



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

EXPERIENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA
ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO “MEJORAMIENTO DE LA
PRESTACIÓN DE SERVICIOS DEPORTIVOS Y TALLERES EXTRACURRICULARES EN LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA”

Línea de investigación:

Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Autora:

Odría Rubio, Angela Cristina

Asesor:

Jaramillo Tarazona, Francisco
(ORCID: 0000-0002-9638-7814)

Jurado:

García Urrutia-Olavarría, Roque Jesús Leonardo

Arévalo Vidal, Samir

Ayquipa Quispe, Evelyn Estefany

Lima - Perú

2023

Reporte de Análisis de Similitud

Archivo: 1A-ODRIA RUBIO ANGELA -WORD-2023

Fecha del Análisis: 15 /02/2023

Analizado por: ALAVI VALVERDE LILIANA MIRIAM

Correo del analista: LALAVI@UNFV.EDU.PE

Porcentaje: 18 %

Título: EXPERIENCIA EN LA IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO “MEJORAMIENTO DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DEPORTIVOS Y TALLERES EXTRACURRICULARES EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

Enlace: <https://secure.arkund.com/old/view/151467823-116588-583309#FYxBCsMwEAP/4rMoXtta7+YrJYcS2pJDc8mx9O9VwANIJO+3fM6y3K02mOldKLYqCOtiKA+50cUQI3MxRcKonvpHbagNtaE2DKHe1bk6I3f5aWgDLdASfaAndJ3wiUBUhCEUA9IWIHN/H/tr3x7H9ixLvdnMrJOVTJ9J+/0B>




MS. WALTER ALBERTO VARGAS MACHUCA CARTOLÍN

Jefe de la Oficina de Grados y Gestión del Egresado - FIC



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

EXPERIENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA
METODOLOGÍA BIM EN LA ELABORACIÓN DEL
EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO “MEJORAMIENTO
DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DEPORTIVOS Y
TALLERES EXTRACURRICULARES EN LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA”

Línea de Investigación:

Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio

Modalidad de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Autor(a)

Odría Rubio, Angela Cristina

Asesor(a)

Jaramillo Tarazona, Francisco
(ORCID: 0000-0002-9638-7814)

Jurado

García Urrutia-Olavarría, Roque Jesús Leonardo
Arévalo Vidal, Samir
Ayquipa Quispe, Evelyn Estefany

Lima – Perú
2023

Dedicatoria

A mis padres Walter y Elita, que sin su esfuerzo y dedicación no hubiera tenido las herramientas necesarias para seguir adelante y lograr alcanzar mis objetivos.

Agradecimiento

A mis padres por siempre confiar y creer en mi dándome su apoyo incondicional.

A mi familia, amigos y a todas las personas que de una u otra manera me apoyaron en la realización del presente informe.

INDICE

Dedicatoria	2
Agradecimiento	3
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
I. INTRODUCCION	11
1.1. Trayectoria del autor	12
<i>1.1.1. Experiencia Laboral</i>	<i>12</i>
1.2. Descripción de la empresa/ institución	14
<i>1.2.1. Misión.....</i>	<i>15</i>
<i>1.2.2. Visión</i>	<i>15</i>
1.3. Organigrama de la empresa.....	15
1.4. Áreas y funciones desempeñadas.....	16
II. DESCRIPCION DE UNA ACTIVIDAD ESPECIFICA.....	17
2.1. Descripción y formulación del problema.....	17
<i>2.1.1. Descripción del problema</i>	<i>19</i>
<i>2.1.2. Formulación del problema</i>	<i>20</i>
2.2. Antecedentes.....	20
<i>2.2.1. A nivel Internacional.....</i>	<i>20</i>
<i>2.2.2. A nivel Nacional</i>	<i>21</i>
2.3. Objetivos.....	22
<i>2.3.1. Objetivo general.....</i>	<i>22</i>
<i>2.3.2. Objetivo específico</i>	<i>22</i>
2.4. Justificación.....	23
2.5. Hipótesis	23
<i>2.5.1. Hipótesis general</i>	<i>23</i>
<i>2.5.2. Hipótesis específica.....</i>	<i>24</i>
2.6. Marco teórico	24
<i>2.6.1. Definición de la Metodología BIM</i>	<i>24</i>
<i>2.6.2. Beneficios de implementación de la Metodología BIM.....</i>	<i>29</i>
<i>2.6.3. BIM en el contexto internacional</i>	<i>30</i>
<i>2.6.4. BIM en Perú</i>	<i>33</i>
<i>2.6.5. Plan BIM Perú</i>	<i>34</i>
<i>2.6.6. BIM y su implementación en obras publicas</i>	<i>36</i>
<i>2.6.7. Estándares BIM.....</i>	<i>39</i>

2.6.8.	<i>Expediente técnico de obra</i>	43
2.7.	Método	44
2.7.1.	<i>Tipo de investigación</i>	44
2.7.2.	<i>Ámbito temporal y espacial</i>	44
2.7.3.	<i>Variables</i>	44
2.7.4.	<i>Población y muestra</i>	45
2.7.5.	<i>Instrumentos</i>	46
2.7.6.	<i>Procedimientos</i>	46
2.7.7.	<i>Análisis de datos.</i>	47
2.8.	Resultados	47
2.8.1.	<i>Alcances del proyecto</i>	47
2.8.2.	<i>Expediente técnico del proyecto</i>	53
2.8.3.	<i>Implementación de la metodología BIM</i>	56
2.8.4.	<i>Modelado del Proyecto</i>	59
2.8.5.	<i>Detección de interferencias</i>	65
2.8.6.	<i>Comparación de metrado entre la metodología tradicional vs la metodología BIM.</i> 72	
2.8.7.	<i>Nivel de detalle de planos</i>	79
2.8.8.	<i>Comparación entre la metodología tradicional y la metodología BIM</i>	81
III.	APORTES MAS DESTACABLES A LA EMPRESA	83
IV.	CONCLUSIONES	84
V.	RECOMENDACIONES	85
VI.	REFERENCIAS	86
VII.	ANEXOS	90

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	45
Tabla 2 Coordenadas del proyecto.....	49
Tabla 3 Fuente de financiamiento	52
Tabla 4 Presupuesto base.....	53
Tabla 5 Entregables de Expediente Técnico	54
Tabla 6 Causas de paralización	55
Tabla 7 Especialidades y su incidencia en el costo del proyecto.....	66
Tabla 8 Cantidad de interferencias	70
Tabla 9 Costo de la interferencia	70
Tabla 10 Costo de la implantación BIM.....	71
Tabla 11 Beneficio de la implementación BIM	72
Tabla 12 Comparación de presupuesto entre el método tradicional vs método BIM - Estructura	73
Tabla 13 Comparación de presupuesto entre el método tradicional vs método BIM - Arquitectura.....	76
Tabla 14 Comparación entre el método tradicional vs método BIM.....	82

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la empresa.....	15
Figura 2. Hitos de la implementación del Plan BIM Perú	18
Figura 3. Usos BIM en las fases del ciclo de inversión.....	18
Figura 4. Historia del concepto BIM	26
Figura 5. Concepto desde enfoque VDC.....	27
Figura 6. BIM a nivel mundial en el año 2018	31
Figura 7. Hoja de ruta BIM	32
Figura 8. Tiempo en que los contratistas vienen usando BIM en el mundo	33
Figura 9. Antecedentes normativos	36
Figura 10. Tipos de contratos NEC	38
Figura 11. Usos BIM nacionales.....	40
Figura 12. Nivel de información necesaria	42
Figura 13. Localización del proyecto	48
Figura 14. Área a intervenir	49
Figura 15. Área a intervenir	50
Figura 16. Zonificación del proyecto	51
Figura 17. Implementación BIM Hergonsa	57
Figura 18. Vista 3D de la topografía del proyecto.....	60
Figura 19. Vista 3D de la estructura del proyecto	60
Figura 20. Vista 3D de la arquitectura del proyecto – primer nivel.....	61
Figura 21. Vista 3D de la arquitectura del proyecto – segundo nivel.....	61
Figura 22. Vista 3D de la arquitectura del proyecto – tercer nivel.....	62
Figura 23. Vista 3D de instalaciones de agua del proyecto – Bloque B	63
Figura 24. Vista 3D de instalaciones de desagüe del proyecto – Bloque B.....	64
Figura 25. Instalaciones eléctricas, alumbrado – Bloque B, prime piso	65
Figura 26. Diagrama de Pareto	66
Figura 27. Vista de compatibilización entre la especialidad de arquitectura y estructura	67
Figura 28. Vista de compatibilización entre la especialidad de arquitectura y estructura	67
Figura 29. Vista de compatibilización entre la especialidad de arquitectura y estructura	68
Figura 30. Vista de compatibilización entre la especialidad de arquitectura y estructura	68
Figura 31. Vista de compatibilización entre la especialidad de arquitectura y estructura	69
Figura 32. Vista de compatibilización entre la especialidad de arquitectura y estructura	69

Figura 33. Ejemplo de reporte de cantidades en el Autodesk Revit.....	73
Figura 34. Comparativo del Ppto. estructural entre la metodología tradicional vs metodología BIM.....	76
Figura 35. Comparativo entre el Ppto arquitectura de la metodología tradicional vs metodología BIM.....	78
Figura 36. Isometría de Drywall acústico	80
Figura 37. Isometría de drywall standard.....	80
Figura 38. Geometría de diseño.....	81

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se plasmó una breve descripción de mi experiencia laboral como bachiller en la carrera de Ingeniería Civil, en el que se destacó mi participación dentro de la empresa Obras Hergonsa S.A. Debido al boom tecnológico y a la necesidad de adoptar nuevas medidas para mejorar la metodología de trabajo es que la empresa antes mencionada inicia el proceso de implementación de una nueva metodología en donde el fin principal era trabajar de manera colaborativa entre las distintas áreas involucradas. Por ello, es que se adoptó la metodología Building Information Modeling (BIM) poniéndolo en práctica en la elaboración del expediente técnico del proyecto “MEJORAMIENTO DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DEPORTIVOS Y TALLERES EXTRACURRICULARES EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA”. Esta investigación es de tipo descriptivo, pues mediante el marco teórico y los resultados obtenidos en la investigación se describió los beneficios que nos otorga la implantación de la metodología BIM como es la forma de trabajo colaborativo, el sistema integrado de la información y al alcance de todos los involucrados del proyecto. También es cuantitativo debido a que mediante la recolección de datos se realizó un comparativo entre la metodología tradicional y la metodología BIM, donde se evidenció como su implementación redujo los costos y tiempo en la elaboración del expediente técnico.

Palabras Claves: Metodología BIM, Expediente técnico, Autodesk Revit, Implementación

ABSTRACT

In the present research work, a brief description of my work experience as a bachelor in the Civil Engineering career, in which my participation in the company Obras Hergonsa S.A. was highlighted. Because of the technological boom and the need to adopt new measures to improve the work methodology, the aforementioned company began the process of implementing a new methodology in which the main purpose was to work collaboratively among the different areas involved. For this reason, the Building Information Modeling (BIM) methodology was adopted and put into practice in the elaboration of the technical file of the project "IMPROVEMENT OF THE PROVISION OF SPORTS SERVICES AND EXTRACURRICULAR WORKSHOPS AT THE NATIONAL UNIVERSITY OF SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA". This research is descriptive, because through the theoretical framework and the results obtained in the research we described the benefits that the implementation of the BIM methodology gives us, such as the collaborative way of working, the integrated system of information and within the reach of all those involved in the project. It is also quantitative because through data collection a comparison was made between the traditional methodology and the BIM methodology, where it was shown how its implementation reduced costs and time in the preparation of the technical file.

Keywords: BIM methodology, Technical file, Autodesk Revit, Implementation.

I. INTRODUCCION

En los últimos años el boom tecnológico ha ido avanzando en diferentes sectores de la industria, pero en el rubro de la construcción su aplicación ha sido muy lenta pues se ha seguido manteniendo una metodología tradicional de trabajo la cual presenta diferentes problemas como lo es: la falta de comunicación ya que no se trabaja de forma integrada, mal manejo de la información pues muchos planos o detalles no están bien especificados ya que la información no está centralizada, entre otros aspectos.

