	28	pto
Tubería de agua fría	1	161.94	m
Tubería de agua fría	0	169.50	m
Válvulas	1	6	Und
Válvulas	0	11	Und
Uniones de tubería	1	144	Und
Uniones de tubería	0	149	Und
Tubería CPVC	1	53.09	m
Tubería CPVC	0	92.00	m
Válvula caliente sanitaria	1	2	Und
Válvula caliente sanitaria	0	4	Und
Uniones de tubería CPVC	1	41	Und
Uniones de tubería CPVC	0	48	Und
Tubería sanitaria CPVC	1	72.23	m



Tubería sanitaria CPVC	0	104.00	m
Accesorios sanitarios	1	93	Und
Accesorios sanitarios	0	99	Und

Fuente: elaboración propia

Figura 33. Análisis de metrados – Bloque F y G



Fuente: Elaboración propia



*Tabla 14. Porcentaje de reducción de metrados bloque F y G*

<b>Proceso</b>	<b>Con BIM</b>	<b>Sin BIM</b>	<b>% reducción de metrados</b>
Concreto en zapatas	44.73	47.14	5%
Concreto en vigas de cimentación	9.32	9.52	2%
Concreto en columnas	52.43	53.56	2%
Concreto en columnetas	6.89	7.72	11%
Concreto en vigas peraltadas	31.54	38.9	19%
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	48.19	49.43	3%
Muro de albañilería	296	424.32	30%
Falso piso	218	284.71	23%
Equipos eléctricos	4	4	0%
Luminarias	95	101	6%
Interruptores	18	26	31%
Tomacorrientes	70	78	10%
Tubería de línea eléctrica	453.29	506	10%
Uniones de tubo	606	657	8%
Salida de agua fría	38	40	5%
Salida de desagüe	24	28	14%
Tubería de agua fría	161.94	169.5	4%
Válvulas	6	11	45%
Uniones de tubería	144	149	3%
Tubería CPVC	53.09	92	42%
Válvula caliente sanitaria	2	4	50%
Uniones de tubería CPVC	41	48	15%
Tubería sanitaria PVC	72.23	104	31%
Accesorios sanitarios	93	99	6%

*Fuente: Elaboración propia*

### **Interpretación:**

En la tabla 13 y la figura 32 se puede ver la comparación de metrados respecto al Expediente Técnico elaborado con la metodología Tradicional y la metodología BIM, viendo que al aplicar BIM en efecto se reduce los metrados considerablemente, al menos en las uniones de tuberías, ya que luego de haber realizado la corrección respectiva a las incompatibilidades se reducen gran parte de estas debido a su inutilidad estructural y funcional. La reducción de metrados



del bloque F y G se observa en la tabla 14, la cual abarca un 5%, 2%, 2%, 11%, 19%, 3%, 30%, 23%, 0%, 6%, 31%, 10%, 10%, 8%, 5%, 14%, 4%, 45%, 3%, 42%, 50%, 15%, 31% y 6% en las partidas de Concreto en zapatas, Concreto en vigas de cimentación, Concreto en sobrecimientos, Concreto en columnas, Concreto en columnetas, Concreto en vigas peraltadas, Concreto en losa aligerada  $e = 20$  mm, Concreto en losa maciza, Muro de albañilería, Falso piso, Equipos eléctricos, Luminarias, Interruptores, Tomacorrientes, Tubería de línea eléctrica, Uniones de tubo, Salida de internet, Tubería de agua fría, Válvulas, Uniones de tubería, Tubería sanitaria y Accesorios sanitarios respectivamente, con lo cual se puede apreciar que la reducción más alta de metrados es del 50% respecto a válvulas calientes sanitarias.

*Tabla 15. Análisis de costos bloque D*

Proceso	Implementación BIM (Dicotomía)	Análisis de Costos (Soles)
Elaboración del expediente técnico	1	
Elaboración del expediente técnico	0	
Estructuras	1	
Estructuras	0	
Concreto en zapatas	1	36731.99
Concreto en zapatas	0	36731.99
Concreto en vigas de cimentación	1	21754.48
Concreto en vigas de cimentación	0	22258.05
Concreto en sobrecimientos	1	5623.13
Concreto en sobrecimientos	0	6315.96
Concreto en columnas	1	37414.23
Concreto en columnas	0	39140.79
Concreto en columnetas	1	6332.70
Concreto en columnetas	0	8617.49



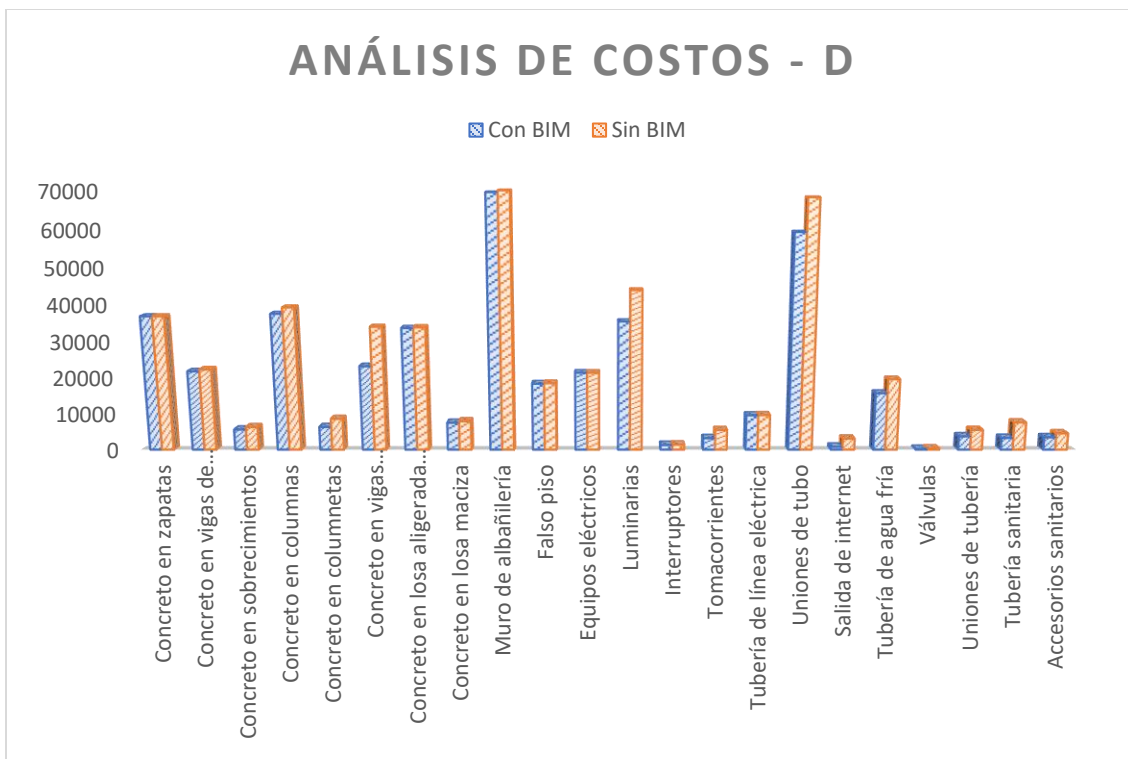
Concreto en vigas peraltadas	1	23155.30
Concreto en vigas peraltadas	0	33901.94
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	1	33573.84
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	0	33751.34
Concreto en losa maciza	1	7526.92
Concreto en losa maciza	0	7975.14
Arquitectura	1	
Arquitectura	0	
Muro de albañilería	1	69505.26
Muro de albañilería	0	69979.75
Falso piso	1	18358.92
Falso piso	0	18487.50
Instalaciones Eléctricas	1	
Instalaciones Eléctricas	0	
Equipos eléctricos	1	21381.04
Equipos eléctricos	0	21381.04
Luminarias	1	35331.78
Luminarias	0	43769.22
Interruptores	1	1287.00
Interruptores	0	1386.00
Tomacorrientes	1	3206.50
Tomacorrientes	0	5505.50
Tubería de línea eléctrica	1	9615.39
Tubería de línea eléctrica	0	9664.54
Uniones de tubo	1	59145.00
Uniones de tubo	0	68213.90
Salida de internet	1	770.94
Salida de internet	0	3083.76
Instalaciones Sanitarias	1	



Instalaciones Sanitarias	0	
Tubería de agua fría	1	15748.06
Tubería de agua fría	0	19616.04
Válvulas	1	159.38
Válvulas	0	318.76
Uniones de tubería	1	3720.99
Uniones de tubería	0	5530.59
Tubería sanitaria	1	3282.16
Tubería sanitaria	0	7628.36
Accesorios sanitarios	1	3457.08
Accesorios sanitarios	0	4561.92

Fuente: elaboración propia

Figura 34. Análisis de costos bloque D



Fuente: Elaboración propia



*Tabla 16. Porcentaje de reducción de costos bloque D*

Proceso	Con BIM	Sin BIM	% reducción de costos
Concreto en zapatas	36731.9916	36731.9916	0%
Concreto en vigas de cimentación	21754.4832	22258.0592	2%
Concreto en sobrecimientos	5623.1342	6315.9687	11%
Concreto en columnas	37414.2372	39140.7999	4%
Concreto en columnetas	6332.7096	8617.4928	27%
Concreto en vigas peraltadas	23155.3035	33901.9461	32%
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	33573.8454	33751.3425	1%
Concreto en losa maciza	7526.9259	7975.1412	6%
Muro de albañilería	69505.26	69979.7556	1%
Falso piso	18358.92	18487.5012	1%
Equipos eléctricos	21381.04	21381.04	0%
Luminarias	35331.78	43769.22	19%
Interruptores	1287	1386	7%
Tomacorrientes	3206.5	5505.5	42%
Tubería de línea eléctrica	9615.3908	9664.54	1%
Uniones de tubo	59145	68213.9	13%
Salida de internet	770.94	3083.76	75%
Tubería de agua fría	15748.0605	19616.045	20%
Válvulas	159.38	318.76	50%
Uniones de tubería	3720.99	5530.59	33%
Tubería sanitaria	3282.1686	7628.364	57%
Accesorios sanitarios	3457.08	4561.92	24%

*Fuente: Elaboración propia*

### **Interpretación:**

En la tabla 15 y la figura 33 se puede ver la comparación de costos respecto al Expediente Técnico elaborado con la metodología Tradicional y la metodología BIM, viendo que al aplicar BIM en efecto se reduce los costos considerablemente, al menos en las uniones de tuberías, ya que luego de haber realizado la corrección respectiva a las incompatibilidades se reducen gran parte de estas debido a su inutilidad estructural y funcional. La reducción de costos del bloque D se observa en la tabla 16, la cual abarca un 0%, 2%, 11%, 4%, 27%, 32%, 1%, 6%, 1%, 1%, 0%,





19%, 7%, 42%, 1%, 13%, 75%, 20%, 50%, 33%, 57% y 24% en las partidas de Concreto en zapatas, Concreto en vigas de cimentación, Concreto en sobrecimientos, Concreto en columnas, Concreto en columnetas, Concreto en vigas peraltadas, Concreto en losa aligerada  $e = 20$  mm, Concreto en losa maciza, Muro de albañilería, Falso piso, Equipos eléctricos, Luminarias, Interruptores, Tomacorrientes, Tubería de línea eléctrica, Uniones de tubo, Salida de internet, Tubería de agua fría, Válvulas, Uniones de tubería, Tubería sanitaria y Accesorios sanitarios respectivamente, con lo cual se puede apreciar que la reducción más alta de costos es del 75% respecto a salidas de internet.

*Tabla 17. Análisis de costos bloque E*

<b>Proceso</b>	<b>Implementación BIM (Dicotomía)</b>	<b>Análisis de Costos (Soles)</b>
Elaboración del expediente técnico	1	
Elaboración del expediente técnico	0	
Estructuras	1	
Estructuras	0	
Concreto en zapatas	1	24921.50
Concreto en zapatas	0	25540.04
Concreto en vigas de cimentación	1	5866.66
Concreto en vigas de cimentación	0	9158.78
Concreto en viga inclinada	1	3281.00
Concreto en viga inclinada	0	3576.83
Concreto en columnas	1	14850.59
Concreto en columnas	0	26253.43
Concreto en columnetas	1	1424.07



Concreto en columnetas	0	5185.10
Concreto en vigas peraltadas	1	11553.44
Concreto en vigas peraltadas	0	22843.33
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	1	17002.07
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	0	22391.52
Arquitectura	1	
Arquitectura	0	
Muro de albañilería	1	50787.72
Muro de albañilería	0	57557.03
Falso piso	1	1501.03
Falso piso	0	6000.68
Instalaciones Eléctricas	1	
Instalaciones Eléctricas	0	
Equipos eléctricos	1	13363.15
Equipos eléctricos	0	13363.15
Luminarias	1	14062.40
Luminarias	0	14413.96
Interruptores	1	1039.50
Interruptores	0	1138.50
Tomacorrientes	1	1815.00
Tomacorrientes	0	3206.50
Tubería de línea eléctrica	1	4955.91
Tubería de línea eléctrica	0	8595.60
Uniones de tubo	1	38325.96
Uniones de tubo	0	42584.40
Instalaciones Sanitarias	1	
Instalaciones Sanitarias	0	
Salida de agua fría	1	453.90