Por ello, en la actualidad es de suma importancia que la industria de la construcción mejore sus procesos para hacerla más eficiente y rentable; por consiguiente, en la búsqueda de alcanzar esos objetivos nuestro país se ha comprometido en hacer uso de la tecnología y adoptar nuevas metodologías de trabajo desde el sector público al privado y así mejorar el desarrollo de las inversiones en todas las fases del ciclo de inversión. Esto con llevó a la creación del Plan BIM Perú como una medida política del Plan Nacional de Competitividad y Productividad impulsada por el Ministerio de Economía y Finanzas, la cual consiste en la implementación progresiva de una metodología de trabajo colaborativo llamado Building Information Modeling (BIM).

En el presente trabajo, se mostrará como la implementación de la metodología BIM en la fase de elaboración de expediente técnico nos brinda gran ayuda. Ya que en esta etapa de acuerdo al requerimiento del contratista aun surgen propuestas de mejoras en las diferentes especialidades. Es por ello, que el uso del BIM mediante la herramienta Autodesk Revit nos ahorrara costos y tiempo en poder visualizar estos cambios los cuales pueden incurrir en interferencias o incompatibilidades, también nos permitirá obtener metrados u otros resultados de manera más eficaz

1.1. Trayectoria del autor

Bachiller en Ingeniería Civil con conocimientos en planificación, ejecución y control de proyectos, con una especialización Building Information Modeling (en adelante BIM) en edificaciones. Experiencia laboral en oficina técnica realizando valorizaciones, elaboración de planos y metrados de las diferentes especialidades, revisión y en el área de calidad de puertas con sistema contra incendio.

1.1.1. Experiencia Laboral

THAYNE INTERNATIONAL (Oficina Técnica, área de calidad)

Periodo: Abril 2022 hasta la actualidad

Funciones:

- Proyecto – Templo de Jesucristo de los Santos de los Últimos Días.
- Control de los protocolos de las inspecciones realizados en campo de la partida de pintura e instalación de elementos de madera.
- Asegurar el cumplimiento del plan de calidad y procedimientos operativos durante la ejecución de la obra.
- Responsable de la realización de valorizaciones del proyecto.
- Asistir en la planificación y control del desarrollo del proyecto.

OBRAS HERGONSA (Asistente de Ingeniería)

Periodo: Enero 2021 – Mazo 2022 (1 año 3meses)

Funciones:

- Proyecto – Laboratorio de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa en la Ciudad de Arequipa, entre otros.
- Elaboración de metrados, presupuestos y cronograma de proyectos de ingeniería.
- Cotización de diversas partidas requeridas por proyecto.

- Responsable de revisar y dar seguimiento a la información técnica y alcance técnico de cada proyecto.
- Revisión de las diferentes especialidades en el modelado Revit bajo la metodología BIM.
- Compatibilización entre el metrado tradicional y el metrado obtenido por el modelo en Revit de las diferentes especialidades.

CORPORACION CC REGEYSER SAC (Asistente de Calidad)

Periodo: Junio 2019 – Junio 2020 (1 año 1meses)

Funciones:

- Proyecto - Línea 2 del metro de Lima, Los Parques de Comas - GyM, Las Palmas - Consorcio Besco, entre otros.
- Asegurar el cumplimiento del plan de calidad, plan de puntos de inspección y procedimientos operativos durante la ejecución de la obra.
- Recopilación de los certificados de calidad, fichas técnicas, cartas de garantía y otros documentos resultantes de la ejecución de la obra para la elaboración del dossier de calidad.
- Control de los protocolos de las inspecciones realizados en campo.
- Responsable de la elaboración del Dossier de Calidad de Obra y su posterior entrega al cliente para su revisión y aprobación.
- Emisión de informes de calidad durante la ejecución de la obra.

PROJECT MANAGEMENT PERU SAC (Asistente de Proyectos)

Periodo: Enero 2019 – Marzo 2019 (3meses)

Funciones:

- Proyecto - Estudio de pre inversión a nivel de factibilidad del proyecto: “Mejoramiento de la carretera Huancayo – Izcuchaca - carretera longitudinal de la sierra, tramo 4”, entre otros proyectos.
- Asistir en la elaboración de proyectos al nivel de pre inversión en el área de transportes.
- Apoyo en la compatibilización y elaboración de planos de carreteras.
- Apoyo en la elaboración de fichas de evaluación de estructuras de obras hidráulicas.
- Apoyo en la elaboración de planos de puentes.
- Apoyo en la elaboración de planos de señalización.

1.2. Descripción de la empresa/ institución

La empresa donde cumplí labores y en la cual se basará mi aporte de investigación es Obras Hergonsa SA.

Hergonsa es una empresa familiar que se fundó en España, la cual gracias a sus principios y valores ha ido desarrollándose en los diferentes sectores. Es así que en el 2011 pone en marcha su filial en Perú, ejecutando proyectos públicos y privados.

Hergonsa es una compañía comprometida con el desarrollo sostenible de su actividad, la ingeniería civil. Apuesta con especial énfasis por la construcción y conservación de obras públicas y privadas, servicios de consultoría y ejecución de proyectos.

Dentro de sus proyectos más destacados son:

- POLIDEPORTIVO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
Arequipa – Arequipa
- MEJORAMIENTO – PLAN DE CONTINGENCIA I.E. URIEL GARCÍA Santa
Teresa – Cusco

- MEJORAMIENTO – PLAN DE CONTINGENCIA I.E. SALKANTAY Santa Teresa – Cusco
- PROYECTO CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA Trujillo – La Libertad
- SANEAMIENTO, PISTAS Y VEREDAS – VISTA ALEGRE Huaraz – Huaraz

1.2.1. Misión

La misión de la empresa es desarrollar proyectos en un entorno de trabajo amigable y seguro con el medio ambiente, las cuales nos permita superar las expectativas de nuestros futuros clientes.

1.2.2. Visión

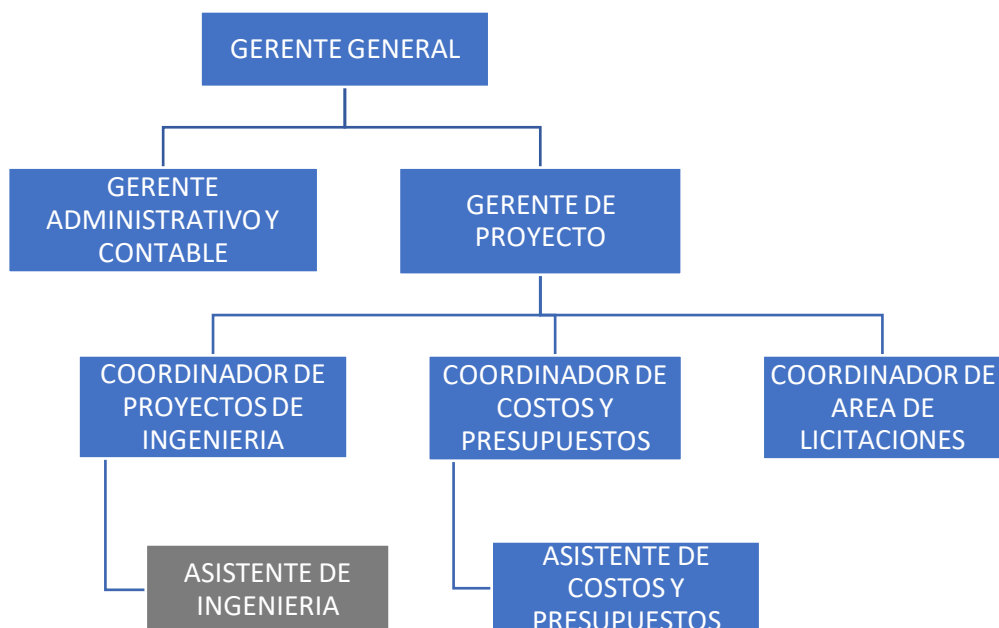
En base a nuestro trabajo lograr ser reconocida como una empresa líder en ingeniería y construcción a nivel nacional e internacional.

1.3. Organigrama de la empresa

En la **Figura 1**, se presenta el organigrama de la empresa y el cargo que asumía.

Figura 1

Organigrama de la empresa



Nota: Elaboración propia

1.4. Áreas y funciones desempeñadas

En la empresa Hergonsa me desempeñé como Asistente de Ingeniería de diferentes proyectos siendo el proyecto “Polideportivo de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa en la Ciudad de Arequipa” en el que tuve mayor participación y responsabilidad al realizar las siguientes funciones:

- Elaboración de metrados, presupuestos y cronograma de proyectos de ingeniería.
- Cotización de diversas partidas requeridas para el proyecto.
- Asistir en la planificación y control del desarrollo de los proyectos de ingeniería, control de entregables de ingeniería, actualización de listado de entregables, reportes de avance, etc.
- Responsable de revisar y dar seguimiento a la información técnica y alcance técnico de cada proyecto.
- Revisión de las diferentes especialidades en el modelado Revit bajo la metodología BIM.
- Compatibilización entre el metrado tradicional y el metrado obtenido por el modelo en Autodesk Revit de las diferentes especialidades.

II. DESCRIPCION DE UNA ACTIVIDAD ESPECIFICA

2.1. Descripción y formulación del problema

En los últimos años el boom tecnológico ha ido avanzando en diferentes sectores industriales, pero en el rubro de la construcción su aplicación ha sido un poco renuente ya que se ha seguido manteniendo la metodología tradicional de trabajo. Este modelo tradicional de trabajo presenta diferentes problemas como lo es la falta de comunicación ya que no se trabaja de forma integrada, el mal manejo de la información pues muchos planos o detalles no están bien especificados ya que la información no está centralizada, entre otros.

Por ello, la actualidad demanda que la industria de la construcción mejore sus procesos para hacerla más eficiente y rentable, en la búsqueda de esos objetivos recientemente nuestro país se ha comprometido en hacer uso de la tecnología y adoptar nuevas metodologías de trabajo desde el sector público al privado para mejorar el desarrollo de las inversiones en todas las fases del ciclo de inversión.

En ese sentido es que se crea en nuestro país mediante Decreto Supremo N°. 237-2019-EF el Plan BIM Perú como una medida política del Plan Nacional de Competitividad y Productividad impulsada por el Ministerio de Economía y Finanzas. El Plan BIM Perú consiste en establecer las acciones y objetivos necesarios para la implementación progresiva del BIM en la inversión pública, esto con miras al año 2030 como se muestra en la **Figura 2**. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021a)

Figura 2

Hitos de la implementación del Plan BIM Perú

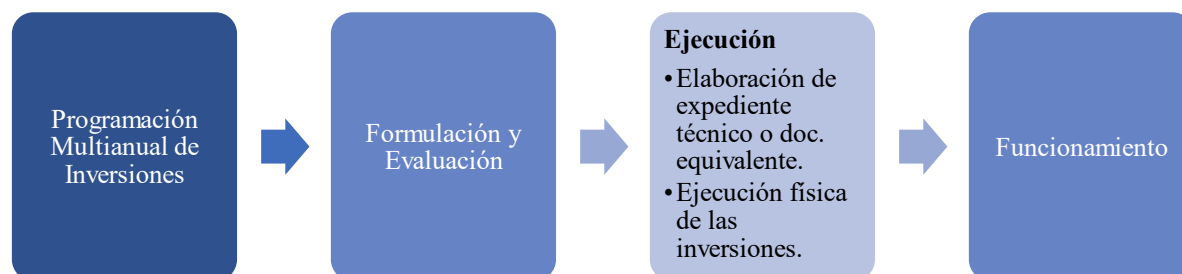


Nota: Adaptado de Guía Nacional BIM, MEF, 2021a.

Además, la implementación progresiva del BIM dentro de las inversiones públicas se da en cada etapa del ciclo de inversión mediante los Usos BIM, los cuales son métodos de aplicación BIM que sirven para explicar las diferentes formas en las que todas las partes implicadas pueden utilizar BIM en una determinada inversión. **Figura 3.** (MEF, 2021a)

Figura 3

Usos BIM en las fases del ciclo de inversión



Nota: Adaptado de Guía Nacional BIM, MEF, 2021a.

En el presente trabajo, se mostrará como la implementación del BIM en la fase de elaboración de expediente técnico nos es de gran ayuda. Ya que en esta etapa de acuerdo al requerimiento del contratista aun surgen cambios ya sea en los diferentes tipos de acabados, en la distribución arquitectónica, entre otros. Es por ello, que el uso del BIM mediante la herramienta Autodesk Revit nos ahorrara costos y tiempo en poder visualizar estos cambios los cuales pueden incurrir en interferencias o incompatibilidades, también nos permitirá obtener metrados u otros resultados de manera más eficaz.

2.1.1. Descripción del problema

Sabemos que en el proceso de elaboración del expediente técnico de un proyecto de inversión pública se realiza constantemente revisiones como parte del proceso de formulación esto con el fin de que el proyecto logre alcanzar los objetivos y metas establecidas, de lo contrario se presentan propuestas de mejoras para dar solución algún problema existente dentro de las distintas especialidades. Este proceso en la metodología tradicional de trabajo ocasiona que sea complicado tener actualizada toda la información lo que muchas veces produce incompatibilidades e incongruencias entre algunos componentes. Si estas incompatibilidades no son solucionadas o detectadas de manera eficaz en esta etapa de planificación como es la elaboración de un expediente técnico puede ocasionar que en la etapa de ejecución ocurran retrasos en el tiempo de trabajo, los cuales pueden incurrir en algunos casos en ampliaciones de obra. Esto se da porque en la metodología tradicional de trabajo que estamos acostumbrados en nuestro país no se trabaja de manera colaborativa sino más bien en un entorno disperso donde la información no se tiene centralizada y al alcance de todos los involucrados. Es por ello la importancia de la aplicación de la metodología BIM, pues esta nos ofrece un trabajo colaborativo mediante el modelamiento de la información por medio de herramientas tecnológicas como es el Autodesk Revit.

2.1.2. Formulación del problema

2.1.2.1. Pregunta general

¿En qué medida la implementación de la metodología BIM impactará positivamente en el manejo de información de un expediente técnico?

2.1.2.2. Pregunta específica

- ¿La implementación de la metodología BIM influye positivamente en la obtención de metrados y presupuestos de un proyecto?
- ¿La implementación de la metodología BIM mejorará el nivel de detalle de los planos de las diferentes especialidades elaborados para el expediente técnico?
- ¿La implementación de la metodología BIM reducirá la cantidad de incompatibilidades entre las diferentes especialidades?

2.2. Antecedentes

2.2.1. A nivel Internacional

García (2017), en su trabajo de investigación titulado “Metodología BIM en la realización de proyectos de construcción. Estudio de viviendas adosadas en Gilet” menciona la importancia que tiene la Metodología BIM para la gestión de proyectos de ingeniería, edificación y obras civiles. Pues debido a su tecnología de información nos permite detectar interferencias en una etapa temprana del proyecto como es la etapa de diseño, permitiéndonos realizar soluciones más efectivas y a tiempo a diferencia de que si estuviéramos en la fase de ejecución pues en esta situación la solución sería más costosa o en algunos casos ocasionaría retrasos en la construcción. Por ello, ha tomado un proyecto donde se usó la metodología tradicional y se ha analizado y modelado usando la Metodología BIM, llegando a la conclusión que con esta nueva metodología se logró un flujo de trabajo continuo, sin sobrecostos y logrando un producto final de mejor calidad.

Manosalva (2020), realizó el trabajo de titulación “El método BIM: Efectividad y beneficios en los proyectos de edificación” en donde menciona que la metodología BIM es un tipo de trabajo colaborativo que abarca todo el ciclo de vida de un proyecto en construcción, permitiéndonos reducir costos de operación y los plazos del proyecto.

Para demostrar la eficacia de la metodología BIM realizó una comparativa entre la Línea 6 del Metro de Santiago donde se utilizó la metodología tradicional y la Línea 3 que fue construida en base a la metodología BIM. Llegando a la conclusión que la Línea 3 se ahorró un 56% de tiempo empleado en el diseño de planos, se ahorró más del 50% en el levantamiento de observaciones, también hubo una reducción de pérdidas de material en un 82%. Mostrando así que la implementación BIM en un proyecto nos permite realizar construcción sostenibles y eficientes.

Dorado (2020), en su trabajo de fin de master titulado “Aplicación de la Metodología BIM al diseño de un paso superior de autovía” destaca la utilidad que nos brinda la metodología BIM al darnos toda la información integrada del proyecto ya sea en el modelo 3D, en la planificación del trabajo, en el metrado y presupuesto. Pues cuando surgen algún cambio en el proyecto estos se actualizan de forma inmediata, lo que minimiza de alguna manera el riesgo de que se produzcan errores durante la etapa del diseño y así conseguimos una disminución del tiempo a invertir. Para poner en práctica lo antes mencionado se tomó un proyecto para la estructura de un paso superior de autovía, la cual inicialmente se diseñó y calculo según la metodología tradicional, para posteriormente modelarlo bajo la metodología BIM. Mediante esta comparación se concluyó que la metodología BIM resulto ser más efectiva al momento de gestionar toda la información del proyecto.

2.2.2. A nivel Nacional

La Dirección general de programación multianual de inversiones (MEF, 2021c), en el “Plan de implementación y hoja de ruta del Plan BIM Perú” estableció los objetivos y las

acciones que se deberían tomar para lograr implementar de forma exitosa la metodología BIM en las entidades públicas de los tres niveles del gobierno. Pues debido al estado actual de la calidad de la infraestructura en nuestro país donde una de las principales causas de la paralización de obras se da por la deficiencias técnicas o incumplimientos contractuales, pues no se tiene un trabajo colaborativo e integrado. A diferencia de lo que sucede con la metodología BIM donde no solo nos brinda herramientas tecnológicas sino un conjunto de procesos colaborativos en donde se utilizan estándares y distintas herramientas digitales.

Murguía-Vasquez et al. (2021), en el “Segundo estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima y Callao 2020” este estudio se da para mostrar el avance que en los últimos años ha tenido la metodología BIM en nuestro país. Mostrando que la adopción BIM en proyectos ha ido aumentando en los últimos años de un 25% a 39% entre el año 2017 y 2020, pero para que esto sigue incrementando debemos trabajar para aumentar la capacidad digital y la colaboración de los diseñadores. Ya que esto es crucial para fomentar entornos colaborativos en los sectores público y privado.

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo general

Determinar en qué medida la implementación de la metodología BIM impactará positivamente en el manejo de información de un expediente técnico.

2.3.2. Objetivo específico

- Determinar si la implementación de la metodología BIM influye positivamente en la obtención de metrados y presupuestos de un proyecto.
- Determinar si la implementación de la metodología BIM mejorara el nivel de detalle de los planos de las diferentes especialidades elaborados para el expediente técnico.

- Determinar si la implementación de la metodología BIM reducirá la cantidad de incompatibilidades entre las diferentes especialidades.

2.4. Justificación

El boom tecnológico de los últimos años en el sector construcción a diferencia de otros sectores ha tenido muy poca evolución pues no ha logrado adoptar en su totalidad alguna herramienta tecnológica que le permita tener un mayor control de la información, manteniendo así una metodología de trabajo tradicional en donde no se tiene la información centralizada y alcance de todos sus colaboradores ocasionando muchas veces reprocesos por la falta de coordinación entre especialidades.

Por tal motivo en el Perú al igual que en otros países aparece la necesidad de adoptar la metodología BIM como un medio que permita gestionar y almacenar la información de manera ordenada, transparente y alcance de todos los involucrados. Principalmente nuestro país se ha enfocado en gestionar el uso de la metodología BIM en el sector público y durante todas las etapas del ciclo de inversión de un proyecto, centrándonos ahora en la fase de ejecución la cual comprende la elaboración del expediente técnico.

El presente informe de investigación nace de la necesidad de mostrar como la aplicación de la metodología BIM en la etapa de elaboración del expediente técnico nos permite ahorrar tiempo y costo a diferencia si se hubiese realizado con la metodología tradicional, pues nos da mejores resultados en los metrados y presupuestos, menores interferencia e incompatibilidades, mejor elaboración de planos con mayor detalle y entendimiento de todas las personas involucradas

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

La implementación de la metodología BIM impactará positivamente en el manejo de información de un expediente técnico.

2.5.2. *Hipótesis específica*

- La implementación de la metodología BIM influirá positivamente en la obtención de metrados y presupuestos de un proyecto.
- La implementación de la metodología BIM mejorará el nivel de detalle de los planos de las diferentes especialidades elaborados para el expediente técnico.
- La implementación de la metodología BIM reducirá la cantidad de incompatibilidades entre las diferentes especialidades.

2.6. Marco teórico

Como parte del marco teórico se profundizará en la importancia que la aplicación de la metodología BIM ha traído en los últimos años y los beneficios que esto con lleva. También se conocerá su origen, definición y evolución en diferentes países incluido Perú.

2.6.1. *Definición de la Metodología BIM*

2.6.1.1. Origen del BIM. Existen diferentes conceptos y enfoques de lo que es la metodología BIM, en este caso se dará una breve descripción de la evolución del BIM a lo largo de los años y la aparición de esta metodología en el sector construcción.

La primera vez que se conoce acerca del concepto BIM como tal fue en el año 1975, hace aproximadamente cincuenta años cuando Charles Eastman publicó un documento describiendo un modelo llamado Building Description System (BDS). En él se discutieron ideas de diseño paramétrico, representaciones 3D de alta calidad, con una base de datos única integrada para análisis visuales y cuantitativos.

Pero la historia del trabajo con programas de computadora comenzó mucho antes de eso. En 1957, el Dr. Patrick J. Hanratty desarrolló el primer software comercial de fabricación asistida por computadora (CAM) llamado Pronto. Era una técnica de control numérico que luego evolucionó hacia la fabricación asistida por computadora. Poco después, comenzó a

trabajar con gráficos asistidos por computadora y en 1961 desarrolló DAC (Design Automated by Computer), que se convirtió en el primer sistema CAM/CAD en utilizar gráficos interactivos utilizados en los complejos moldes de General Motors.

En 1982 Gábor Bojár comenzó a desarrollar la tecnología llamada ArchiCAD, la cual posteriormente se convirtió en el primer software BIM disponible para computadoras personales. Dado que ArchiCAD se implementó como parte del concepto de construcción virtual, en 1984 Tekla completó su base de datos gráfica integrada para la primera versión del sistema BIM (Historia del Bim, 2021).

El primer documento que apareció con el término "Building Model" fue probablemente una aplicación escrita por Robert Aish en 1986, que permitía el modelado 3D utilizando elementos paramétricos, documentación automática, bases de datos relacionales, planificación de escenas, etc. El software se utilizó con éxito en el diseño y la construcción de la Terminal 3 del aeropuerto de Heathrow. Mucho más tarde, encontramos toda la expresión "Building Information Model" en G.A. del artículo Van Nederveen y F. Tolman "publicaron en diciembre de 1992" en Automation in Construction. A Jerry Laiser se le atribuye la popularización del término BIM en su artículo "Comparing Pomes and Naranjas", (2002), donde defendía su adopción universal para identificar aplicaciones diseñadas para crear modelos de información de edificios (Picó, 2011).