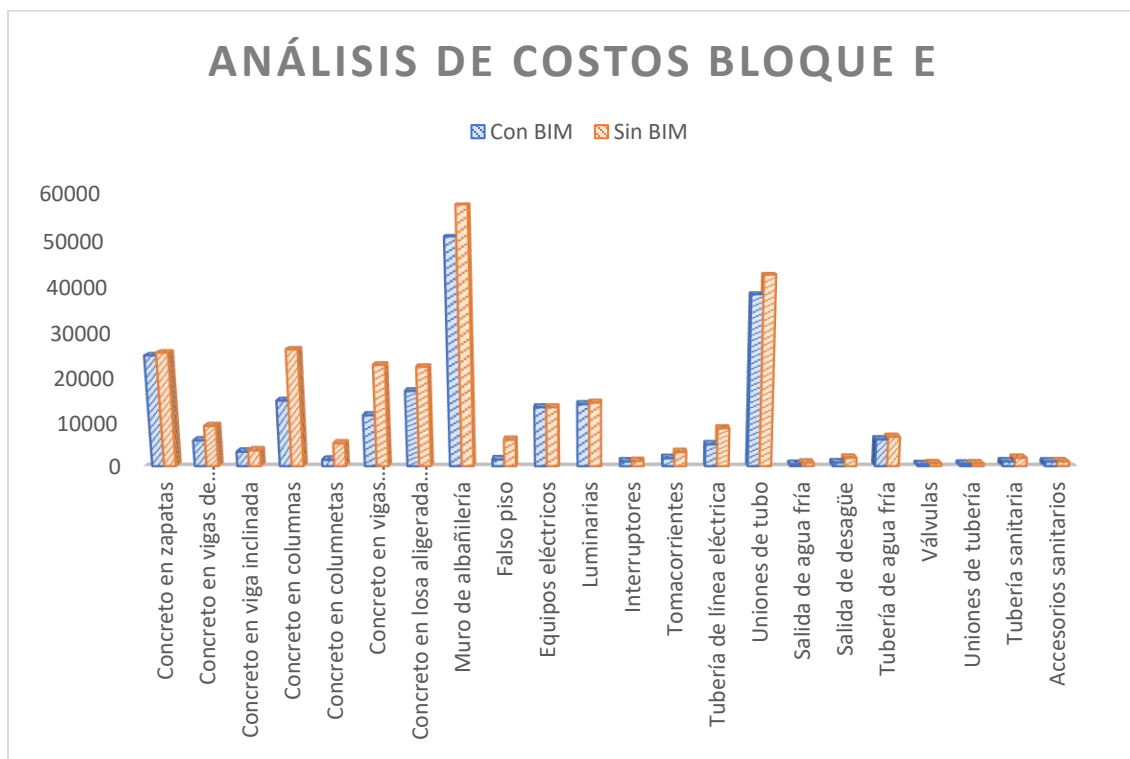
Salida de agua fría	0	756.50
Salida de desagüe	1	814.59
Salida de desagüe	0	1900.71
Tubería de agua fría	1	6091.33
Tubería de agua fría	0	6657.20
Válvulas	1	398.45
Válvulas	0	637.52
Uniones de tubería	1	508.95
Uniones de tubería	0	599.43
Tubería sanitaria	1	1038.70
Tubería sanitaria	0	1884.68
Accesorios sanitarios	1	1015.74
Accesorios sanitarios	0	1069.20

---

*Fuente: elaboración propia*



Figura 35. Análisis de costos bloque E



Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Porcentaje de reducción de costos bloque E

Proceso	Con BIM	Sin BIM	% Reducción de metrados
Concreto en zapatas	24921.5038	25540.0477	2%
Concreto en vigas de cimentación	5866.6604	9158.7885	36%
Concreto en viga inclinada	3281.007	3576.8355	8%
Concreto en columnas	14850.5907	26253.4347	43%
Concreto en columnetas	1424.0772	5185.1016	73%
Concreto en vigas peraltadas	11553.4476	22843.3389	49%
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	17002.0707	22391.5281	24%
Muro de albañilería	50787.72	57557.0316	12%
Falso piso	1501.0308	6000.6852	75%
Equipos eléctricos	13363.15	13363.15	0%
Luminarias	14062.4	14413.96	2%
Interruptores	1039.5	1138.5	9%
Tomacorrientes	1815	3206.5	43%



Tubería de línea eléctrica	4955.9144	8595.6	42%
Uniones de tubo	38325.96	42584.4	10%
Salida de agua fría	453.9	756.5	40%
Salida de desagüe	814.59	1900.71	57%
Tubería de agua fría	6091.338	6657.2	9%
Válvulas	398.45	637.52	38%
Uniones de tubería	508.95	599.43	15%
Tubería sanitaria	1038.7035	1884.681	45%
Accesorios sanitarios	1015.74	1069.2	5%

*Fuente: Elaboración propia*

### **Interpretación:**

En la tabla 17 y la figura 34 se puede ver la comparación de costos respecto al Expediente Técnico elaborado con la metodología Tradicional y la metodología BIM, viendo que al aplicar BIM en efecto se reduce los costos considerablemente, al menos en las uniones de tuberías, ya que luego de haber realizado la corrección respectiva a las incompatibilidades se reducen gran parte de estas debido a su inutilidad estructural y funcional. La reducción de costos del bloque E se observa en la tabla 18, la cual abarca un 2%, 36%, 8%, 43%, 73%, 49%, 24%, 12%, 75%, 0%, 2%, 9%, 43%, 42%, 10%, 40%, 57%, 9%, 38%, 15%, 45% y 5% en las partidas de Concreto en zapatas, Concreto en vigas de cimentación, Concreto en sobrecimientos, Concreto en columnas, Concreto en columnetas, Concreto en vigas peraltadas, Concreto en losa aligerada e = 20 mm, Concreto en losa maciza, Muro de albañilería, Falso piso, Equipos eléctricos, Luminarias, Interruptores, Tomacorrientes, Tubería de línea eléctrica, Uniones de tubo, Salida de internet, Tubería de agua fría, Válvulas, Uniones de tubería, Tubería sanitaria y Accesorios sanitarios respectivamente, con lo cual se puede apreciar que la reducción más alta de costos es del 75% respecto a falso piso.



*Tabla 19. Análisis de costos bloque F y G*

<b>Proceso</b>	<b>Implementación BIM (Dicotomía)</b>	<b>Análisis de Costos (Soles)</b>
Elaboración del expediente técnico	1	
Elaboración del expediente técnico	0	
Estructuras	1	
Estructuras	0	
Concreto en zapatas	1	23647.40
Concreto en zapatas	0	24921.50
Concreto en vigas de cimentación	1	5866.66
Concreto en vigas de cimentación	0	5992.55
Concreto en columnas	1	28200.52
Concreto en columnas	0	28808.31
Concreto en columnetas	1	3594.09
Concreto en columnetas	0	4027.06
Concreto en vigas peraltadas	1	16964.41
Concreto en vigas peraltadas	0	20923.14
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	1	25919.95
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	0	26586.91
Arquitectura	1	
Arquitectura	0	
Muro de albañilería	1	35289.12
Muro de albañilería	0	50587.43
Falso piso	1	7494.84
Falso piso	0	9788.32



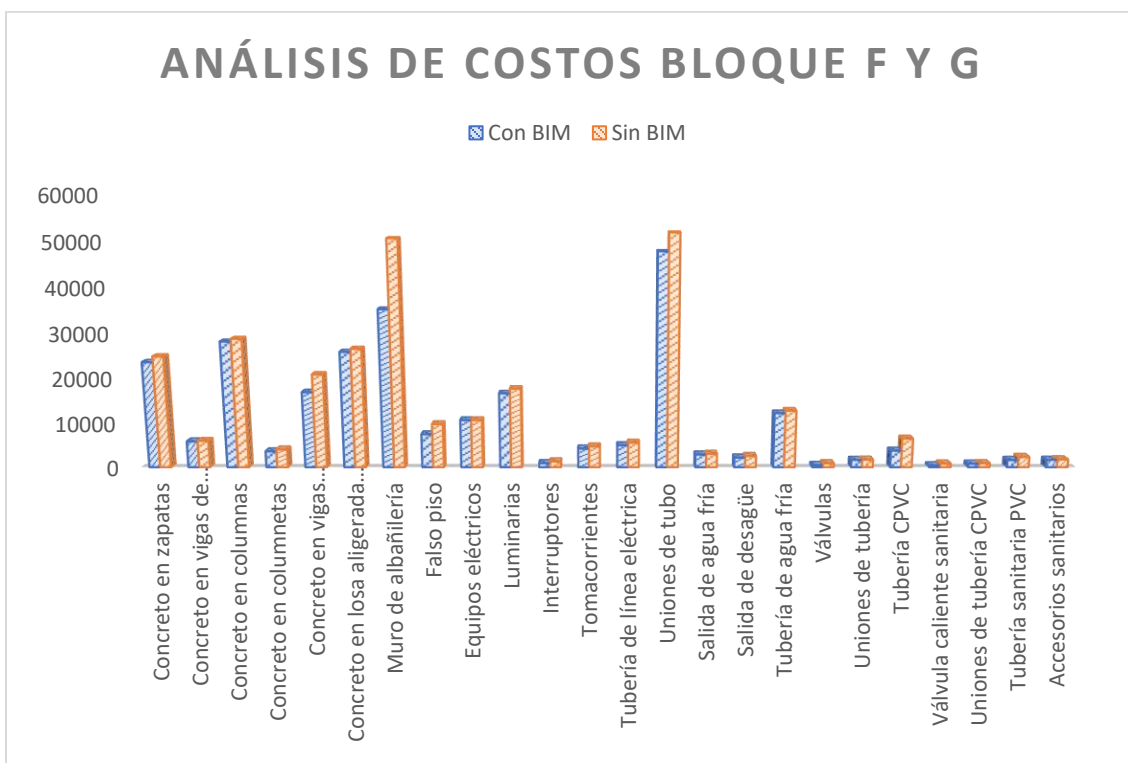
Instalaciones Eléctricas	1	
Instalaciones Eléctricas	0	
Equipos eléctricos	1	10690.52
Equipos eléctricos	0	10690.52
Luminarias	1	16699.10
Luminarias	0	17753.78
Interruptores	1	891.00
Interruptores	0	1287.00
Tomacorrientes	1	4235.00
Tomacorrientes	0	4719.00
Tubería de línea eléctrica	1	4995.25
Tubería de línea eléctrica	0	5576.12
Uniones de tubo	1	47789.16
Uniones de tubo	0	51811.02
Instalaciones Sanitarias	1	
Instalaciones Sanitarias	0	
Salida de agua fría	1	2874.70
Salida de agua fría	0	3026
Salida de desagüe	1	2172.24
Salida de desagüe	0	2534.28
Tubería de agua fría	1	12250.76
Tubería de agua fría	0	12822.67
Válvulas	1	478.14
Válvulas	0	876.59
Uniones de tubería	1	1628.64
Uniones de tubería	0	1685.19
Tubería CPVC	1	3753.99
Tubería CPVC	0	6505.32
Válvula caliente sanitaria	1	396.00



Válvula caliente sanitaria	0	792.00
Uniones de tubería CPVC	1	763.01
Uniones de tubería CPVC	0	893.28
Tubería sanitaria PVC	1	1618.67
Tubería sanitaria PVC	0	2330.64
Accesorios sanitarios	1	1657.26
Accesorios sanitarios	0	1764.18

Fuente: elaboración propia

Figura 36. Análisis de costos bloque F y G



Fuente: Elaboración propia





*Tabla 20. Porcentaje de reducción de costos bloque F y G*

<b>Proceso</b>	<b>Con BIM</b>	<b>Sin BIM</b>	<b>% Reducción de metrados</b>
Concreto en zapatas	23647.4091	24921.5038	5%
Concreto en vigas de cimentación	5866.6604	5992.5544	2%
Concreto en columnas	28200.5241	28808.3172	2%
Concreto en columnetas	3594.0996	4027.0608	11%
Concreto en vigas peraltadas	16964.4198	20923.143	19%
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	25919.9553	26586.9141	3%
Muro de albañilería	35289.12	50587.4304	30%
Falso piso	7494.84	9788.3298	23%
Equipos eléctricos	10690.52	10690.52	0%
Luminarias	16699.1	17753.78	6%
Interruptores	891	1287	31%
Tomacorrientes	4235	4719	10%
Tubería de línea eléctrica	4995.2558	5576.12	10%
Uniones de tubo	47789.16	51811.02	8%
Salida de agua fría	2874.7	3026	5%
Salida de desagüe	2172.24	2534.28	14%
Tubería de agua fría	12250.761	12822.675	4%
Válvulas	478.14	876.59	45%
Uniones de tubería	1628.64	1685.19	3%
Tubería CPVC	3753.9939	6505.32	42%
Válvula caliente sanitaria	396	792	50%
Uniones de tubería CPVC	763.01	893.28	15%
Tubería sanitaria PVC	1618.6743	2330.64	31%
Accesorios sanitarios	1657.26	1764.18	6%

*Fuente: Elaboración propia*

### **Interpretación:**

En la tabla 19 y la figura 35 se puede ver la comparación de costos respecto al Expediente Técnico elaborado con la metodología Tradicional y la metodología BIM, viendo que al aplicar BIM en efecto se reduce los costos considerablemente, al menos en las uniones de tuberías, ya que luego de haber realizado la corrección respectiva a las incompatibilidades se reducen gran parte de estas debido a su inutilidad estructural y funcional. La reducción de costos del bloque F y G se



observa en la tabla 20, la cual abarca un 5%, 2%, 2%, 11%, 19%, 3%, 30%, 23%, 0%, 6%, 31%, 10%, 10%, 8%, 5%, 14%, 4%, 45%, 3%, 42%, 50%, 15%, 31% y 6% en las partidas de Concreto en zapatas, Concreto en vigas de cimentación, Concreto en sobrecimientos, Concreto en columnas, Concreto en columnetas, Concreto en vigas peraltadas, Concreto en losa aligerada  $e = 20$  mm, Concreto en losa maciza, Muro de albañilería, Falso piso, Equipos eléctricos, Luminarias, Interruptores, Tomacorrientes, Tubería de línea eléctrica, Uniones de tubo, Salida de internet, Tubería de agua fría, Válvulas, Uniones de tubería, Tubería sanitaria y Accesorios sanitarios respectivamente, con lo cual se puede apreciar que la reducción más alta de costos es del 50% respecto a válvulas calientes sanitarias.

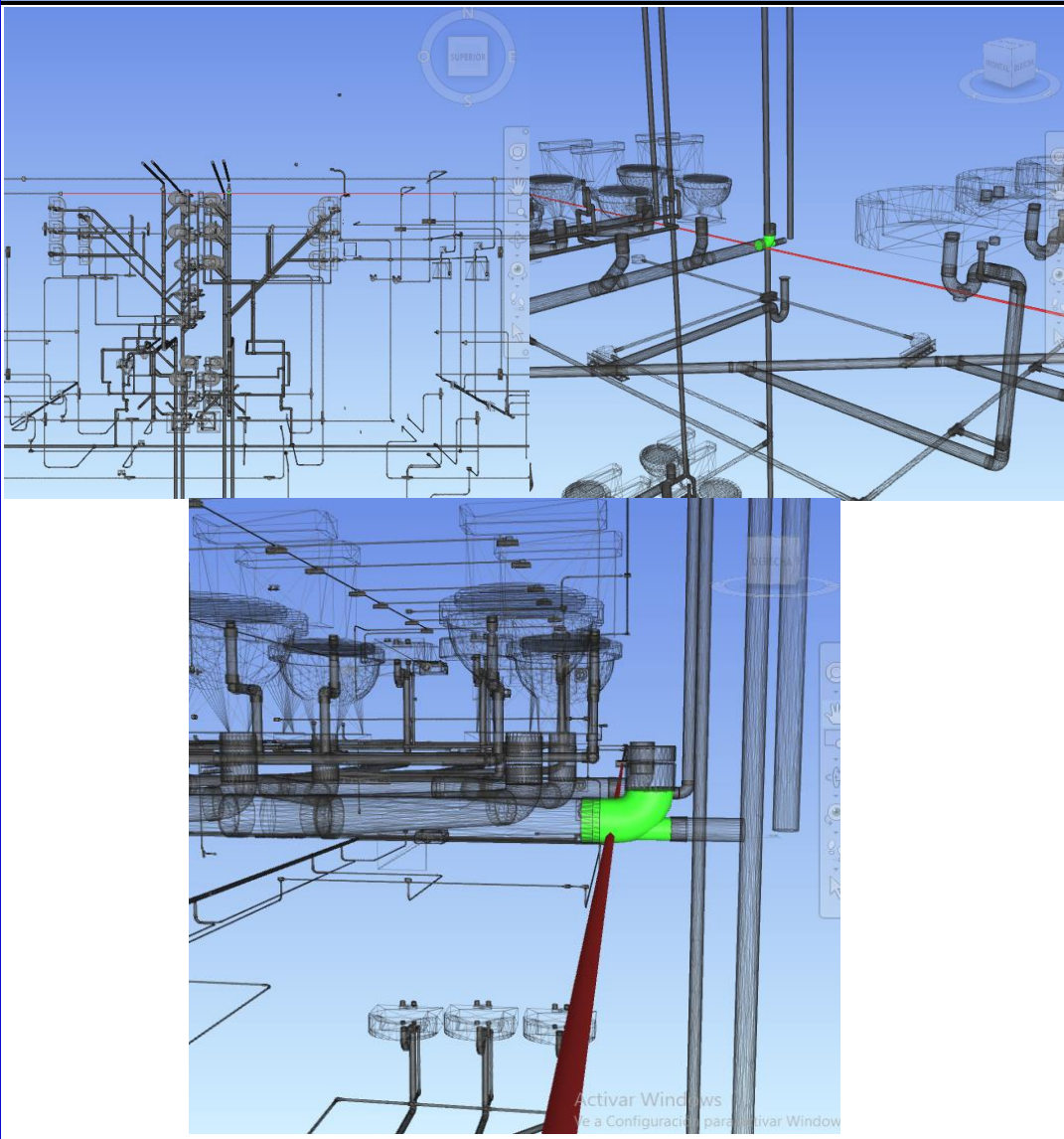
#### ***4.1.3. Determinación de la influencia de la metodología BIM en la solución de incompatibilidades del proyecto***

Las incompatibilidades encontradas en el Navisworks indican que el proyecto presenta desperfectos en cuanto al diseño original que perjudicarían a la etapa de ejecución, no obstante, se llevó a cabo una solución de estas incompatibilidades en cada una de las especialidades para obtener un expediente técnico optimizado. En las figuras 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38 y 39 se posee las interferencias más relevantes y resaltantes encontradas en cada una de las especialidades, las cuales se describen la forma en la cual interactúan estas incompatibilidades, el nivel de gravedad en una escala numérica para su análisis, el nivel en el cual se encuentra y el tipo de incompatibilidad.

Se encontró que la mayoría de incompatibilidades son graves e interfieren y producirían retrasos si es que no se solucionaría, con lo cual luego de su solución es que se llevó los metrados y análisis de costos respectivos.



Figura 37. Interferencia 1

SOLICITUD DE REQUERIMIENTO DE INFORMACION (RFI)				N° RFO:01
PROYECTO:	AMPLIACIÓN DE PABELLONES DE LA I.E. N° 56435 DE MIRAFLORES, ESPINAR – CUSCO, 2021			
N° DE COLISIONES:	1	FECHA:	1/11/2022	
NIVEL Y EJE:	1 NIVEL	ESPECIALIDAD:	II. EE. VS II.SS	
TIPO :	INTERFERENCIA	CATEGORIA:	GRAVE	
DESCRIPCION: Tuberia de electricidad ( tomacorriente) bloque E se intercepta con codo de 4 pulgadas sistema de desague				
				

Fuente: Elaboración propia



Figura 38. Interferencia 2

SOLICITUD DE REQUERIMIENTO DE INFORMACION (RFI)				N° RFO:02
PROYECTO:	AMPLIACIÓN DE PABELLONES DE LA I.E. N° 56435 DE MIRAFLORES, ESPINAR – CUSCO, 2021			
N° DE COLISIONES:	1	FECHA:	1/11/2022	
NIVEL Y EJE:	1 NIVEL	ESPECIALIDA	II. EE. VS II.SS	
TIPO :	INTERFERENCIA	CATEGORIA:	GRAVE	
DESCRIPCION: Tuberia de electricidad ( luminaria) bloque E se intercepta con tuberia de 4 pulgadas sistema de desague				

Fuente: Elaboración propia

Figura 39. Interferencia 3

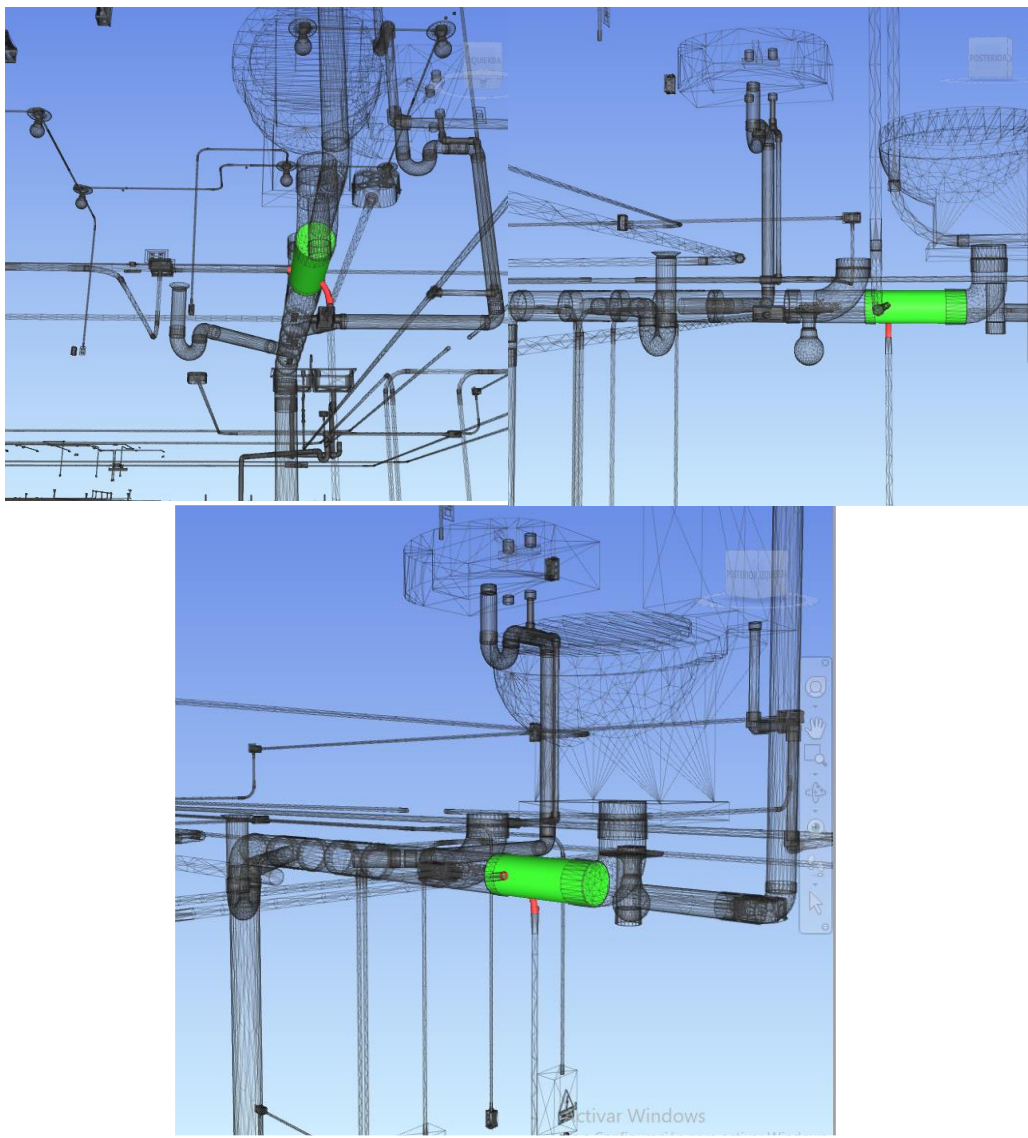
SOLICITUD DE REQUERIMIENTO DE INFORMACION (RFI)		N° RFO:03	
PROYECTO:	AMPLIACIÓN DE PABELLONES DE LA I.E. N° 56435 DE MIRAFLORES, ESPINAR – CUSCO, 2021		
N° DE COLISIONES:	1	FECHA:	1/11/2022
NIVEL Y EJE:	1 NIVEL	ESPECIALIDA	II. EE. VS II.SS
TIPO :	INTERFERENCIA	CATEGORIA:	GRAVE

**DESCRIPCION:** Tuberia de electricidad ( tomacorriente) bloque E se intercepta con tuberia de 4 pulgadas sistema de desague