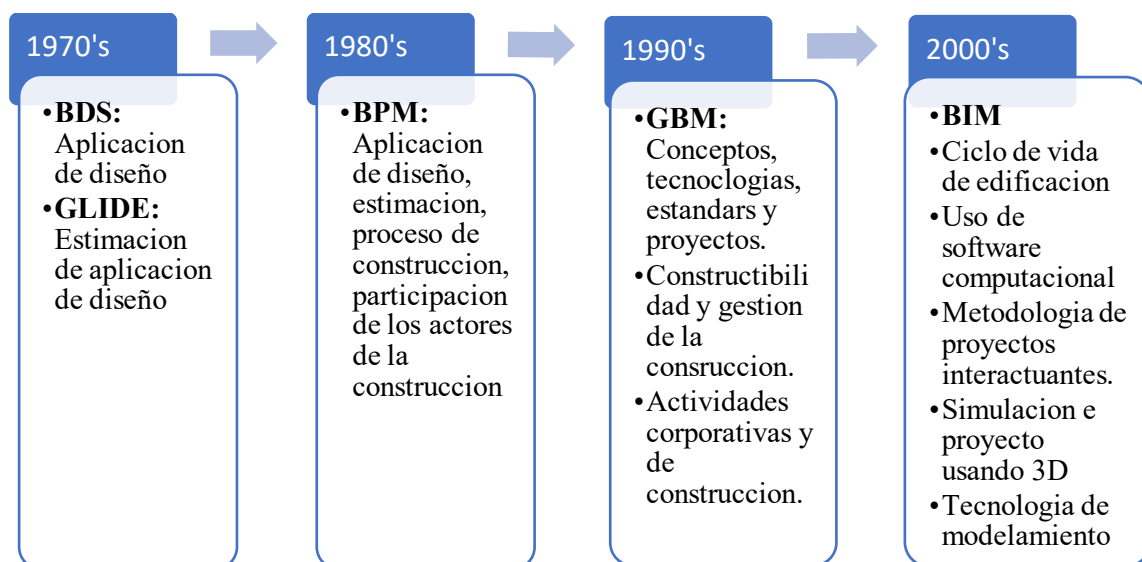
En 2002, Gehry Technologies desarrolló el software Digital Projects. Esta forma de trabajar en el software se denominó "Integrated Project Models" (Modelo integral de proyectos). Además, en ese año Autodesk adquirió Revit Technology Corporation con el objetivo de ingresar a la plataforma BIM con el software Revit.

Como tal, BIM ha logrado sus respectivas ventajas a lo largo del tiempo. El trabajo colaborativo, el diseño paramétrico, la interactividad de la información y las bases de datos compartidas utilizan la misma metodología y están siendo utilizadas tanto por proveedores de

'servicios' BIM como por otros proveedores internos que tienen importantes ventajas en su uso que las empresas han interiorizado. La práctica moderna en arquitectura, ingeniería y construcción se está moviendo hacia la colaboración. Esto afectó a la industria, eliminando gradualmente las RFP (Request For Proposal) o solicitud de propuesta, a favor de un sistema integrado de entrega de proyectos que funcionaba en un conjunto de modelos BIM a los que todos podían acceder entre sí. El largo recorrido de esta tecnología y sus consecuencias han hecho que más empresas e instituciones la utilicen en todo el mundo y más países adopten e incluso institucionalicen esta forma de trabajar (Trejo, 2018).

Figura 4

Historia del concepto BIM



Nota: Adaptado de Ahmad L., Brahim, J. & Fathi, M. (2014)

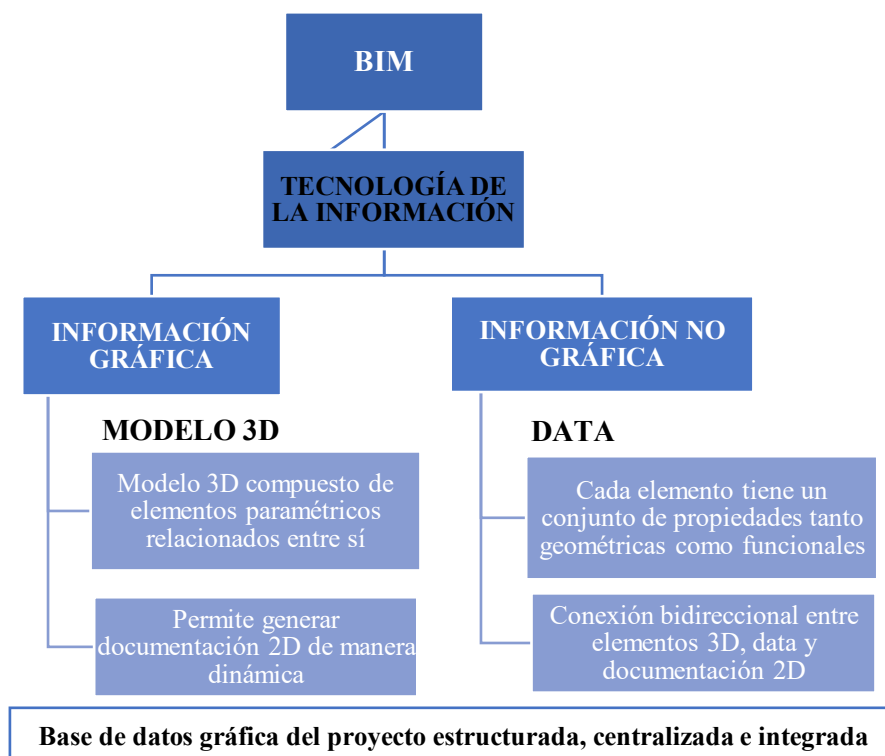
2.6.1.2. Definición de lo que es BIM. Existen múltiples formas en la que ha sido definido BIM a lo largo de la historia, pero una de la definición más generalizada es la que aparece en el BIM dictionary en donde se indica que es un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar una edificación o infraestructura de forma colaborativa en un espacio virtual. En otras palabras, la tecnología permite que los modelos generen y gestionen información a lo largo del ciclo de vida del

proyecto. Los métodos basados en estándares, por otro lado, permiten el intercambio estructurado de esta información entre todas las partes involucradas, facilitando el trabajo colaborativo e interdisciplinario y creando valor agregado a los procesos de la industria. BIM replantea las formas tradicionales de trabajo individual y fragmentado y propone una metodología colaborativa. Esta metodología se enfoca en la generación de información concisa del proyecto y el intercambio fluido entre los diversos actores involucrados a lo largo del ciclo de vida del proyecto (Plan Bim Chile, 2019)

Otra definición importante es el que se da desde el enfoque VDC, donde menciona que lo mejor que tiene BIM es el uso del poder de cómputo para generar, almacenar, transmitir y administrar datos o información en el contexto de un negocio. Este enfoque no expresa la forma de trabajo colaborativa sino más que nada se centra en el resultado y producto como se muestra en la **Figura 5**.

Figura 5

Concepto desde enfoque VDC



Nota: Elaboración propia.

2.6.1.3. Que no es BIM. Ahora que el termino BIM está siendo muy usado debemos tener en cuenta que esta es una metodología que abarca muchos factores entre ellos softwares que no solo me representa un modelado 3d (Información gráfica) sino también metrados, presupuestos, etc, (Información no grafica) a diferencia de otros softwares que podrían tener características similares. Por ello, a continuación, se menciona que no es BIM:

- Modelos que contienen solo datos 3D y ninguno (o pocos) atributos de objeto. Estos son modelos que solo se pueden usar para representaciones gráficas y carecen de inteligencia a nivel de objeto. Son excelentes para la visualización, pero ofrecen poco o ningún soporte para la integración de datos y el análisis de diseño. Un ejemplo de esto es la aplicación SketchUp de Google, que es excelente para desarrollar rápidamente esquemas de construcción, pero tiene un uso limitado para otros análisis porque no tiene información sobre los objetos en el diseño aparte de su geometría y apariencia en la pantalla.

- Modelos sin apoyo conductual. Estos son modelos que definen objetos, pero no pueden controlar su posición o proporciones porque no usan inteligencia paramétrica. Esto hace que los cambios consuman mucho tiempo y no evita que el modelo cree vistas incoherentes o inexactas.

- Modelos que consisten en múltiples archivos de referencia CAD 2D que deben combinarse para definir un edificio. Es imposible garantizar que el modelo 3D resultante sea usable, consistente, computable y muestre inteligencia en relación con los objetos que contiene.

- Modelos que permiten cambios dimensionales en una vista que no se reflejan automáticamente en otras vistas. Esto permite errores en el modelo que son muy difíciles de detectar (similar a anular una fórmula introduciéndola manualmente en una hoja de cálculo).

(Eastman-Teicholz et al., 2011)

2.6.2. Beneficios de implementación de la Metodología BIM.

La metodología BIM nos brinda grandes beneficios en comparación de la metodología tradicional, ya que al trabajar en un entorno colaborativo nos permite conocer el proyecto de una manera más integrada.

La Guía Nacional BIM Perú nos muestra como los beneficios más destacables los que se describen brevemente a continuación:

- **Transformación Digital:** Es el intercambio de información en tiempo real, ya que se opta por reducir el uso de documentos en físico que es la forma tradicional de trabajo.
- **Integración:** Se integra la información gráfica y no gráfica con diversos conjuntos de datos lo que permite reducir riesgos.
- **Calidad:** Mejora el control de estándares de calidad, el cumplimiento de normas e identificación de interferencias. Además, asegura la detección de errores de diseño e inconsistencias, mejora la calidad de archivos técnicos, etc. documentos en colaboración, reduce cambios durante el trabajo o cambios físicos posteriores.
- **Eficiencia:** Reducción de costos y plazos ya que se da un uso racional de los recursos. Uno de los grandes beneficios de esta metodología es que trata de reducir casi a un 100% el error en la etapa de diseño para que cuando estemos en la etapa de construcción este error ya no exista y por ende no se vuelva a hacer retrabajos lo que en un modelo tradicional normalmente me genera un aumento en los costos y plazos.
- **Mejora comunicación con la ciudadanía:** BIM se puede utilizar para simplificar y visualizar la intención del diseño, resaltar los riesgos potenciales y aclarar las acciones que deben implementarse para minimizar los impactos negativos y las interrupciones.
- **Diseño para fabricación y ensamblaje:** Se analizan los elementos constructivos en todas sus partes desde el diseño hasta su control de calidad.

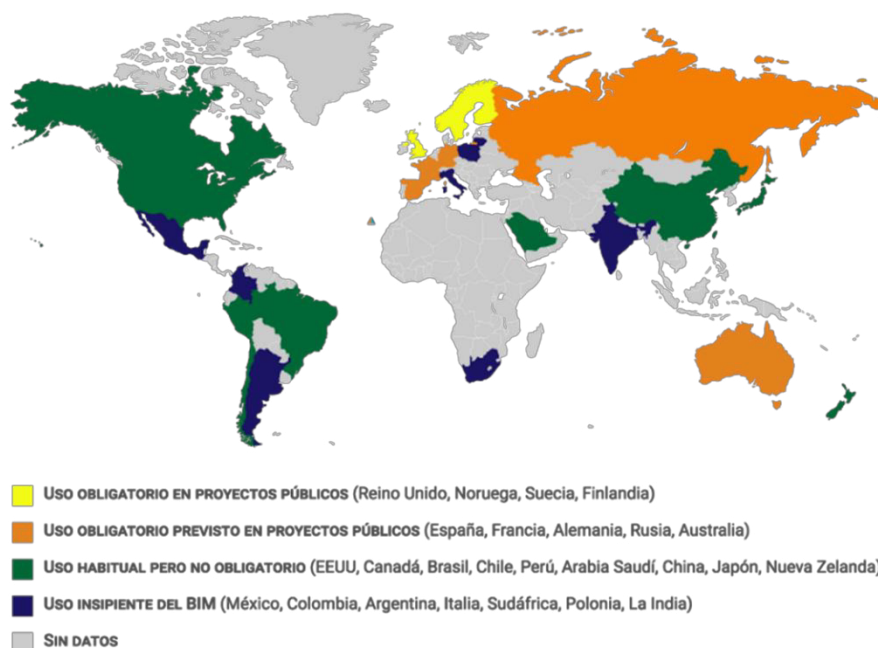
- **Supervisión de avance de obra:** Esto me da una visualización sencilla del progreso de la inversión realizada mediante una simulación grafica en tiempo real, en donde s tiene los datos de diseño, costos y programación en un solo modelo.
- **Rendimiento de los activos:** Nos permite integrar datos de fabricante para optimizar el uso de los materiales, pues no es solo un modelo gráfico.
- **Impacto en el medio ambiente:** Al ser un modelo colaborativo cuyo objetivo es optimizar los recursos a usar desde el diseño hasta la ejecución en obra nos permitirá una construcción más sostenible.
- **Transparencia:** La toma de decisiones será más transparente durante todo el ciclo de inversión. Ya que se puede visualizar toda la etapa constructiva de cualquier proyecto desde los softwares BIM adecuados. (MEF, 2021a)

2.6.3. BIM en el contexto internacional

El empleo de la metodología BIM se ha ido desarrollando a mayor escala en los últimos años, siendo los países de primer mundo los que iniciaron su implementación como requisito para la ejecución de proyectos. En la **Figura 6** se observa de manera didáctica como se ha implementado el BIM a nivel mundial.

Figura 6

BIM a nivel mundial en el año 2018



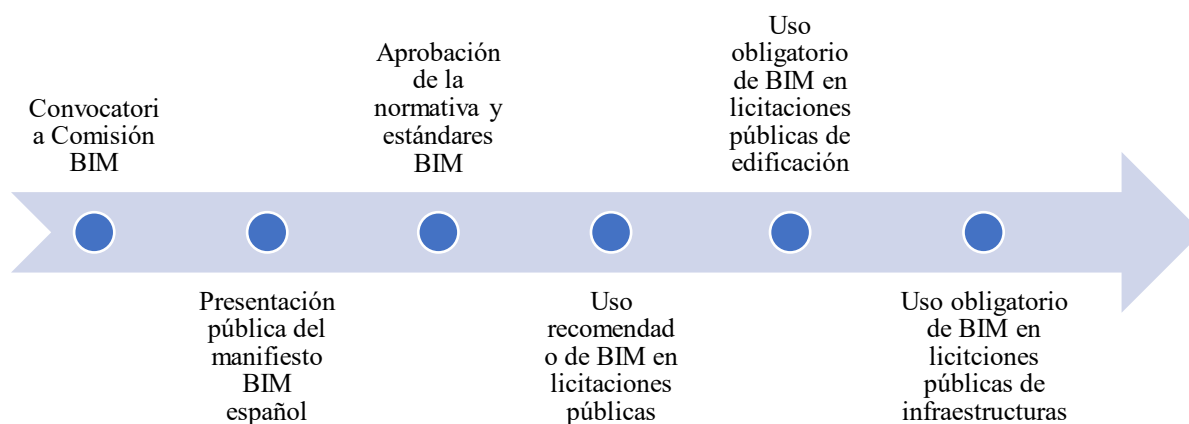
Nota: tecnocarreteras.es, 2018.

2.6.3.1. Europa.

A. Reino Unido. Como se puede ver en la **Figura 6** Reino Unido es uno de los países con uso obligatorio del BIM en sus proyectos públicos. Pues desde el 2011 se inició con su implantación y en el 2016 se formalizó mediante una legislación la cual exige la implementación del BIM en proyectos constructivos de más de 5M£.

B. Noruega. Hoy en día se ha implementado el BIM de forma obligatoria, ya que tienen que usar archivos IFC para el intercambio a lo largo del ciclo de vida de una estructura.

C. España. En el 2014 la comisión BIM elaboró una hoja de ruta para la correcta implementación de la metodología BIM en España, en donde se busca que BIM sea usado de manera obligatoria en contratos públicos de obras como se visualiza en la **Figura 7**.

Figura 7*Hoja de ruta BIM*

Nota: Adaptado de entornobim.org, 2017.

D. Alemania. En el año 2017 se dictó un mandamiento en donde se establece el uso obligatorio de sistemas BIM para proyectos superiores a 5M€. Además, en el año 2020 mediante el Masterplan Bauen 4.0 se establece que la metodología BIM se usaría de manera obligatoria en el sector público.

2.6.3.2. Asia

A. China. Desde el año 2016 se comenzó con la implementación de la metodología BIM en grandes proyectos de las ciudades más importantes del país como son Pekín y Shanghái. Hasta el año 2018 su uso era habitual pero no obligatorio para proyectos públicos.

B. Japón. En este país existe el BIM Consortium donde las empresas de la industria de la construcción trabajan juntas para apoyar la implementación de metodologías BIM en los proyectos.

2.6.3.3. América

A. Estados Unidos. En 2003 la General Service Administration (GSA) lanzó una iniciativa para el uso del BIM 3D y 4D cuyo objetivo es promover las tecnologías sobre modelado digital, optimización y simulación para mejorar la calidad y eficiencia sobre la

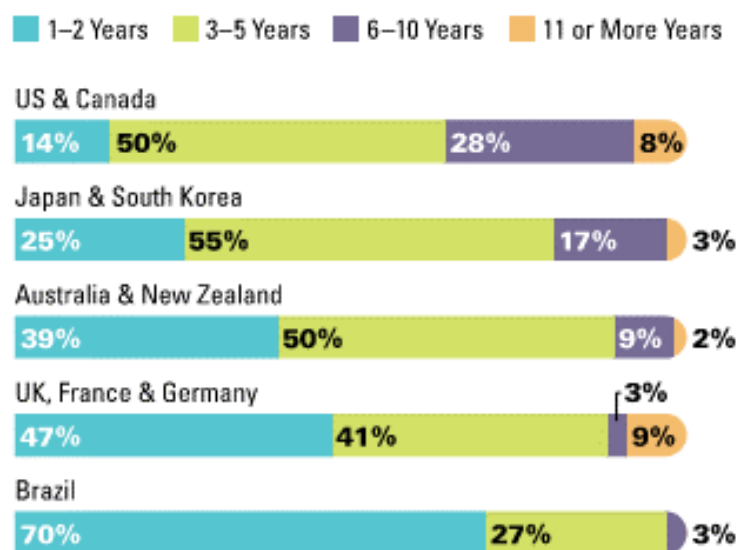
construcción durante todo el ciclo de vida. Desde el año 2007 la GSA ha implementado el BIM como requisito mínimo para la presentación de proyectos.

B. Chile. En latinoamérica, Chile es uno de los países que representa el mayor desarrollo en la implementación de la metodología BIM. Actualmente Chile cuenta con un Plan BIM Nacional, en donde desde el año 2020 se considera obligatorio el uso de BIM en obras públicas.

Luego de describir brevemente como BIM ha sido implementado en diferentes países del mundo, en la **Figura 8** podremos visualizar como los contratistas vienen usándola a lo largo de los últimos años. Siendo Canadá y EE. UU al año 2013 unos de los países con mayores años de experiencia en su uso.

Figura 8

Tiempo en que los contratistas vienen usando BIM en el mundo



Nota: McGraw Hill Construction, 2013.

2.6.4. BIM en Perú

Como nos hemos dado cuenta BIM es una metodología que progresivamente ha ido implementándose en el sector construcción como una oportunidad de mejora de los procesos tradicionales de gerencia de diseño y construcción de los proyectos.

En nuestro país en el sector privado ya existen grandes empresas constructoras que vienen aplicando de manera continua esta metodología, tal es el caso de COSAPI que implemento BIM en la construcción del Banco de la Nación, en la Villa Deportiva nacional Videna, entre otros.

En el ámbito del sector público, Perú mediante el ministerio de economía y finanzas viene gestionando todas las medidas necesarias para su implementación en inversiones públicas de infraestructura.

Además, debemos saber que desde el 2019 nuestro país forma parte de la RED BIM GOB LATAM, una organización compuesta por representantes del sector público de países de Latinoamérica que tiene por objetivo principal aumentar la productividad de la industria de la construcción a través de la transformación digital.

Es en base a esto que el Perú se ha comprometido a adoptar iniciativas desde el sector público y privado para mejorar el desarrollo de las inversiones en todas las fases del ciclo de inversión. Esto se propone a través de la aplicación de metodologías de trabajo colaborativo, es ahí donde aparece la necesidad de adoptar BIM y se crea por ello el Plan BIM Perú.

2.6.5. Plan BIM Perú

El Plan BIM Perú es un instrumento de política propuesto en el Plan Nacional de Competitividad y Productividad promovido por el Ministerio de Economía y Finanzas. En donde se define que estrategias se deben plantear para implementar BIM en los diferentes procesos del ciclo de inversión de un proyecto desarrollados principalmente en empresas públicas. (MEF, 2021b)

2.6.5.1. Objetivos del Plan BIM Perú. Sobre los objetivos general y específicos que presenta el Plan BIM Perú, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF,2022) señala lo siguiente:

A. **Objetivo General.** Al 2030, lograr la implementación de BIM en las fases del ciclo de inversiones públicas, desarrolladas por entidades de los tres niveles de gobierno, de manera articulada y concertada, en coordinación con el sector privado y la academia.

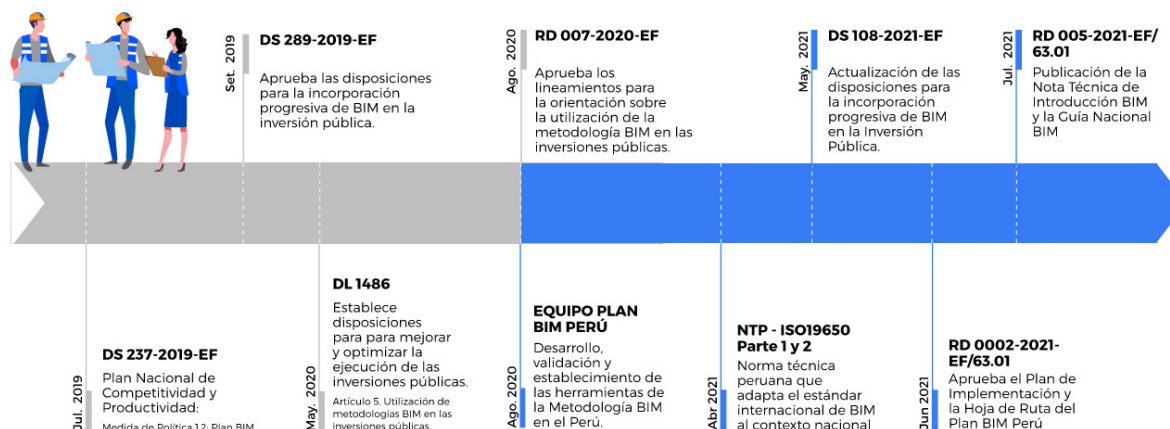
B. **Objetivos Específicos.**

- Adoptar progresivamente BIM en el sector público, considerando a las entidades de los tres niveles de gobierno.
- Garantizar con BIM la eficiencia de las inversiones por parte de las entidades públicas.
- Asegurar la sostenibilidad y el funcionamiento de la adopción de BIM en el sector público.
- Modernizar con BIM la gestión de la información en las inversiones públicas.

2.6.5.2. Antecedentes normativos. Como parte de la implementación BIM en nuestro país han existido distintas iniciativas en donde se busca que el sector público pueda mejorar la formulación, evaluación, ejecución y mantenimiento de las inversiones del estado. Asimismo, en junio del año 2021 la Dirección general de programación multianual de inversiones mediante la resolución directoral N° 0002-2021-EF/63.01 aprueba finalmente el Plan de Implementación y Hoja de ruta del Plan BIM Perú. Estableciéndolo como un documento que abarca la situación de la realidad nacional del sector construcción y la adopción BIM. Además, establece cuales serían las metas y acciones a corto, mediano y largo plazo estructuradas en torno a cuatro líneas estratégicas: “1) Establecer el liderazgo público, 2) Construcción de un marco colaborativo, 3) Aumento de la capacidad de la industria y 4) Comunicación de la visión” (MEF, 2021b, p.11).

Todas las iniciativas realizadas a lo largo de los últimos años para la adopción de la metodología BIM se pueden visualizar de manera resumida en la **Figura 9**.

Figura 9

Antecedentes normativos

Nota: MEF, 2022.