Fuente: Elaboración propia

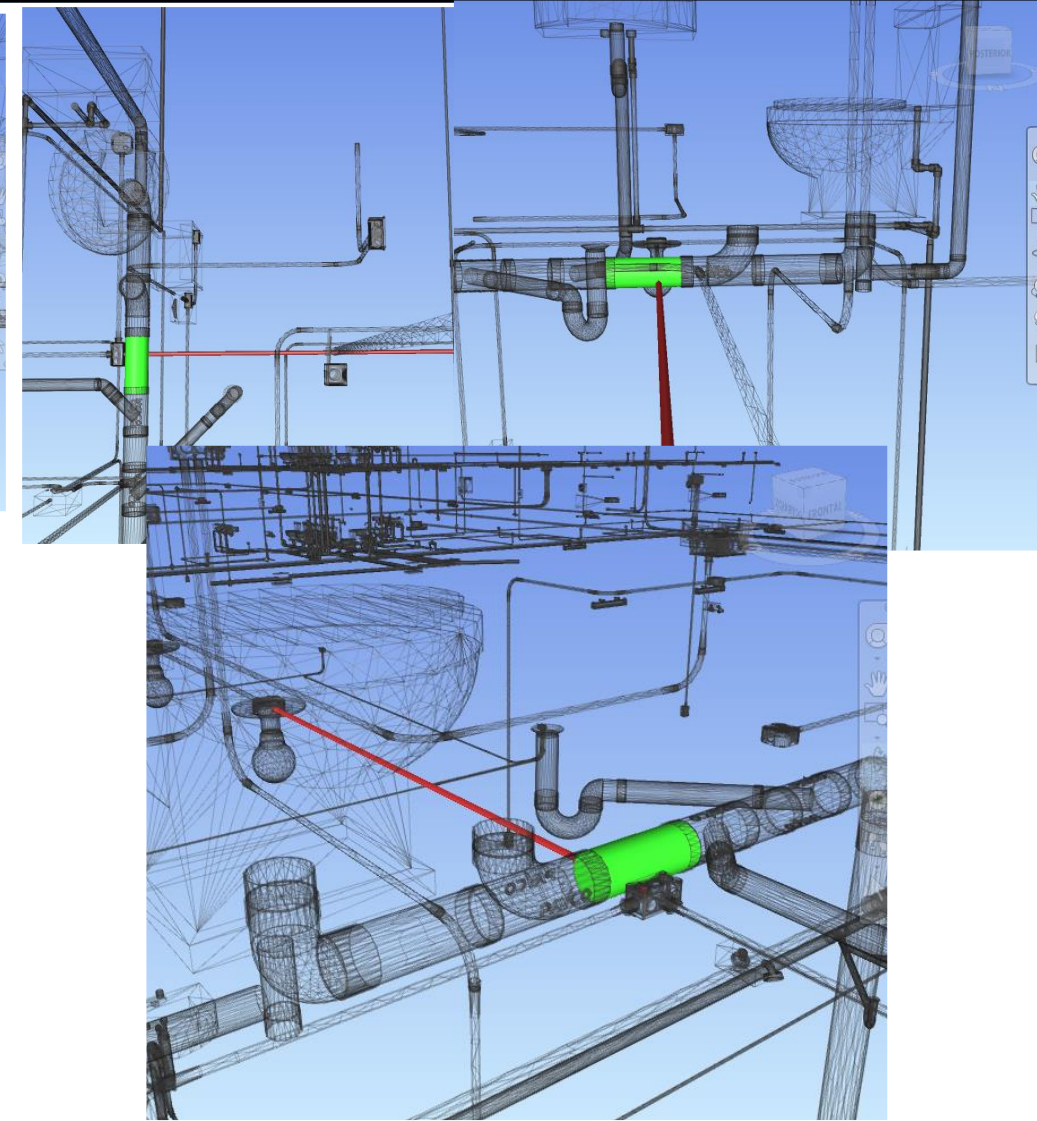


Figura 40. Interferencia 4

SOLICITUD DE REQUERIMIENTO DE INFORMACION (RFI)				N° RFO:04
PROYECTO:	AMPLIACIÓN DE PABELLONES DE LA I.E. N° 56435 DE MIRAFLORES, ESPINAR – CUSCO, 2021			
N° DE COLISIONES:	1	FECHA:	1/11/2022	
NIVEL Y EJE:	1 NIVEL	ESPECIALIDA	II. EE. VS II.SS	
TIPO :	INTERFERENCIA	CATEGORIA:	GRAVE	
DESCRIPCION: Tuberia de electricidad ( luminaria ) bloque E se intercepta con tuberia de 4 pulgadas sistema de desague				
				

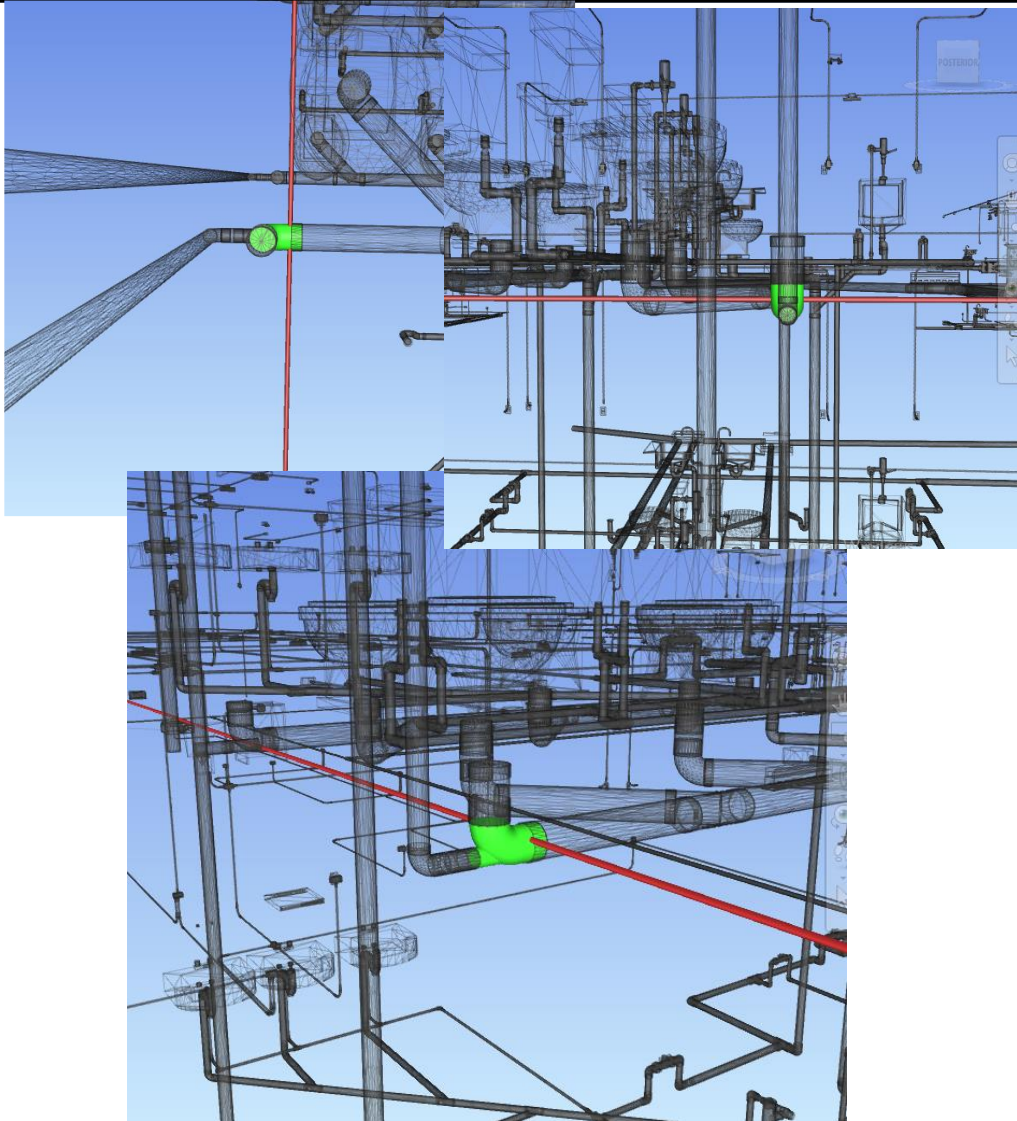
Fuente: Elaboración propia

*Figura 41. Interferencia 5*

SOLICITUD DE REQUERIMIENTO DE INFORMACION (RFI)				N° RFO:05
PROYECTO:	AMPLIACIÓN DE PABELLONES DE LA I.E. N° 56435 DE MIRAFLORES, ESPINAR – CUSCO, 2021			
N° DE COLISIONES:	1	FECHA:	1/11/2022	
NIVEL Y EJE:	1 NIVEL	ESPECIALIDA	II. EE. VS II.SS	
TIPO :	INTERFERENCIA	CATEGORIA:	GRAVE	
<b>DESCRIPCION:</b> Tuberia de electricidad ( luminaria ) bloque E se intercepta con tuberia de 4 pulgadas sistema de desague				
				

*Fuente: Elaboración propia*

Figura 42. Interferencia 6

SOLICITUD DE REQUERIMIENTO DE INFORMACION (RFI)				N° RFO:06
PROYECTO:	AMPLIACIÓN DE PABELLONES DE LA I.E. N° 56435 DE MIRAFLORES, ESPINAR – CUSCO, 2021			
N° DE COLISIONES:	1	FECHA:	1/11/2022	
NIVEL Y EJE:	1 NIVEL	ESPECIALIDA	II. EE. VS II.SS	
TIPO :	INTERFERENCIA	CATEGORIA:	GRAVE	
DESCRIPCION: Tuberia de electricidad ( luminaria ) bloque E se intercepta con codo sanitario de 4 pulgadas sistema de desague				
				

Fuente: Elaboración propia





Figura 43. Interferencia 7

SOLICITUD DE REQUERIMIENTO DE INFORMACION (RFI)				N° RFO:07	
<b>PROYECTO:</b>	AMPLIACIÓN DE PABELLONES DE LA I.E. N° 56435 DE MIRAFLORES, ESPINAR – CUSCO, 2021				
<b>N° DE COLISIONES:</b>	1	<b>FECHA:</b>	1/11/2022		
<b>NIVEL Y EJE:</b>	1 NIVEL	<b>ESPECIALIDA</b>	II. EE. VS II.SS		
<b>TIPO :</b>	INTERFERENCIA	<b>CATEGORIA:</b>	GRAVE		
<b>DESCRIPCION:</b> Tuberia de electricidad ( tomacorriente) bloque f se intercepta con tuberia de 4 pulgadas sistema de desague					

Fuente: Elaboración propia



Figura 44. Interferencia 8

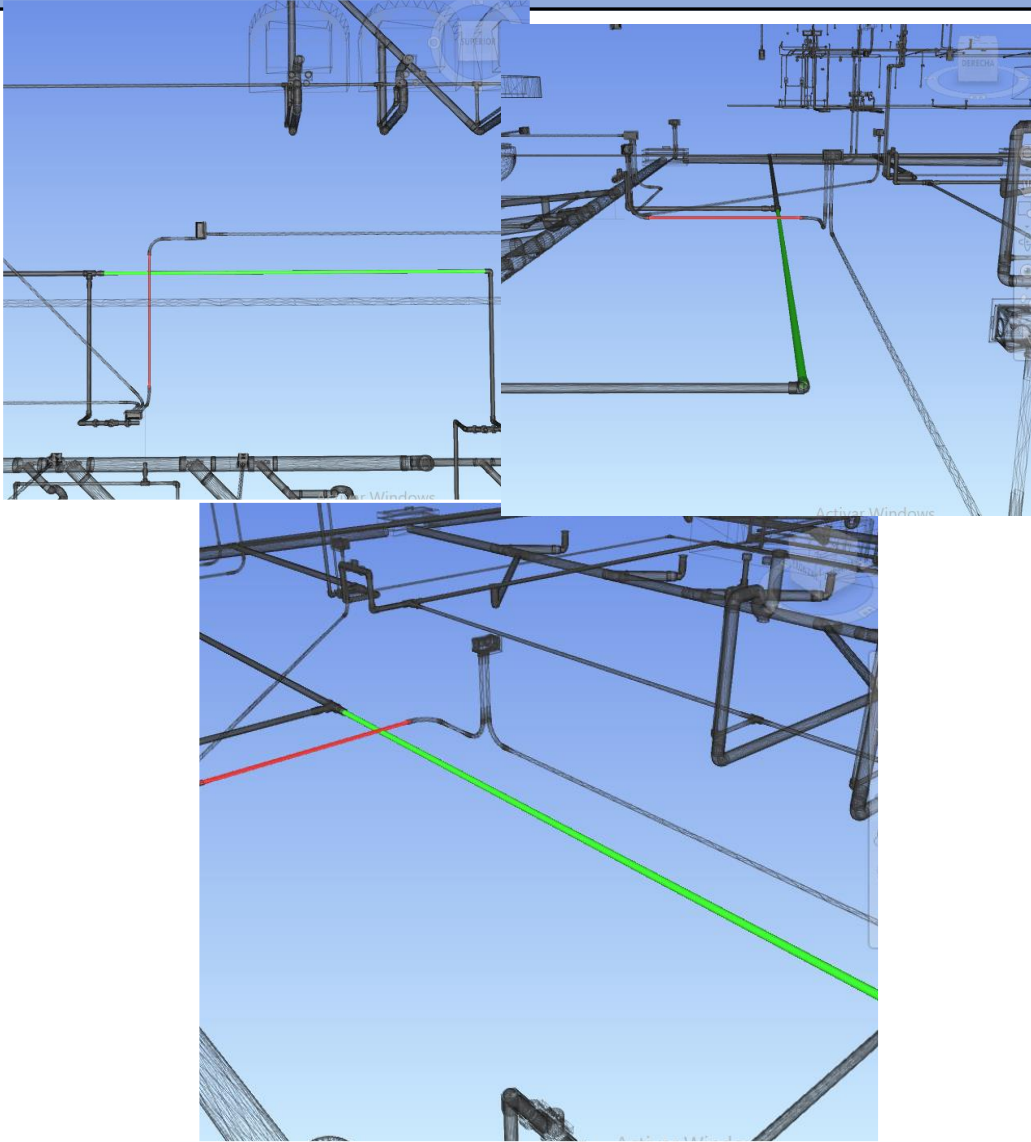
SOLICITUD DE REQUERIMIENTO DE INFORMACION (RFI)				N° RFO:08
PROYECTO:	AMPLIACIÓN DE PABELLONES DE LA I.E. N° 56435 DE MIRAFLORES, ESPINAR – CUSCO, 2021			
N° DE COLISIONES:	1	FECHA:	1/11/2022	
NIVEL Y EJE:	1 NIVEL	ESPECIALIDA	II. EE. VS II.SS	
TIPO :	INTERFERENCIA	CATEGORIA:	GRAVE	

**DESCRIPCION:** Tuberia de electricidad ( tomacorriente) bloque f se intercepta con tuberia de 1/2 pulgadas sistema de agua fria