2.6.5.3. ISO 19650. La Organización internacional de Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés) es una organización cuyo principal objetivo es la elaboración de normas internacionales que permitan brindar seguridad, calidad y eficiencia de procesos, productos y servicios.

Dentro el ámbito de estudio del presente informe se tiene a la serie de Normas ISO 19650, la cual es tomada como fuente de información del Plan BIM Perú pues me brinda una serie de conceptos, principios y requisitos que se necesita para gestionar la información BIM a lo largo del ciclo de inversión. (MEF, 2021b)

2.6.6. BIM y su implementación en obras publicas

Gracias al Plan BIM Perú se viene generando estrategias para que BIM sea implementada de manera progresiva en las inversiones públicas al año 2030. Es por ello, que buscando acelerar este proceso se conforma la Alianza BIM la cual contiene iniciativas lanzadas por diversas empresas y entidades entre ellas la Cámara Peruana de la Construcción, la Universidad de Lima, Colegio de Arquitectos del Perú y algunas empresas consultoras en

implementación BIM, esto con el fin de promover el sector construcción en base a el uso de tecnología y procesos innovadores. De esta manera no solo se busca la construcción y diseño sino brindar al estado un mayor control de toda la vida útil del proyecto no solo en la etapa de construcción sino desde que se plantea.

Además, lo que se busca es que esta metodología sea aplicada en distintos tipos de contrato de obras públicas como se muestra a continuación:

2.6.6.1. Acuerdo Gobierno a Gobierno (g2g). Es un mecanismo de contratación, que dista de la aplicación de la Ley de contrataciones del estado, pues en este mecanismo y bajo las condiciones previamente pactadas el gobierno contratante solicita bienes, servicios u obras a otro gobierno. El fin principal de este mecanismo es la transferencia de conocimiento esto con el fin de en un futuro desarrollar otros proyectos similares.

Además, este acuerdo trajo consigo grandes beneficios como la incorporación progresiva de buenas prácticas de gestión de proyectos (PMO), metodología digital BIM, contratos estandarizados (NEC, FIDIC, entre otros) teniendo como resultado la reducción de costos y procura, reducción de riesgo de incumplimiento, entre otros.

Como proyecto más destacable en donde se aplicó este acuerdo bajo un contrato NEC fue en los Juegos Panamericanos, este mecanismo se realizó entre el Reino Unido e Irlanda del Norte y el gobierno peruano. Obteniendo como *know how* una serie de cambios en la forma en cómo se venía ejecutando los proyectos públicos; por ejemplo, se empleó una serie de herramientas de gestión y ejecución integrada con lo son el BIM, VDC e IPD.

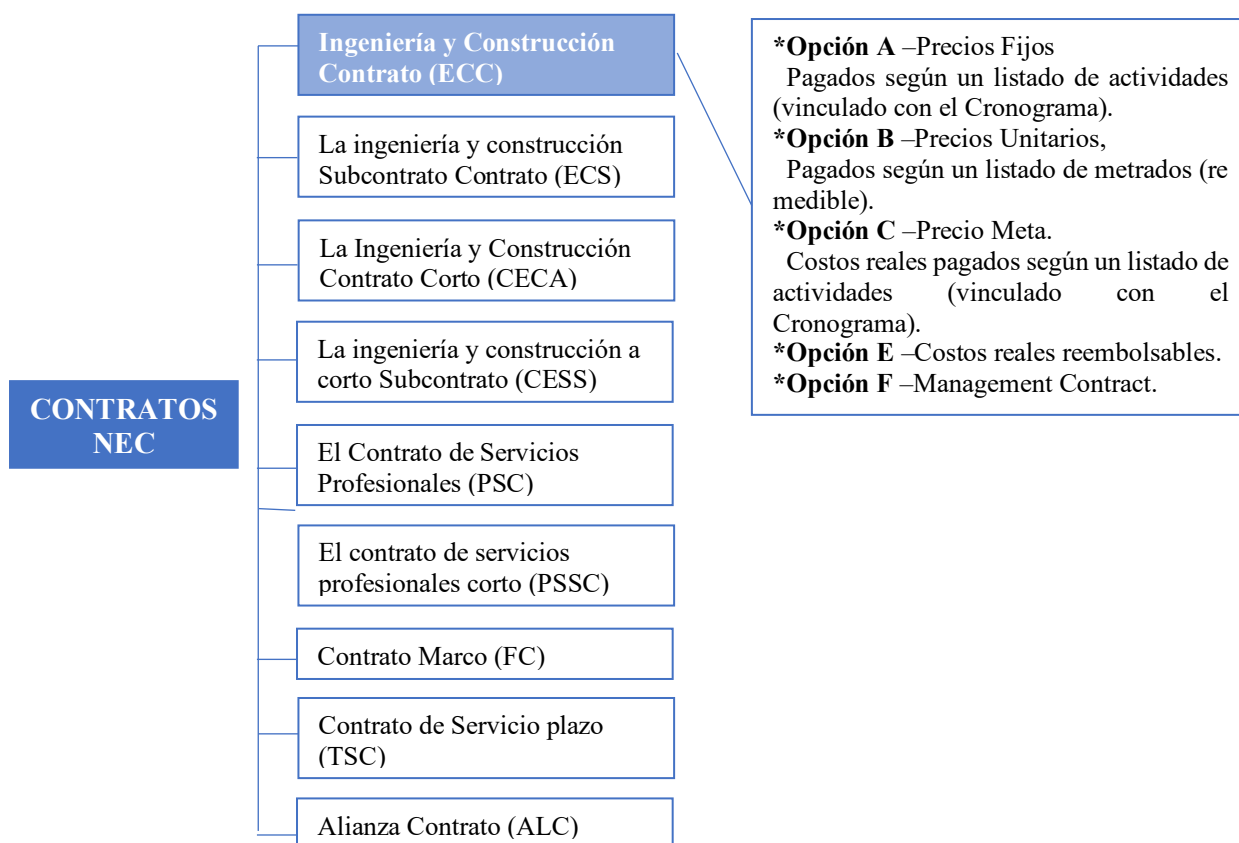
2.6.6.2. Contratos NEC (New Engineering Contracts). Este tipo de contrato colaborativo fue creado por la necesidad del estado británico y bajo las recomendaciones del ICE (por sus siglas en ingles The Institution of Civil Engineers) con la finalidad de crear contratos para proyectos de inversión pública que dinamicen y generen confianza entre las

partes. De esta manera se busca disminuir los costos y generar una mayor eficiencia alineando así los intereses de todas las partes involucradas.

Existen distintos tipos de contratos NEC como se muestra en la **Figura 10**, siendo el contrato NEC3 ECC opción F el que se aplicó para la ejecución de las obras de infraestructura más destacables de los Juegos Panamericanos como fue la construcción de la Villa Deportiva Nacional – Videna, la Villa Panamericana, el Complejo Deportivo Andrés Avelino Cáceres – Villa María del Triunfo, el Polideportivo de Gimnasia, la Villa Deportiva Regional del Callao y el Estadio de San Marcos.

Figura 10

Tipos de contratos NEC



Nota: Elaboración propia

2.6.7. Estándares BIM

2.6.7.1. Usos BIM. Según la Guía Nacional BIM, los usos son métodos de aplicación de BIM que se definen a través de procesos que se pueden ubicar, orientar y relacionar con cada fase del ciclo de inversión para alcanzar algún objetivo específico.

En la **Figura 11**, se puede observar los veintiocho Usos BIM nacionales vinculados con cada fase del ciclo de inversión de un proyecto en el sector público. Además, los nueve usos que están resaltados son los usos básicos o usos principales recomendados aplicar en la etapa inicial de la adopción BIM.

A continuación, se menciona brevemente los nueve principales Usos BIM:

- Levantamiento de condiciones existentes
- Diseño de especialidades
- Elaboración de documentación
- Coordinación de la información
- Estimación de cantidades y costos
- Revisión del diseño
- Detección de interferencias e incompatibilidades
- Planificación de la fase de ejecución
- Modelo de Información As-built

Figura 11

Usos BIM Nacionales



Nota: Guía Nacional BIM, 2021

Debido a que el presente informe se basa en la fase de ejecución especialmente en la elaboración del expediente técnico se hará hincapié en algunos de los usos BIM considerados en el proyecto de investigación.

A. *Visualización 3D.* Mediante la elaboración del modelado podemos mostrar, comunicar y previsualizar de manera más didáctica la propuesta de diseño a todos los miembros involucrados del proyecto. Pues gracias a las imágenes 3D, los recorridos virtuales que se puedan realizar y otras herramientas graficas se logra un mejor entendimiento del proyecto.

B. *Estimación de cantidades y costos.* Gracias a que BIM no solo nos brinda imágenes 3D sino a que es un modelo paramétrico que contiene información geométrica y por ende tiene asociado parámetros como el tipo de material del elemento constructivo, el nivel y/o sector en donde se está ejecutando, etc.; nos permite extraer información útil para la estimación de cantidades y por ende estimar costos de los objetos modelados.

C. *Detección de interferencias e incompatibilidades.* Mediante el modelado de las diferentes especialidades y el uso de softwares de análisis podemos detectar interferencias de manera automatizada o también se puede realizar de manera visual mediante los recorridos virtuales, esto con el fin de lograr un diseño coordinado que en la etapa de ejecución física de la inversión no genere mayores retrasos. (MEF, 2021a)

2.6.7.2. Nivel de Información Necesaria (LOIN). LOIN (Level of Information Need) es el nivel de información necesario para lograr los objetivos relacionados con la información de la inversión en cada proceso de intercambio de información. Es decir, el nivel de información necesario es un concepto amplio que proporciona un marco para definir el alcance de la entrega de información.

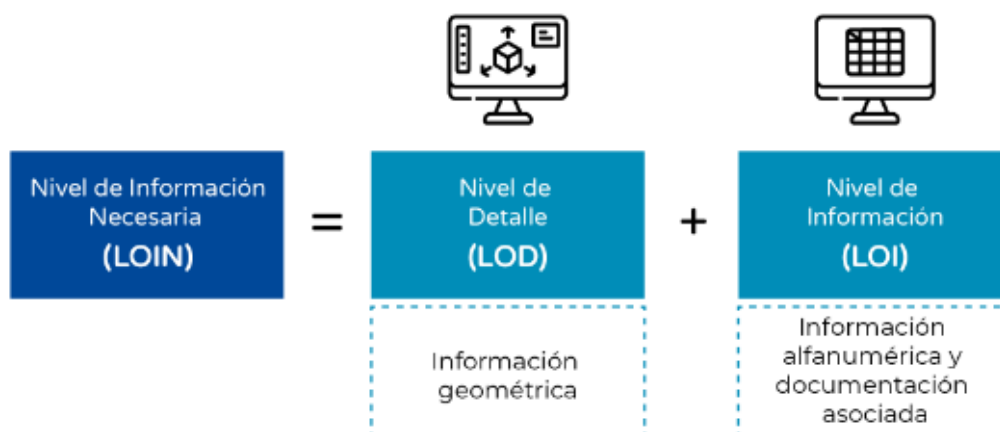
El nivel de información necesaria (LOIN) no solo abarca el típico modelo 3D, sino que involucra toda la información producida en respuesta a los requisitos de información y esta puede ser gráfica y no grafica tal como se muestra en la **Figura 12**. Mediante el Nivel de Detalle

(LOD) o información gráfica nos da los detalles geométricos como elementos tridimensionales, y mediante el Nivel de Información (LOI) o información no gráfica nos da un conjunto de datos como las tablas de contenidos e información alfanumérica.