Fuente: Elaboración propia



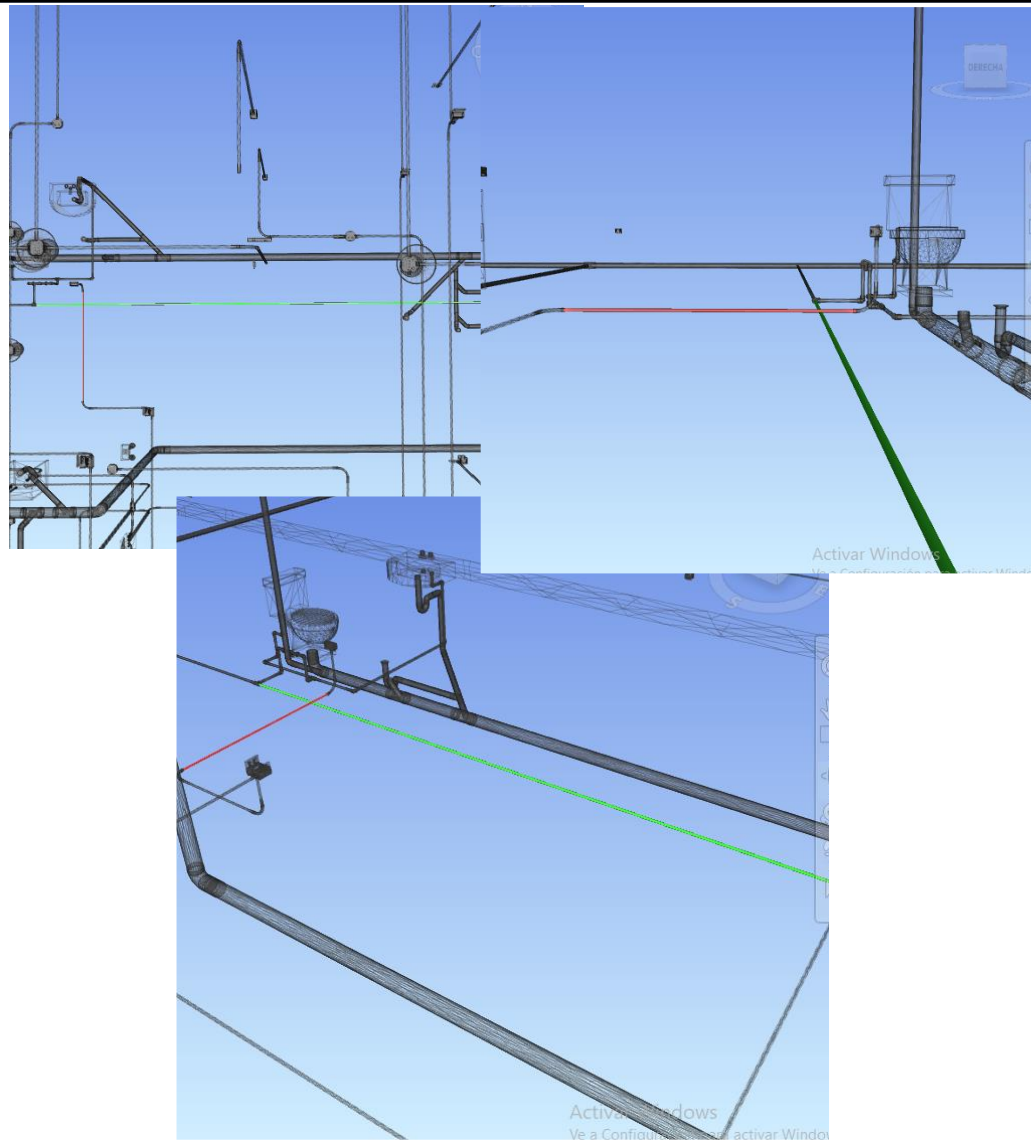
Figura 45. Interferencia 9

SOLICITUD DE REQUERIMIENTO DE INFORMACION (RFI)				N° RFO:09
PROYECTO:	AMPLIACIÓN DE PABELLONES DE LA I.E. N° 56435 DE MIRAFLORES, ESPINAR – CUSCO, 2021			
N° DE COLISIONES:	1	FECHA:	1/11/2022	
NIVEL Y EJE:	1 NIVEL	ESPECIALIDA	II. EE. VS II.SS	
TIPO :	INTERFERENCIA	CATEGORIA:	GRAVE	
DESCRIPCION: Tuberia de electricidad ( tomacorriente) bloque f se intercepta con tuberia de 1/2 pulgadas sistema de agua fria				
				

Fuente: Elaboración propia

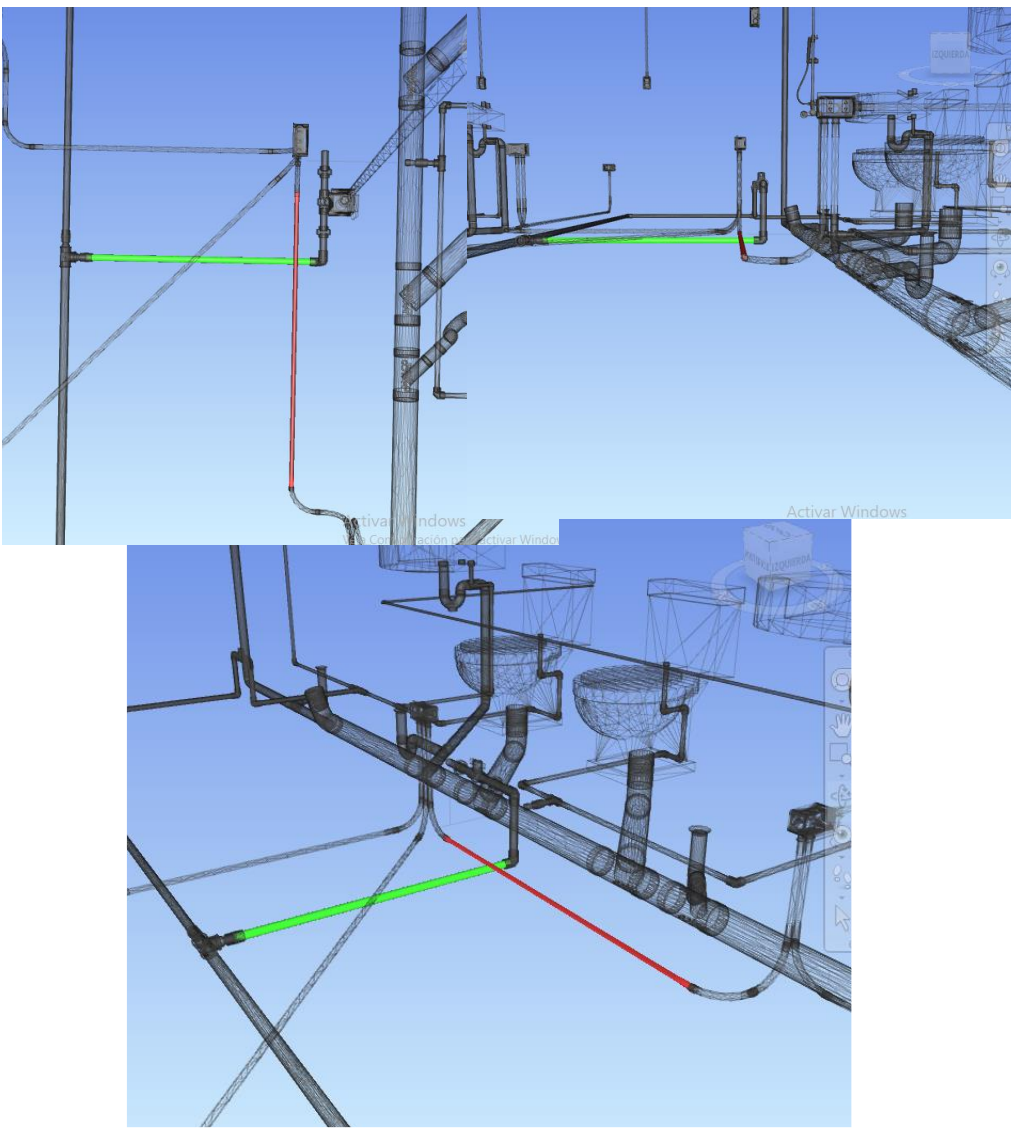


Figura 46. Interferencia 10

SOLICITUD DE REQUERIMIENTO DE INFORMACION (RFI)				N° RFO:10
PROYECTO:	AMPLIACIÓN DE PABELLONES DE LA I.E. N° 56435 DE MIRAFLORES, ESPINAR – CUSCO, 2021			
N° DE COLISIONES:	1	FECHA:	1/11/2022	
NIVEL Y EJE:	1 NIVEL	ESPECIALIDA	II. EE. VS II.SS	
TIPO :	INTERFERENCIA	CATEGORIA:	GRAVE	
DESCRIPCION: Tuberia de electricidad ( tomacorriente) bloque f se intercepta con tuberia de 1/2 pulgadas sistema de agua fria				
				

Fuente: Elaboración propia

Figura 47. Interferencia 11

SOLICITUD DE REQUERIMIENTO DE INFORMACION (RFI)				N° RFO:11
PROYECTO:	AMPLIACIÓN DE PABELLONES DE LA I.E. N° 56435 DE MIRAFLORES, ESPINAR – CUSCO, 2021			
N° DE COLISIONES:	1	FECHA:	1/11/2022	
NIVEL Y EJE:	1 NIVEL	ESPECIALIDA	II. EE. VS II.SS	
TIPO :	INTERFERENCIA	CATEGORIA:	GRAVE	
DESCRIPCION: Tuberia de electricidad ( tomacorriente) bloque g se intercepta con tuberia de 1/2 pulgadas sistema de agua fria				
				

Fuente: Elaboración propia

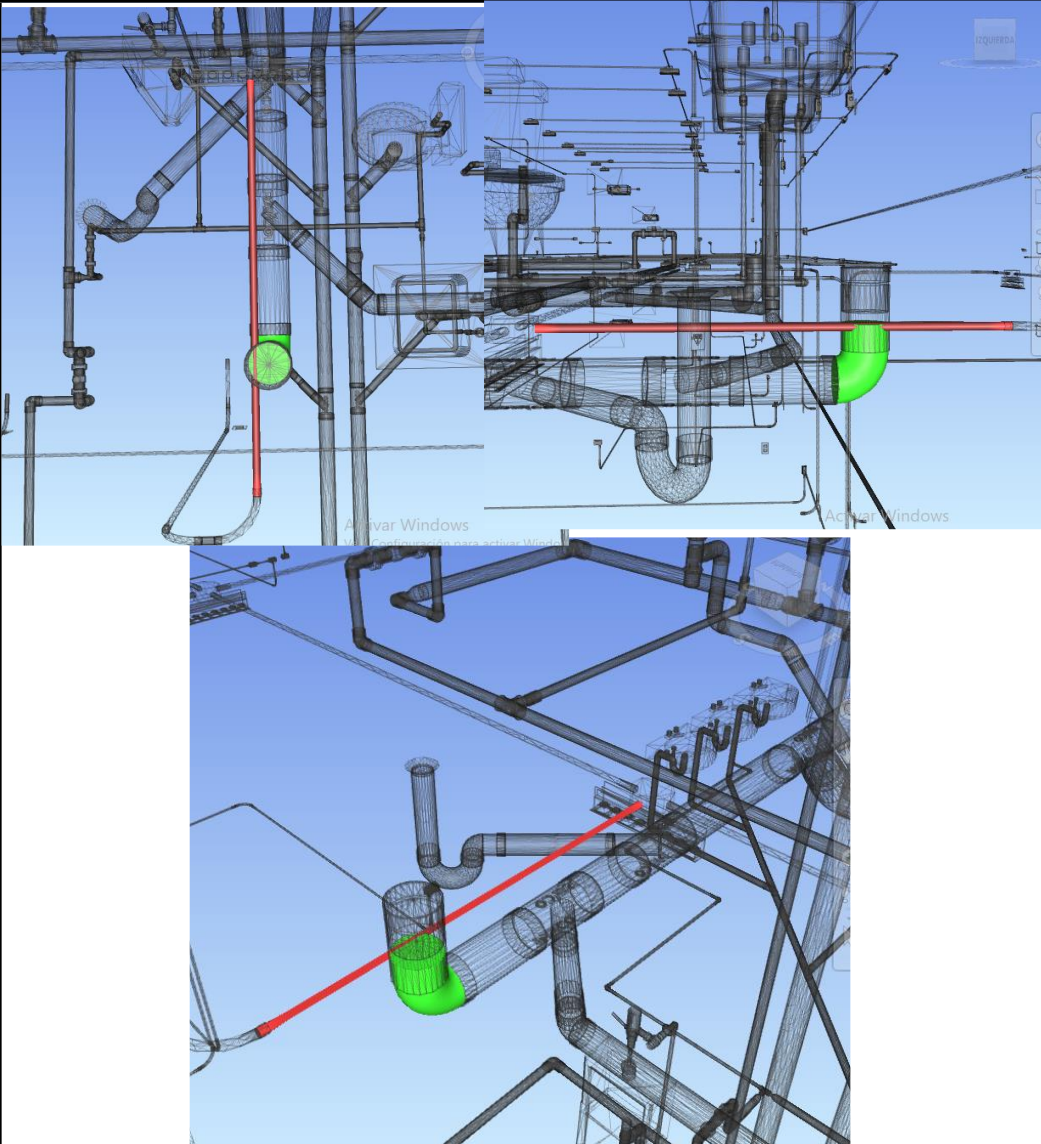


Figura 48. Interferencia 12

SOLICITUD DE REQUERIMIENTO DE INFORMACION (RFI)				N° RFO:12	
PROYECTO:	AMPLIACIÓN DE PABELLONES DE LA I.E. N° 56435 DE MIRAFLORES, ESPINAR – CUSCO, 2021				
N° DE COLISIONES:	1	FECHA:	1/11/2022		
NIVEL Y EJE:	1 NIVEL	ESPECIALIDA	II. EE. VS II.SS		
TIPO :	INTERFERENCIA	CATEGORIA:	GRAVE		
DESCRIPCION: Tuberia de electricidad ( tomacorriente) bloque g se intercepta con tuberia de 1/2 pulgadas sistema de agua fria					

Fuente: Elaboración propia

*Figura 49. Interferencia 13*

SOLICITUD DE REQUERIMIENTO DE INFORMACION (RFI)				N° RFO:13
PROYECTO:	AMPLIACIÓN DE PABELLONES DE LA I.E. N° 56435 DE MIRAFLORES, ESPINAR – CUSCO, 2021			
N° DE COLISIONES:	1	FECHA:	1/11/2022	
NIVEL Y EJE:	1 NIVEL	ESPECIALIDA	II. EE. VS II.SS	
TIPO :	INTERFERENCIA	CATEGORIA:	GRAVE	
DESCRIPCION: Tuberia de electricidad ( tomacorriente) bloque g se intercepta con tuberia de 4 pulgadas sistema de desague				
				

*Fuente: Elaboración propia*



*Tabla 21. Gravedad de incompatibilidades*

<b>Proceso</b>	<b>Implementación BIM (Dicotomía)</b>	<b>Incompatibilidad (escala)</b>	<b>Incompatibilidades (gravedad)</b>
Elaboración del expediente técnico	1	-	-
Elaboración del expediente técnico	0	-	-
Estructuras	1	-	-
Estructuras	0	-	-
Concreto en zapatas	1	0.85	Grave
Concreto en zapatas	0	-	-
Concreto en vigas de cimentación	1	0.80	Grave
Concreto en vigas de cimentación	0	-	-
Concreto en viga inclinada	1	0.30	Leve
Concreto en viga inclinada	0	-	-
Concreto en sobrecimientos	1	0.95	Grave
Concreto en sobrecimientos	0	-	-
Concreto en columnas	1	0.30	Leve
Concreto en columnas	0	-	-
Concreto en columnetas	1	0.85	Grave





Concreto en columnetas	0	-	-
Concreto en vigas peraltadas	1	0.35	Leve
Concreto en vigas peraltadas	0	-	-
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	1	0.55	Ligeramente grave
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	0	-	-
Concreto en losa maciza	1	0.30	Leve
Concreto en losa maciza	0	-	-
Arquitectura	1	0.80	Grave
Arquitectura	0	-	-
Muro de albañilería	1	0.90	Grave
Muro de albañilería	0	-	-
Falso piso	1	0.90	Grave
Falso piso	0	-	-
Instalaciones Eléctricas	1	0.85	Leve
Instalaciones Eléctricas	0	-	-
Equipos eléctricos	1	0.80	Grave
Equipos eléctricos	0	-	-
Luminarias	1	0.25	Leve
Luminarias	0	-	-
Interruptores	1	0.95	Grave



Interruptores	0	-	-
Tomacorrientes	1	0.80	Grave
Tomacorrientes	0	-	-
Tubería de línea eléctrica	1	0.85	Grave
Tubería de línea eléctrica	0	-	-
Uniones de tubo	1	0.55	Ligeramente grave
Uniones de tubo	0	-	-
Salida de internet	1	0.80	Grave
Salida de internet	0	-	-
Instalaciones Sanitarias	1	0.85	Grave
Instalaciones Sanitarias	0	-	-
Salida de agua fría	1	0.70	Ligeramente grave
Salida de agua fría	0	-	-
Salida de desagüe	1	0.80	Grave
Salida de desagüe	0	-	-
Tubería de agua fría	1	0.85	Grave
Tubería de agua fría	0	-	-
Válvulas	1	0.30	Leve
Válvulas	0	-	-
Uniones de tubería	1	0.80	Grave
Uniones de tubería	0	-	-
Tubería CPVC	1	0.85	Grave
Tubería CPVC	0	-	-
Válvula caliente sanitaria	1	0.40	Leve



Válvula caliente sanitaria	0	-	-
Uniones de tubería CPVC	1	0.80	Grave
Uniones de tubería CPVC	0	-	-
Tubería sanitaria	1	0.85	Grave
Tubería sanitaria	0	-	-
Accesorios sanitarios	1	0.45	Leve
Accesorios sanitarios	0	-	-

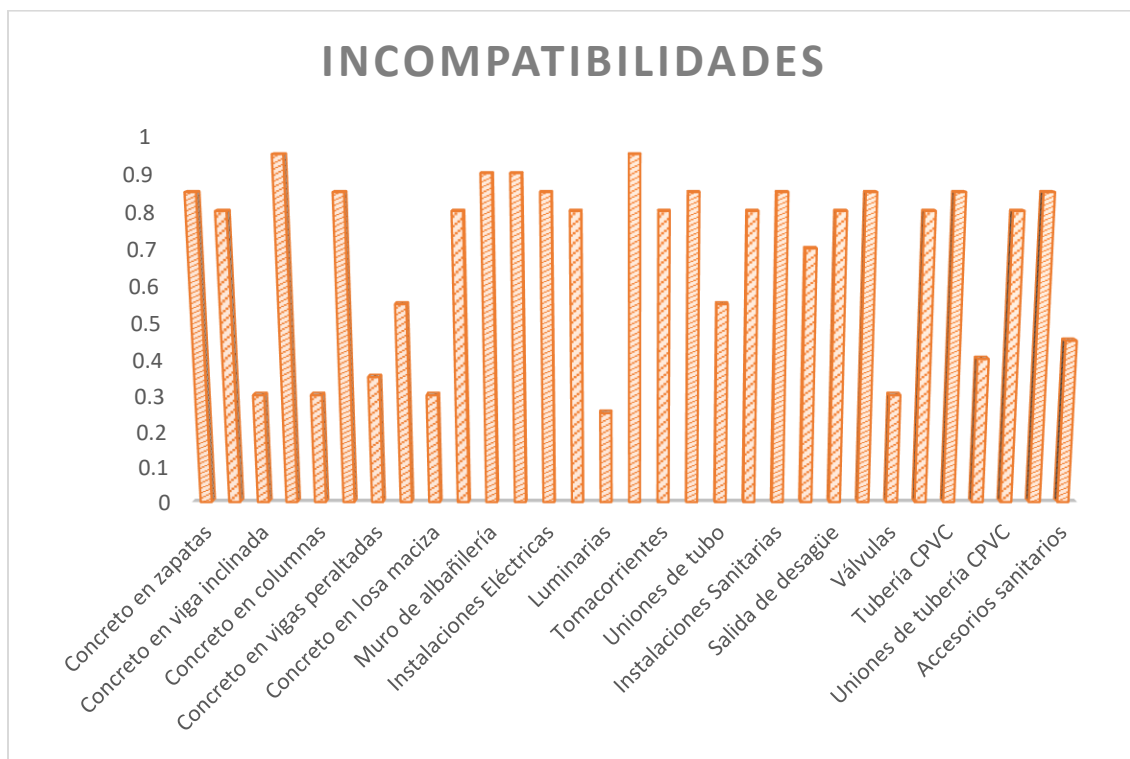
*Fuente: elaboración propia*

**Tabla 22: Rango de gravedad**

<b>Intervalo</b>	<b>Gravedad</b>
< 0.24	Ligeramente Leve
0.25 – 0.49	Leve
0.50 – 0.74	Ligeramente Grave
0.75 – 0.99	Grave

*Fuente: elaboración propia*

Figura 50. Análisis de incompatibilidades



Fuente: elaboración propia

## 4.2. Resultados respecto al objetivo general

### 4.2.1. Determinación de la influencia de la metodología BIM en la etapa de diseño del proyecto

Finalmente obtenemos una tabla resumen que relaciona el costo, tiempo y las incompatibilidades presentes en la implementación de la metodología BIM en la etapa de diseño del expediente técnico de los 3 pabellones.

Tabla 23. Influencia de BIM en la etapa de diseño

Proceso	Implementación BIM (Dicotomía)	Análisis de Costos (Soles)	Análisis de tiempos (minutos)	Incompatibilidades (Unidades)
Elaboración del expediente técnico	1	-	-	-



Elaboración del expediente técnico	0	-	-	-
Estructuras	1	-	-	-
Estructuras	0	-	-	-
Concreto en zapatas	1	28433.63	120	Grave
Concreto en zapatas	0	29064.51	200	-
Concreto en vigas de cimentación	1	11162.60	60	Grave
Concreto en vigas de cimentación	0	12469.80	90	-
Concreto en viga inclinada	1	21754.48	180	Leve
Concreto en viga inclinada	0	22258.05	250	-
Concreto en sobrecimientos	1	5623.13	120	Grave
Concreto en sobrecimientos	0	6315.96	200	-
Concreto en columnas	1	26821.78	60	Leve
Concreto en columnas	0	31400.85	100	-
Concreto en columnetas	1	3783.62	120	Grave
Concreto en columnetas	0	5943.21	200	-
Concreto en vigas peraltadas	1	17224.39	120	Leve
Concreto en vigas peraltadas	0	25889.47	210	-
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	1	25498.62	60	Ligeramente grave
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	0	27576.59	90	-
Concreto en losa maciza	1	7526.92	120	Leve
Concreto en losa maciza	0	7975.14	200	-
Arquitectura	1	-	-	Grave
Arquitectura	0	-	-	-
Muro de albañilería	1	51860.70	120	Grave
Muro de albañilería	0	59374.73	250	-
Falso piso	1	9118.26	60	Grave
Falso piso	0	11425.50	100	-
Instalaciones Eléctricas	1	-	-	Leve
Instalaciones Eléctricas	0	-	-	-



Equipos eléctricos	1	15144.90	300	Grave
Equipos eléctricos	0	15144.90	420	-
Luminarias	1	22031.09	240	Leve
Luminarias	0	25312.32	310	-
Interruptores	1	1072.50	300	Grave
Interruptores	0	1270.50	420	-
Tomacorrientes	1	3085.50	240	Grave
Tomacorrientes	0	4477.00	310	-
Tubería de línea eléctrica	1	6522.18	180	Grave
Tubería de línea eléctrica	0	7945.42	250	-
Uniones de tubo	1	48420.04	120	Ligeramente grave
Uniones de tubo	0	54203.10	150	-
Salida de internet	1	770.94	180	Grave
Salida de internet	0	3083.76	270	-
Instalaciones Sanitarias	1	-	-	Grave
Instalaciones Sanitarias	0	-	-	-
Salida de agua fría	1	6358.88	180	Ligeramente grave
Salida de agua fría	0	7799.51	300	-
Salida de desagüe	1	1493.41	120	Grave
Salida de desagüe	0	2217.49	250	-
Tubería de agua fría	1	9171.04	120	Grave
Tubería de agua fría	0	9739.93	240	-
Válvulas	1	345.32	180	Leve
Válvulas	0	610.95	300	-
Uniones de tubería	1	1952.86	120	Grave
Uniones de tubería	0	2605.07	250	-
Tubería CPVC	1	3753.99	180	Grave
Tubería CPVC	0	6505.32	300	-
Válvula caliente sanitaria	1	396.00	120	Leve
Válvula caliente sanitaria	0	792.00	250	-
Uniones de tubería CPVC	1	763.01	120	Grave
Uniones de tubería CPVC	0	893.28	240	-
Tubería sanitaria	1	1979.84	180	Grave
Tubería sanitaria	0	3947.89	300	-



Accesorios sanitarios	1	2043.36	120	Leve
Accesorios sanitarios	0	2465.10	250	-

*Fuente: elaboración propia*

**Tabla 24.** Influencia de BIM en la optimización de la etapa de diseño

<b>Proceso</b>	<b>Metrados (%)</b>	<b>Costos (%)</b>	<b>Tiempo (%)</b>
Concreto en zapatas	4%	4%	40.00%
Concreto en vigas de cimentación	13%	13%	33.33%
Concreto en sobrecimientos	10%	10%	28.00%
Concreto en columnas	17%	17%	40.00%
Concreto en columnetas	37%	37%	40.00%
Concreto en vigas peraltadas	33%	33%	40.00%
Concreto en losa aligerada e = 20 mm	9%	9%	42.86%
Concreto en losa maciza	6%	6%	33.33%
Muro de albañilería	14%	14%	52.00%
Falso piso	33%	33%	40.00%
Equipos eléctricos	0%	0%	28.57%
Luminarias	9%	9%	22.58%
Interruptores	16%	16%	28.57%
Tomacorrientes	32%	32%	22.58%
Tubería de línea eléctrica	18%	18%	28.00%
Uniones de tubo	10%	10%	20.00%
Salida de internet	75%	75%	33.33%
Salida de agua fría	23%	23%	40.00%
Salida de desagüe	36%	36%	52.00%
Tubería de agua fría	11%	11%	50.00%
Válvulas	44%	44%	40.00%
Uniones de tubería	17%	17%	52.00%
Tubería CPVC	42%	42%	36.05%



Válvula caliente sanitaria	50%	50%	40.00%
Uniones de tubería CPVC	15%	15%	33.33%
Tubería sanitaria	44%	44%	28.00%
Accesorios sanitarios	12%	12%	40.00%

---

*Fuente: elaboración propia*

### **Interpretación:**

En la tabla 24 se puede apreciar que luego de haber analizado el costo, tiempo y las incompatibilidades del proyecto educativo se tiene un mejor resultado respecto a la utilización de la Metodología BIM, siendo una reducción máxima del 52% en cuanto a tiempos de modelamiento y un 75% en cuanto a costos. Por otro lado, las incompatibilidades son un hecho que resalta más respecto a la metodología tradicional, debido a que con la metodología tradicional no existe una herramienta que nos muestre o indique cuáles son esas incompatibilidades, el grado en el cual afecta a la funcionalidad estructural, con el Navisworks se logró encontrar todas estas incompatibilidades y darles una solución para ver los metrados y costos reales posteriores.





## CAPITULO V: DISCUSIÓN

### 5.1. Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos

- ❖ La especialidad que presentaba mayor cantidad de interferencias e incompatibilidades fue la de instalaciones eléctricas, la cual interfería en gran parte con las conexiones de los elementos estructurales e incluso instalaciones sanitarias.
- ❖ Dentro de las actividades contempladas en el diseño del pabellón, se tiene que la reducción más alta es del 52% debido a que el Revit brinda facilidades a la hora de modelar los accesorios sanitarios, incluyendo toda la información que esta requiere para su solicitud.
- ❖ La eliminación de interferencias permitió que los metrados y costos redujeran considerablemente hasta en un 75%, ya que dicha optimización no considera todas aquellas interferencias que generaban un crecimiento del metrado inicial.