Es importante distinguir entre el nivel de detalle (LOD) y el nivel de información (LOI) para determinar la progresión entre estos niveles, ya que pueden no ser equivalentes en algunos casos. Dependiendo de los requerimientos de información de cada inversión, el LOI puede ser mayor que el LOD o viceversa. (MEF, 2021a)

Figura 12

Nivel de Información Necesaria



Nota: Guía Nacional BIM, 2021

2.6.7.3. Roles BIM. Son las funciones que pueden ser ocupados por cualquier persona que tenga los conocimientos y competencias para asumir uno o varios roles BIM, esto como parte del proceso de gestión de la información BIM. Cabe señalar que una persona puede asumir múltiples roles o un rol puede ser asumido por varios colaboradores, esto depende de la complejidad de la inversión. (MEF, 2021a)

Dentro de nuestro contexto nacional se identifica los siguientes roles:

A. Líder BIM. Se encarga de gestionar y diseñar los diferentes procesos y estrategias necesarias para poder adoptar BIM dentro de la entidad, siempre y cuando estas se ajusten a nuestros objetivos y necesidades.

B. Gestor BIM. En coordinación con el Líder BIM establece los requerimientos de información de las distintas inversiones.

C. Coordinador BIM. Como su nombre lo dice se encarga de coordinar la realización de los modelos de información, de esta manera se certifica el cumplimiento de los modelos de información, normativas y procedimientos establecidos.

D. Modelador BIM. Es el encargado de realizar los modelos en base a los requisitos establecidos, considerando el nivel de información necesaria (LOIN). Además, para llevar a cabo un nivel de modelamiento óptimo debe estar en constante comunicación con el coordinador BIM y el resto de colaboradores.

E. Supervisor BIM. Se encarga de realizar evaluaciones periódicas a la información producida por el modelador BIM y de esta manera verificar que el modelo se ejecute en base a los requisitos planteados. Las revisiones lo realizan en asistencia con el Coordinador BIM y antes de su entrega al Gestor BIM.

2.6.8. Expediente técnico de obra

El expediente técnico de obra es un conjunto de documentos que determinan en forma explícita las características, requisitos y especificaciones necesarias para la ejecución de la edificación, adquisición de equipos o maquinarias, implementación de personal y realización de actividades ligadas.

Dentro de los documentos que contiene el expediente técnico son la memoria descriptiva, especificaciones técnicas, metrados, presupuestos, planos de obra, estudio de suelo u otros complementarios. Por ello, para la elaboración de estos documentos es necesario la participación de profesionales y herramientas capaces de su realización.

2.7. Método

2.7.1. Tipo de investigación

El enfoque de la presente investigación es de tipo cuantitativo. Pues se utilizará la recolección de datos numéricos producto del sistema de gestión BIM para probar la hipótesis antes planteada.

Su alcance será descriptivo, pues describe como la implementación de la metodología BIM en un proyecto impacta de forma positiva en el manejo de información de un expediente técnico.

2.7.2. *Ámbito temporal y espacial*

La presente investigación está basada en el proyecto de nombre “MEJORAMIENTO DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DEPORTIVOS Y TALLERES EXTRACURRICULARES EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA, DISTRITO DE AREQUIPA, PROVINCIA DE AREQUIPA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA”, cuyo ámbito espacial es el campus del área de ingenierías de la Universidad Nacional de San Agustín, sitio en la Avenida Independencia s/n, Distrito, Provincia y Región de Arequipa.

La elaboración del expediente técnico del presente proyecto se dio en marzo del año 2021, tiempo en el cual desempeñe el cargo de Asistente de Ingeniería siendo una de mis funciones la revisión del modelado de las diferentes especialidades bajo la metodología BIM.

2.7.3. Variables

2.7.3.1. Variable independiente. Implementación de la Metodología BIM.

2.7.3.2. Variable dependiente. Deficiencias en el manejo de información de un expediente técnico.

En la **Tabla 1**, se muestra la operacionalización de variables donde se demuestra que la investigación tiene un enfoque cuantitativo debido a que sus variables pueden ser susceptibles a ser observadas y medidas.

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	INDICADORES
Metodología BIM	Es un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar una edificación o infraestructura de forma colaborativa en un espacio virtual.	Tiempo Calidad Costo Trabajo colaborativo
Deficiencias en el expediente técnico	Se da cuando uno o más de los documentos que lo componen, no cumple con la características, requisitos y especificaciones necesarias para la ejecución de la edificación	Interferencias entre especialidades. Metrados y presupuestos inadecuados. Nivel de detalle en los planos.

Nota: Elaboración propia

2.7.4. Población y muestra

La población de la presente investigación está conformada por el análisis de la implementación de la metodología BIM en el expediente técnico del proyecto de nombre “MEJORAMIENTO DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DEPORTIVOS Y TALLERES EXTRACURRICULARES EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA, DISTRITO DE AREQUIPA, PROVINCIA DE AREQUIPA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA”

Por otro lado, tendremos como muestra de estudio las dos especialidades de mayor incidencia del proyecto que son arquitectura y estructuras. Estas especialidades nos permitirán

hacer la comparativa entre la metodología tradicional vs la metodología BIM, y como la aplicación de esta última metodología nos permite reducir costos y tiempo.

2.7.5. Instrumentos

Para poder llevar a cabo el presente trabajo de investigación, se necesitó los siguientes instrumentos de recolección de datos:

Observación directa. Pues para poder desarrollar de manera correcta la investigación es necesario tener conocimiento de la información del proyecto, como estudio de pre inversión, memorias, metrados, planos, entre otros. Y de esta manera evaluar como la aplicación del modelo tradicional de trabajo nos genera mayor tiempo y costo a lo contrario si es que se aplicaría la gestión BIM.

Además, nos basamos de la experimentación para la obtención de datos. Pues a través del modelado usando el software Revit, el programa Excel y la ejecución de planos mediante AutoCAD, se realizó la comparativa del tiempo y costo de lo que ocasionaría un cambio en el proyecto.

2.7.6. Procedimientos

El informe de investigación comenzará con la recopilación de información del expediente técnico del proyecto en estudio, de esta manera se tendrá conocimiento de las características con las cuales fue diseñada para la etapa de ejecución.

Se hará la recolección de datos del software Revit de las interferencias detectadas entre la compatibilización de las diferentes especialidades, posteriormente con estos datos podemos obtener posibles valores numéricos de los costos que hubiera origina en la etapa de construcción si estas interferencias no hubiesen sido detectadas en el expediente técnico.

También del software Revit obtendremos reportes de metrados los que luego se hará la comparativa entre la obtención de los mismos entre la metodología tradicional y metodología BIM.

2.7.7. Análisis de datos.

Después de los pasos de recolección y procesamiento de datos, los resultados se analizaron y presentaron en gráficos, tablas y otras herramientas estadísticas que ayudan a organizar e interpretar los datos.

2.8. Resultados

2.8.1. Alcances del proyecto

2.8.1.1. Nombre del Proyecto. Se trata del proyecto para el “MEJORAMIENTO DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DEPORTIVOS Y TALLERES EXTRACURRICULARES EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA, DISTRITO DE AREQUIPA, PROVINCIA DE AREQUIPA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA”. Proyecto de Inversión aprobado con el Código Único de Inversiones – CUI N° 2449979.

La infraestructura responde al entorno, condiciones climáticas y la solución arquitectónica propuesta esta pensado para que satisfagan las necesidades para los estudiantes de pregrado.

2.8.1.2. Ubicación. El proyecto está localizado en el Distrito de Arequipa, Provincia y Departamento de Arequipa, como se muestra en la **Figura 13**. El distrito de Arequipa, que es uno de los 29 distritos que conforman la provincia de Arequipa en el Departamento de Arequipa, en el sur del Perú.

Figura 13*Localización del Proyecto*

Nota: Elaboración propia

El área a intervenir es el actual Estadio Ho Chi Min, ubicado en el campus de la Universidad Nacional de San Agustín, Área de Ingenierías, sitio en la Avenida Independencia s/n, Distrito, Provincia y Región de Arequipa.

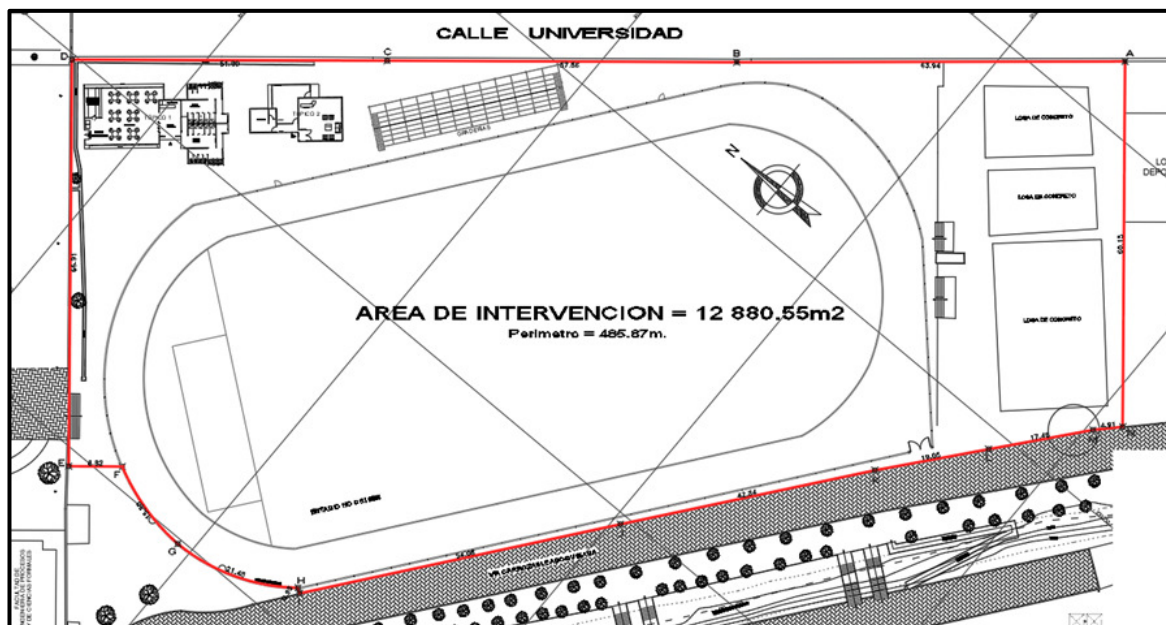
Como se puede observar en la **Figura 14**, el terreno colinda con:

- Por el Sur Este con área libre dentro del campus y la Av. Venezuela
- Por el Sur Oeste con las Escuelas Profesionales de Ingeniería Civil, Ingeniería de Industrias e Ingeniería de Materiales.
- Por el Nor Oeste con los Estacionamientos y Pabellón Garaycochea.
- Por el Nor Este con la Avenida Universitaria.

2.8.1.4. Situación actual del terreno. Tal como se puede observar en la **Figura 15** el área del proyecto actualmente se ubica en el Estadio Ho Chi Min con un área de $12,880.55\text{m}^2$ aproximadamente, el terreno está ocupado por una cancha de fútbol (no reglamentaria) de césped natural y por una pista atlética (no reglamentaria) de dos carriles, a su vez, esta pista atlética está resguardada por un cerco perimétrico de malla de 360.20 metros lineales. En las partes frontales norte y sur del Estadio, se ubican varias losas deportivas de concreto, la que se destina para básquet, fulbito y actividades de danza. En la parte lateral occidente se presenta unas graderías de estructura metálica (límite con Calle Universidad). Estas graderías albergan 07 filas para espectadores. Además, dentro del área de intervención existen dos módulos prefabricados que son usados por el departamento médico y algunos talleres extracurriculares. Existen construcciones menores como las escaleras, veredas, muretes de contención (pirca) por la diferencia de nivel.

Figura 15

Área a intervenir



Nota: Memoria descriptiva del proyecto.

2.8.1.5. Zonificación. El proyecto considera la generación de 03 bloques, las mismas que se diferencian por las volumetrías generadas, tal como se muestra en la **Figura 16**.