### 5.2. Limitaciones del estudio

La limitación más relevante del presente del estudio realizado fue el enfoque tan específico que se dio al diseño del proyecto, es decir que se enfocó en el diseño de los planos, diseños 3D y metrados de las diversas especialidades de ingeniería, de determinados pabellones (pabellón D, pabellón E y pabellón F, G) lo que no permitió involucrar a otro tipo de estructuras, diferentes tanto en arquitectura como en uso a la de un pabellón (edificación). Esto no permitió conocer los resultados obtenidos en el diseño de otro tipo de estructuras al implementar la metodología del Building Information Modeling (BIM).

Otro detalle es el hecho de la gran cantidad de incompatibilidades y su gravedad, esto debido a que se aplicó solo BIM en la fase de modelado para la obtención de metrados, no obstante,



es necesario aplicar BIM desde el diseño estructural para reducir las incompatibilidades desde el inicio del desarrollo del expediente técnico.

### 5.3. Comparación crítica con la literatura existente:

#### 5.3.1. *Discusión 01:*

En la tesis “**Modelado y medición en BIM (building information modeling) siguiendo los criterios de la base de costes de la construcción de Andalucía (BCCA)**” tiene como **objetivo** modelar y crear objetos 3D BIM para poder automatizar la generación de metrados y presupuesto al asignar partidas con sus respectivas dimensiones.

La **población** utilizada es de 1 expediente técnico. El **resultado** nos muestra que se pudo crear con éxito estos objetos 3D BIM que nos permite automatizar la medición de partidas, así como su presupuesto, es así que podemos **concluir** que, la implementación de la metodología BIM nos permite ventajas nunca antes pensadas, permitiéndonos así la automatización de metrados y presupuestos, lo cual nos trae ahorro de tiempo y dinero.

#### **Por lo tanto, haciendo un análisis comparativo se puede aducir que:**

- ❖ Según la investigación realizada tomando en cuenta la metodología tradicional como la implementación de la metodología BIM, se coincide con la tesis “Modelado y medición en BIM (building information modeling) siguiendo los criterios de la base de costes de la construcción de Andalucía (BCCA)” afirmando que la implementación BIM cuenta con ventajas ostentosas que permite automatizar costo y tiempo.
- ❖ En la presente investigación se logró comprobar que la implementación BIM en un proyecto es eficaz a largo plazo, ya que tanto en inicio como en ejecución se logra



mejores resultados reduciendo de manera óptima los errores que involucraba la metodología tradicional.

### 5.3.2. *Discusión 02:*

En la tesis “**Implementación de la metodología BIM para elaborar proyectos mediante el software REVIT**” tienen como **objetivo** la implementación de la metodología BIM para la elaboración de expedientes técnicos de proyectos utilizando el software Revit.

La **población** utilizada es de 15 artículos. El **resultado** de la investigación nos muestra la creación indica que el software Revit tiene muchas ventajas y ya está presente en varios países como software BIM principal, es así que podemos **concluir** que Revit es uno de los mejores softwares BIM, que permite compartir información y coordinar entre las distintas especialidades, es así que podemos.

#### **Por lo tanto, haciendo un análisis comparativo se puede aducir que:**

- ❖ Según la investigación realizada tomando en cuenta la metodología tradicional como la implementación de la metodología BIM, se coincide con la tesis “Implementación de la metodología BIM para elaborar proyectos mediante el software REVIT” afirmando que la implementación de la metodología BIM a través del software REVIT logra mostrar de manera detallada el modelado, lo que conlleva a que haya mayor interacción en la coordinación con las demás especialidades.
- ❖ Finalmente, la presente investigación logra comprobar que la implementación BIM en proyectos ayuda de manera óptima en sus diferentes etapas.



### 5.3.3. *Discusión 03*

En la tesis “**Propuesta de mejora para el proceso de elaboración de expedientes técnicos en el Programa Nacional de Infraestructura Educativa**” tienen como **objetivo** elaborar una propuesta para disminuir la prolongación de tiempos específicamente en el diseño de expedientes técnicos.

El **resultado** nos muestra dos maneras de optimizar tiempos, una de ellas es la metodología BIM, que nos da una disminución del tiempo en un 40%, esto nos lleva a **concluir** que la metodología BIM nos permite optimizar enormemente los tiempos de diseño en expedientes técnicos, ya que evita las interferencias en planos y el tiempo que conlleva la corrección de estas.

**Por lo tanto, haciendo un análisis comparativo se puede aducir que:**

- ❖ Según la investigación realizada tomando en cuenta la metodología tradicional como la implementación de la metodología BIM, se coincide con la tesis “Propuesta de mejora para el proceso de elaboración de expedientes técnicos en el Programa Nacional de Infraestructura Educativa” afirmando que la implementación de la metodología BIM optimiza tiempo de diseño y costo en la elaboración de un expediente técnico.

Finalmente, la presente investigación ha comprobado que la implementación BIM se puede aplicar en todas las etapas de la elaboración de un proyecto de tal manera que ayuda a evitar errores por interferencias en planos y una mejor colaboración.



#### 5.4. Implicancias de estudio:

Se logró optimizar los tiempos y costos, y la identificación de incompatibilidades mediante la implementación BIM en la fase de diseño del la I.E. N.º 56435 de Miraflores, en comparación al diseño del expediente técnico con el cual se llevó a cabo la ejecución del proyecto.

La finalidad de la investigación fue el hecho de encontrar las incompatibilidades presentes en el proyecto, darles una solución mediante el Navisworks y con dicho modelado obtener los metrados reales para un análisis correcto de costos y tiempos.

Existen normativas y herramientas BIM que nos ayudan a identificar las incompatibilidades y llevar a cabo un modelado con información, los cuales se hicieron uso en esta investigación.

En efecto, al implementar BIM en la etapa de diseño se logra identificar las incompatibilidades, darle una solución y una optimización de tiempos y costos a la hora de llevar a cabo los modelados.

La búsqueda de reducir los tiempos al implementar el BIM se vio realizada, tal como lo demuestra reducciones notables de tiempo en actividades como la planificación inicial del proyecto, la misma ejecución de este y todo lo que esto involucraba como lo es el diseño de planos de las diversas especialidades y los detalles de estos, el modelado 3D y los metrados; así como la reducción de tiempo en la absolución de consultas y las respectivas modificaciones necesarias.



## CONCLUSIONES

- La metodología BIM es una manera de organización y sistematización de la información, ofrece facilidad dentro de la ejecución de un proyecto lo que proporciona un control más detallado y real de la información mediante un modelado 3D de la estructura, da confiabilidad y facilidad de modelado, así como corrección de errores. En la presente investigación se logró verificar el control en las cantidades de los insumos del proyecto, minimización de posibles errores.
- La optimización del tiempo de cada una de las actividades o fases que involucraron el diseño del proyecto fue notable, debido a automatización generada en cada uno de los procesos y resolución cada vez de menos interferencias, inclusive en la etapa de Diseño 3D que es la que demanda la mayor cantidad de tiempo para su realización dentro de la etapa de diseño.
- La automatización de la obtención de metrados, la precisión y especialización de estos, inclusive cuando se realizó modificaciones en el proyecto, permite una mejora significativa en el proceso para la elaboración de presupuestos.
- Se concluye que la aplicación de la metodología BIM en el proyecto de ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 DE MIRAFLORES tuvo una marcada influencia positiva en este proyecto de ingeniería, en diseño arquitectónico, modelado estructural, cuantificación de materiales y reducción del tiempo.



## RECOMENDACIONES

- Se recomienda analizar la importancia de las utilidades de la implementación de BIM y sus correspondientes herramientas de trabajo
- Se recomienda el análisis de la metodología BIM antes y durante el proceso constructivo, tomando en cuenta las ventajas que este podría brindar.
- Se recomienda la implementación BIM en la parte de diseño estructural viendo posibilidades de optimización de costos y/o mejora de la calidad del producto ayudado con softwares como “Robot Structural Analysis”.
- Se recomienda realizar un estudio de las especificaciones técnicas para la optimización de las partidas.
- Se recomienda la incorporación de un curso de BIM en el plan de estudio de la escuela de ingeniería civil en la Universidad Andina del Cusco, para que de esta manera los alumnos salgan con mejor proyección y sean de aporte en las futuras obras de la Ciudad del Cusco.
- Se recomienda aplicar la metodología BIM a todos los proyectos de ingeniería civil, inclusive en aquellos que se crea que no tiene ninguna complejidad dado que las interferencias e incompatibilidades entre especialidades siempre estarán presentes por más pequeños que sean los proyectos, generando demoras y en consecuencia mayores costos de inversión.
- La implementación de la metodología BIM en Latinoamérica, Perú y los países del tercer mundo sirven de ayuda en la generación de nuevas tecnologías en el ámbito de la construcción, de esta manera es un gran aporte para la ingeniería ya que nos permite mejorar la parte de planificación y ejecución de proyectos optimizando tiempo, costo, producción y recursos, es por ello que se realiza este trabajo de investigación para promover el uso de esta metodología a futuros colegas y de uso referencial para la aplicación en la proyección de proyectos privados



y públicos, generando que la ingeniería no solo en países del primer mundo si no también en Latinoamérica y en Perú tenga la posibilidad de estar actualizados con metodologías tecnológicas en el rubro de la construcción.





## BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara, P. (2013). *Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías BIM* [Concytec].  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI\\_7ced0ea26a2bcd634d4ae0e9eaf9c6a0](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_7ced0ea26a2bcd634d4ae0e9eaf9c6a0)
- Amaya, M., & Sierra, J. (2021). *Análisis de comparación con la metodología BIM en proyecto de vivienda multifamiliar en el municipio de Acacias - Meta* [Universidad de la Salle].  
[https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/944](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/944)
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación* (6th ed.).
- Ariza, D. (2017). Efectividad de la gestión de los proyectos: una perspectiva constructivista. *Obras y Proyectos*, 22, 75–85. <https://doi.org/10.4067/S0718-28132017000200075>
- Asana. (2022). *¿Qué es el diseño de proyectos? 7 pasos que incluyen consejos de expertos*.  
<https://asana.com/es/resources/project-design>
- Autodesk. (2021). *Software de BIM multidisciplinar para diseños coordinados de mayor calidad*. <https://www.asidek.es/arquitectura-e-ingenieria/autodesk-revit/>
- Bredella, N. (2019). Simulation and Architecture: Mapping Building Information Modeling. *NTM Zeitschrift Für Geschichte Der Wissenschaften, Technik Und Medizin*, 27(4), 419–441. <https://doi.org/10.1007/s00048-019-00224-9>
- CAF, B. de D. de A. L. (2011). Diagnóstico estratégico y propuestas para una agenda prioritaria Transporte. *La Infraestructura En El Desarrollo Integral de América Latina*.  
[http://www.iirsa.org/admin\\_iirsa\\_web/Uploads/Documents/CAF transporte 2011.pdf](http://www.iirsa.org/admin_iirsa_web/Uploads/Documents/CAF transporte 2011.pdf)
- Castillo, F., Castro, J., Avilés, N., & Ramos, E. (2020). Metodología BIM en el desarrollo de



proyectos de construcción moderna con miras al Bicentenario. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 7(1). <https://doi.org/10.26495/icti.v7i1.1356>

Cerón, I., & Liévano, D. (2017). *Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida en un proyecto* [Universidad Católica de Colombia].  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Chacón, D., & Cuervo, G. (2017). *Implementación de la metodología BIM para elaborar proyectos mediante el software REVIT*.

CivilGeek. (2018). *Delphin Express: Programa de Costos & Presupuestos*.  
<https://civilgeeks.com/2014/07/07/delphin-express-programa-de-costos-presupuestos/>

Cózar, E. (2017). *Modelado y medición en BIM (building information modeling) siguiendo los criterios de la base de costes de la construcción de Andalucía (BCCA)*.  
<http://hdl.handle.net/11441/64210>

Dcvconsultores. (2017). *¿Qué es BIM?* <https://www.dcvconsultores.com/que-es-bim/>

Deutsch, R. (2011). *BIM and Integrated Design: Strategies for Architectural Practice*.  
<https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=pYtxLE5ivlsC&oi=fnd&pg=PT6&dq=deutsch+2011+bim&ots=SUMBMGDjA1&sig=qZyMOtATfg2l7kpW0OhOruIzhWY#v=onepage&q=deutsch+2011+bim&f=false>

Diario El Peruano. (2021). *Aprueban la “Nota Técnica de Introducción BIM: Adopción en la Inversión Pública” y la “Guía Nacional BIM: Gestión de la Información para inversiones desarrolladas con BIM.”* <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-la-nota-tecnica-de-introduccion-bim-adopcion-en-l-resolucion-directoral-n-0005-2021-ef6301-1977304-1/>



- Educacionred.pe. (2019, February 14). *Niños de centro poblado de Calca estudiarán en moderno colegio*. <https://noticia.educacionenred.pe/2019/02/cusco-ninos-centro-poblado-calca-estudiaran-moderno-colegio-169086.html>
- Espejo, Y. (2022). *Aplicación de metodología BIM en etapa de diseño y planificación de infraestructura hidráulica: Bocatoma Las Manzanas, Angamarca, 2021* [Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/19921>
- Fazli, A., Fathi, S., Enferadi, M., Fazli, M., & Fathi, B. (2014). Appraising Effectiveness of Building Information Management (BIM) in Project Management. *Procedia Technology*, 16, 1116–1125. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2014.10.126>
- Fosu, R., Suprabhas, K., Rathore, Z., & Cory, C. (2015). Integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information Systems (GIS) – a literature review and future needs. *32nd International Conference of CIB W78, Eindhoven, The Netherlands*. <https://itc.scix.net/paper/w78-2015-paper-020>
- Gómez, J. (2022). Las tecnologías digitales educativas: ¿fines de mercado o medios al servicio del aprendizaje crítico? *Revista Ensayos Pedagógicos*, 17(1), 19–38. <https://doi.org/10.15359/rep.17-1.1>
- Graphisoft. (2020). *Archicad, de Graphisoft ¿Qué es Archicad?* <https://www.espaciobim.com/archicad>
- Hernández, S. (2018). *Uso de la Metodología “BIM” en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016* [Universidad César Vallejo]. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12959/Hernández\\_RS.pdf?seq](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12959/Hernández_RS.pdf?seq)



uence=1&isAllowed=y

Invierte.pe, MEF, & Plan BIM Perú. (2021). *Guía Nacional BIM*.

[https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia\\_nacional\\_BIM.pdf](https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia_nacional_BIM.pdf)

Jobim, C., Stumpf, M., Edelweiss, R., & Kern, A. (2017). Análisis de la implantación de tecnología BIM en oficinas de proyecto y construcción en una ciudad de Brasil en 2015.

*Revista Ingeniería de Construcción*, 32(3), 185–194. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732017000300185>

Kaizen Arquitectura & Ingeniería. (2015). *Para todos los que se preguntan: ¿Qué es el BIM?*

<https://www.kaizenai.com/bim/que-es-el-bim/>

León, L., Cristóbal, M., & Guevara, E. (2019). *Propuesta de mejora para el proceso de elaboración de expedientes técnicos en el Programa Nacional de Infraestructura*

*Educativa*. <http://hdl.handle.net/11354/2427>

SNPMGI, (2020). [https://www.mef.gob.pe/es/?option=com\\_docman&language=es-](https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_docman&language=es-ES&Itemid=102431&lang=es-ES&view=list&slug=programacion-multianual-de-inversion-publica)

[ES&Itemid=102431&lang=es-ES&view=list&slug=programacion-multianual-de-inversion-publica](https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_docman&language=es-ES&Itemid=102431&lang=es-ES&view=list&slug=programacion-multianual-de-inversion-publica)

MINSA. (2021). *Pronis aplica tecnología constructiva BIM para la ejecución de los futuros*

*hospitales del país*. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/521068-pronis-aplica-tecnologia-constructiva-bim-para-la-ejecucion-de-los-futuros-hospitales-del-pais>

Moreno, D. (2021). *Implementación de metodología BIM En proyectos de infraestructura hospitalaria mediante Revit* [Unievrnsidad Católica de Colombia].

<https://hdl.handle.net/10983/26735>

Ortiz, F. (2003). *Metodología de la investigación* (Limusa (ed.)). <https://libreria->



limusa.com/producto/metodologia-de-la-investigacion/

OSCE. (2019). *Contratación de obras públicas*.

[https://portal.osce.gob.pe/osce/sites/default/files/Documentos/Capacidades/Capacitacion/Virtual/curso\\_contratacion\\_obras/libro\\_cap3\\_obras.pdf](https://portal.osce.gob.pe/osce/sites/default/files/Documentos/Capacidades/Capacitacion/Virtual/curso_contratacion_obras/libro_cap3_obras.pdf)

Oseda. (2011). *Validez de instrumentos*.

Paredes, J. (2022). *Planificación y modelado bajo la metodología building information modeling del expediente técnico educativo N° 1586 del distrito de Simbal, 2022*. [Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/18802>

Romero, H., Ñaupas, H., Pañacios, J., & Valdivida, M. (2018). *Metodología de la investigación. Cuantitativa – Cualitativa y redacción de la tesis*.

<https://edicionesdelau.com/producto/metodologia-de-la-investigacion-cuantitativa-cualitativa-y-redaccion-de-la-tesis-5a-edicion/>

Sacks, R., Eastman, C., Chang, L., & Teicholz, P. (2018). *BIM Handbook A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors* (I. John Wiley & Sons (ed.)). <https://www.wiley.com/en-us/BIM+Handbook:+A+Guide+to+Building+Information+Modeling+for+Owners,+Designers,+Engineers,+Contractors,+and+Facility+Managers,+3rd+Edition-p-9781119287537>

Saenz, A. (2012). *El Éxito de la Gestión de Proyectos: Un nuevo enfoque entre lo tradicional y lo dinámico*. [https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/117483/Arturo\\_Saenz\\_Tesis\\_2012\\_Rev\\_1.pdf](https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/117483/Arturo_Saenz_Tesis_2012_Rev_1.pdf)

Salazar, G. (2017). *Implementación del análisis de ingeniería de valor aplicado a proyectos inmobiliarios bajo la plataforma BIM en la fase de diseño*. Universidad Peruana de



Ciencias Aplicadas.

Saldias, R. (2010). *Estimación de los Beneficios de Realizar una Coordinación Digital de Proyectos con Tecnologías BIM*.

[https://www.researchgate.net/publication/46400888\\_Estimacion\\_de\\_los\\_Beneficios\\_de\\_Realizar\\_una\\_Coordinacion\\_Digital\\_de\\_Proyectos\\_con\\_Tecnologias\\_BIM](https://www.researchgate.net/publication/46400888_Estimacion_de_los_Beneficios_de_Realizar_una_Coordinacion_Digital_de_Proyectos_con_Tecnologias_BIM)

Salinas, J., & Ulloa, K. (2015). *Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan* [Universidad de Ciencias Aplicadas].

<http://hdl.handle.net/10757/528110>

Sampieri, H. (2018). *Metodología de la investigación* (6th ed.).

SGP. (2019). *Licencias de edificación: principales modificaciones al procedimiento* (R & C Holding S.R.L. (ed.)).

Torres, M. (2015). El método de proyectos. *El Método de Proyectos En Tecnología*.

<https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464945204/contido/crditos.html>

Velastegui, L., Velastegui, J., Noboa, V., & Moyon, M. (2019). Obtención de modelos 3D de estructuras de patrimonio cultural-urbano con el uso de tecnología escáner láser y SIG, como instrumentos para el desarrollo local. *Ciencia Digital*, 3(4.1), 51–65.

<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i4.1.980>

Yucra, M. (2020). *Análisis de aplicación de tecnologías BIM para la optimización de la constructabilidad en proyectos de ingeniería civil en la ciudad de Arequipa, 2019*.

<https://hdl.handle.net/20.500.12394/8078>



MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Método
¿De qué manera influye la implementación y evaluación de la metodología BIM en la mejora de la etapa de diseño del proyecto: “ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco - 2021”?	Determinar la influencia de la implementación y evaluación de la metodología BIM en la mejora de la etapa de diseño del proyecto: “Ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco – 2021”.	La implementación y evaluación de la metodología BIM en la mejora de la etapa de diseño del proyecto: “Ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco – 2021” nos permite reducir los costos y tiempos en conjunto, siendo capaz de solucionar las incompatibilidades del anteproyecto.	VI: Implementación de la metodología BIM	D1: Análisis del expediente técnico	I1: Verificación del plano 2D I2: Análisis de la memoria descriptiva	<b>Método:</b> Hipotético deductivo  <b>Enfoque o alcance:</b> Cuantitativo  <b>Técnica de recolección de datos:</b> Observación directa  <b>Tipo de investigación:</b> Aplicada  <b>Nivel o alcance:</b> Descriptivo  <b>Diseño de investigación:</b> No Experimental
				D2: Modelamiento LOD 300	I1: Modelado arquitectónico I2: Modelado estructural I3: Modelado de instalaciones eléctricas I4: Modelado de instalaciones sanitarias	
				D3: Incompatibilidades	I5: Incompatibilidades de la especialidad de instalaciones eléctricas	
				D4: Costos	I1: Costos directos e indirectos I2: Costos y tiempo de elaboración del expediente	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	
¿Cuál es el grado de	Analizar la	La implementación	VD: Mejora de la	D1: Tiempo	I1: Tiempo de	



<p>influencia de la implementación y evaluación de la metodología BIM en el tiempo de diseño del proyecto: “ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco - 2021”?</p>	<p>influencia de la implementación y evaluación de la metodología BIM en el tiempo de diseño del proyecto: “Ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco – 2021”.</p>	<p>y evaluación de la metodología BIM optimiza los tiempos de la elaboración del expediente técnico del proyecto: “Ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco – 2021” es capaz de optimizar los costos y tiempos en conjunto, siendo capaz de reducir las incompatibilidades del anteproyecto.</p>	<p>etapa de diseño de un proyecto</p>		<p>elaboración del expediente técnico</p> <p><b>I2:</b> Plazos de ejecución</p>	
<p>¿Cómo llega a influir la implementación y evaluación de la metodología BIM en el costo de diseño del proyecto: “ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco - 2021”?</p>	<p>Medir la influencia de la implementación y evaluación de la metodología BIM en el costo de diseño del proyecto: “Ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco – 2021”.</p>	<p>La implementación y evaluación de la metodología BIM reduce los costos directos, incrementa las utilidades e incrementa el costo la elaboración del expediente técnico del proyecto: “Ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar</p>		<p><b>D2:</b> Costo</p>	<p><b>I1:</b> Costo de elaboración del expediente técnico</p> <p><b>I2:</b> Costos directos</p> <p><b>I3:</b> Costos indirectos</p>	





		- Cusco – 2021” es capaz de optimizar los costos y tiempos en conjunto, siendo capaz de reducir las incompatibilidades del anteproyecto.				
¿La implementación y evaluación de la metodología BIM tiene algún efecto en la solución de incompatibilidades del proyecto: “ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco - 2021”?	Evaluar la influencia de la implementación y evaluación de la metodología BIM en la solución de incompatibilidades del proyecto: “Ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco – 2021”.	La implementación y evaluación de la metodología BIM visualiza y reduce las incompatibilidades presentes en el proyecto: “Ampliación de pabellones de la I.E. N° 56435 de Miraflores, Espinar - Cusco – 2021” es capaz de optimizar los costos y tiempos en conjunto, siendo capaz de reducir las incompatibilidades del anteproyecto.		<b>D3:</b> Incompatibilidades	<b>I5:</b> Incompatibilidades de la especialidad de instalaciones eléctricas	



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPILOCACION DE DATOS

PROYECTO: Implementación de la metodología BIM en la ampliación de Pabellones de la I.E. N.º 56435 de Miraflores Espinar-Cusco, 2021

AUTOR: Bach. Edu Jair Muñoz Velarde

I.- INFORMACIÓN GENERAL:					
UBICACION:		Pabellones de la I.E. N.º 56435			
DISTRITO:		Miraflores			
PROVINCIA:		Espinar			
DEPARTAMENTO:		Cusco			
II. D1: Analisis del expediente técnico					
I1: Verificación del plano 2D		I2: Analisis de la memoria descriptiva			
II. D2: Modelamiento LOD 300					
I1: Modelado arquitectónico		I2: Modelado estructural	I3: Modelado de instalaciones eléctricas	I4: Modelado de instalaciones sanitarias	
III. D3: Incompatibilidades					
I1: Incompatibilidades del expediente		I2: Incompatibilidades de la especialidad de arquitectura	I3: Incompatibilidades de la especialidad de estructuras	I4: Incompatibilidades de la especialidad de instalaciones sanitarias	I5: Incompatibilidades de la especialidad de instalaciones eléctricas
IV. D4: Costos, presupuestos y programación de obra					
I1: Costos directos e indirectos		I2: Costos y tiempo de elaboración del expediente	I3: Cronograma de actividades		
V. D1: Tiempo					
I1: Tiempo de elaboración del expediente técnico		I2: Plazos de ejecución			
VI. D2: Costo					
I1: Costo de elaboración del expediente técnico		I2: Costos directos	I3: Costos indirectos		
VII. D3: Incompatibilidades					
I1: Incompatibilidades del expediente		I2: Incompatibilidades de la especialidad de arquitectura	I3: Incompatibilidades de la especialidad de estructuras	I4: Incompatibilidades de la especialidad de instalaciones sanitarias	I5: Incompatibilidades de la especialidad de instalaciones eléctricas
EXPERTO A	APELLIDOS Y NOMBRES: Carlos Alberto Escalante Aguirre				
	PROFESIÓN: Ingeniero Civil				
	REGISTRO CIP No: 257271				
EXPERTO B	APELLIDOS Y NOMBRES: Catherine Mujica Espinoza				
	PROFESIÓN: Arquitecta				
	REGISTRO CAP No: 15173				
EXPERTO C	APELLIDOS Y NOMBRES: Flor de María Huancanca Espinoza				
	PROFESIÓN: Ingeniera Civil				
	REGISTRO CIP No: 137423				

EXPERTO		
A	B	C
0.83	0.87	0.85
0.88	0.87	0.87
0.87	0.86	0.88
0.82	0.86	0.85
0.80	0.82	0.80
0.85	0.83	0.91
0.82	0.83	0.82
0.89	0.88	0.94
0.85	0.86	0.91
0.8733		
<b>Excelente</b>		

Ingeniera B  
Nombre: Flor de María Huancanca Espinoza  
Nº Reg. Profesional: 117423

Ingeniero B  
Nombre: Carlos Alberto Escalante Aguirre  
Nº Reg. Profesional: 257271

Ingeniera B  
Nombre: Catherine Mujica Espinoza  
Nº Reg. Profesional: 15173

Según Norma (2013):	
0	1