- **Bloque A:**

Primer piso: Área administrativa y de exposición

Segundo piso: Talleres extracurriculares y unidades

Tercer piso: Unidades (elencos) de la UNSA y talleres

- **Bloque B:**

Primer piso: Servicios complementarios y talleres extracurriculares

Segundo piso: Talleres extracurriculares y unidades

Tercer piso: Unidades (elencos) de la UNSA y sum

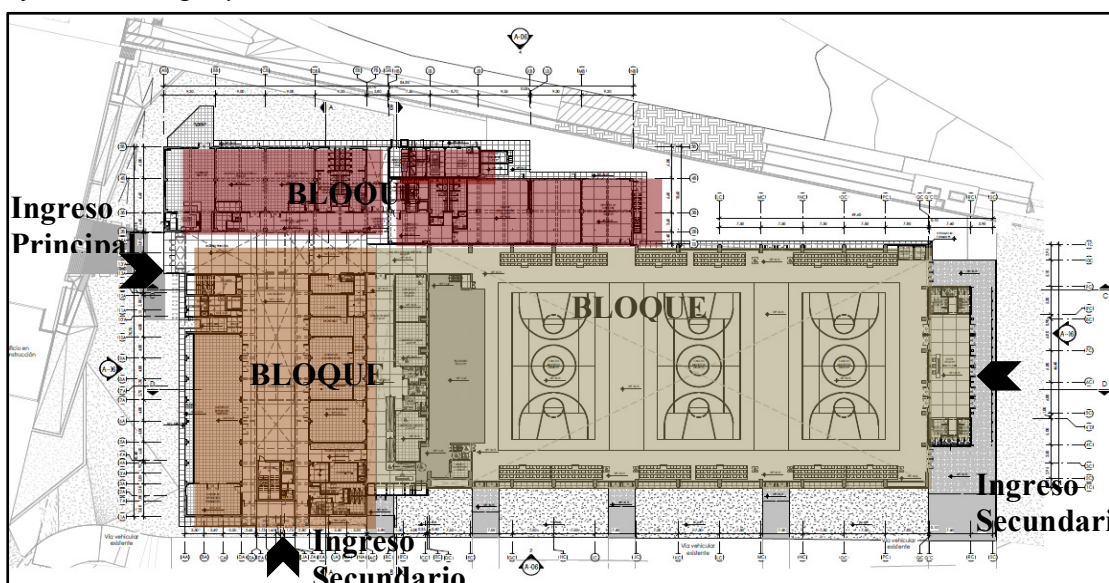
- **Bloque C:**

Primer piso: Área deportivo, foyer ingreso y SS. HH del público, escenario

La distribución y división de los bloques permite la independización de los Talleres según su especialidad (Artística Motora Fina, Artística Motora Gruesa, Artístico Literarias) o su necesidad acústica (aislamiento sonoro).

Figura 16

Zonificación del proyecto



Nota: Memoria descriptiva del proyecto.

El proyecto estará compuesto de una edificación por tres niveles con un área construida de:

- Primer nivel: 2 864.47 m²
- Segundo nivel: 2 489.22 m²
- Tercer nivel: 8 153.71 m²

2.8.1.6. Financiamiento. Las fuentes de financiamiento que se dispone para ejecutar las inversiones y cubrir los gastos de operación y mantenimiento del proyecto es como se muestra en la **Tabla 3**.

Tabla 3

Fuente de financiamiento

COMPONENTE A EJECUTAR	FUENTE DE FINANCIAMIENTO
Inversión	
Infraestructura	Canon Minero
Equipamiento y Mobiliario	Canon Minero
Pos Inversión	
Operación y Mantenimiento	Recursos Ordinario / Recursos directamente recaudados
Modalidad de ejecución: Obra por impuestos	
Financista: Southern Perú Copper Corporation sucursal del Perú	
Tiempo de ejecución: 14 meses	

Nota: Elaboración propia

2.8.1.7. Presupuesto de Obra. Como se muestra en la **Tabla 4** el presupuesto para el proyecto es el siguiente:

Tabla 4*Presupuesto base*

ESQUEMA DEL PRESUPUESTO BASE		
001	Estructura	13,978,211.1
002	Arquitectura	8,527,160.29
003	Inst. Sanitarias	778,014.24
004	Inst. Eléctricas – Mecánicas	2,862,598.65
005	Inst. Especiales TIC	1,276,323.08
006	Mobiliario	2,490,677.91
007	Equipamiento	1,073,728.58
008	COVID – 19	338,192.60
TOTAL COSTO DIRECTO		S/ 31,324,907.26
GASTOS GENERALES		2,118,720.79
UTILIDAD		3,132,490.73
TOTAL PRESUPUESTO		36,576,118.78
I.G.V. 18%		6,583,701.38
TOTAL PRESUPUESTO BASE		S/ 43,159,820.16
EXPEDIENTE TECNICO		621,732.45
SUPERVISION DE EXP. TECNICO		92,287.80
SUPERVISION DE OBRA		390,418.28
LIQUIDACION DE OBRA		92,965.00
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		S/ 44,357,223.69

Nota: Adaptado del Expediente técnico del proyecto

2.8.2. Expediente técnico del proyecto

2.8.2.1. Términos para la elaboración del expediente técnico del proyecto.

La empresa en la que labore Obras Hergonsa fue la encargada de la ejecución del expediente técnico del presente proyecto, la cual tenía distintas entregas de informes tal como se observa en la **Tabla 5**.

Tabla 5*Entregables de Expediente Técnico*

	Nº INFORME	CONTENIDO
ENTREGABLES	INFORME 1 Plan de Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Acreditación de profesionales. • Concepción del proyecto • Programación arquitectónica • Cronograma de trabajo
	INFORME 2 Estudios Previos- Anteproyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios previos • Inicio de tramites • Anteproyecto arquitectónico • Pre dimensionamiento estructural
	INFORME 3 Desarrollo de especialidades	<ul style="list-style-type: none"> • Arquitectura • Estructuras • Instalaciones sanitarias • Instalaciones Eléctricas • Evaluación y seguridad • Instalaciones telecomunicaciones • Mobiliario • Presupuesto base • Presentación de seguimiento factibilidades y otros
	INFORME 4 Proyecto Definitivo Completo	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de proyecto definitivo

Nota: Elaboración propia.

2.8.2.2. Alcances de la deficiente elaboración de expedientes técnicos en el sector público. De acuerdo a la información obtenida por la contraloría general de la república y órganos de control institucional, al 31 de julio del 2018 las entidades del gobierno nacional y regional tenían 867 obras paralizadas por un monto de S/16,870'855,767.00. Además, una de las principales causas de estas paralizaciones era por deficiencias técnicas o incumplimientos contractuales tal como se observar en la **Tabla 6.** (MEF, 2021c)

Tabla 6*Causas de paralización*

CAUSAS DE PARALIZACIÓN	Nº	%
Deficiencias técnicas/incumplimiento contractual	340	39%
En arbitraje	242	28%
Limitaciones presupuestales	126	15%
Disponibilidad del terreno	27	3%
Cambio de profesionales	18	2%
Cierre de proyecto	3	0%
Factores climatológicos	2	0%
Intervenida por fiscalía	2	0%
Otros	2	0%
Obra judicializada por la Municipalidad	1	0%
Vigencia de convenio	1	0%
Sub total	764	88%
Información limitada	103	12%
TOTAL	867	100%

Nota: Adaptado de CGR “Reporte de obras paralizadas 2019”, 2019

De la tabla anterior podemos inferir que hay muchos factores por lo cual en nuestro país existen obras paralizadas, en este caso el principal factor es por la falta de metodologías de trabajo colaborativo pues mediante el modelado digital de la información podemos obtener mejoras en las distintas fases del ciclo de inversión.

Además, en la fase de ejecución del ciclo de inversión de un proyecto lo que origina tiempos prolongados para la aprobación del expediente técnico radica por las incompatibilidades entre las distintas especialidades. Pues si no se compatibiliza y no se tiene un único modelo integrado esto origina que en la etapa de ejecución existan gastos extras, mala calidad y mayores tiempos de realización. Es por ello la importancia de implementar la

metodología BIM desde la ejecución del expediente técnico y así obtener beneficios como mayor calidad, coordinación, transparencia entre otros.

2.8.3. Implementación de la metodología BIM

2.8.3.1. Gestión de implementación BIM en la empresa. Debido a la importancia de buscar un trabajo colaborativo mediante la metodología BIM, la empresa en la que laboré inicio la implementación de esta metodología dentro de la organización siendo el proyecto Polideportivo UNSA el primer proyecto usando BIM como herramienta de integración. Para ello se contrató los servicios externos de un especialista BIM, este tenía como actividades de implementación los siguientes ítems:

- Configuración de Textos en Revit, Líneas y Hatch
- Creación de Etiquetas (Tags) configuración de Niveles, Grillas, Elevación, Coordenadas
- Configuración de Acotación, tamaños de textos de cotas y tamaño de cabezas de flecha
- Creación del Membrete A0, A1, A2 con estándar Hergonsa.
- Desarrollo de la implementación BIM en Hergonsa.
- Reuniones de 2 horas los días lunes y los días viernes a las 4 de la tarde.
- Georreferenciación del proyecto Polideportivo.
- Generación de carpetas en Google Drive para facilidad de los modeladores.
- Avance del Manual de Estándares BIM para Hergonsa.
- Configuración de Familias Revit.
- Acompañamiento y solución de problemas de modeladores.
- Creación de la plantilla EIR.

Además, se realizó un cronograma de implementación tal como se muestra en la **Figura 17**.

Figura 17

Implementación BIM Hergonsa

IMPLEMENTACION BIM HERGONSA						
Bim Manager: César Coronado	Tiempos:					
Plan de Accion:	Oct y Nov-20	Dic-20	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21
1 Entrenamiento						
Capacitación en Software Revit Architecture	←	→				
Capacitación en Software Navisworks		←	→			
2 Generar Estandares Hergonsa en la Creación de Estilos de:						
2.1 Textos, Líneas, Hatch			←	→		
2.2 Dimensionamiento			←	→		
2.3 Object Styles			←	→		
2.4 Tipos de Líneas			←	→		
2.5 Creación de Etiquetas, Tags, Elementos Anotativos, Niveles, Grillas, Elev, Coordenadas				←	→	
2.6 Configuración del Membrete A0, A1, A2 (Sheet)				←	→	
2.7 Generación de reportes				←	→	
2.8 Actualización de la plantilla Hergonsa				←	→	→
3 Creación de directorio centralizado en la red Hergonsa o Google Drive			←	→		
4 Preparación de Capas hacia Autocad						
4.1 configuración de capas de salida de Revit (archivo txt)				←	→	
5 Trabajo Colaborativo en Revit						
2.2 Creación de procedimiento para trabajo con Coordenadas compartidas				←	→	
6 Complementar los procedimientos y manuales BIM						
Creación del Manual de Estandares Hergonsa					←	→
Creación de la plantilla del EIR Hergonsa (Requerimiento de información del cliente)				←	→	
Creación de la plantilla del BEP Hergonsa (Plan de ejecución Bim)					←	→
7 Creación de Familias			←	→		
8 Acompañamiento y asesoría en el modelamiento del proyecto Polideportivo UNSA			←	→		
9 Asistencia a reuniones los Lunes y Viernes			←	→		

Nota: Elaboración propia

2.8.3.2. Gestión de implementación BIM en el proyecto Polideportivo

UNSA. Para obtener mejoras en el diseño, el desarrollo y ejecución del proyecto en investigación se optó por el uso de la metodología BIM teniendo como metas lo siguiente:

- Generar entregables tales como Planos sin necesidad de pasar por el AutoCAD.
- Obtener estimados de obra más rápidos y precisos.
- Resolver interferencias entre las diferentes especialidades previas a la ejecución de obra.
- Tener una mejor y más eficiente programación de obra.

Además, Hergonsa ha adoptado Autodesk Revit como su software estándar en el uso de tecnología BIM. Debemos tener en claro que antiguamente Autodesk separaba los softwares

en Revit Architecture, Revit MEP y Revit Structure, sin embargo, actualmente los 3 software se han integrado en uno solo llamado simplemente Autodesk Revit

En adición a Revit, Hergonsa ha adoptado, las siguientes aplicaciones para este esfuerzo:

- Autodesk NavisWorks
- Autodesk Design Review

Por otro lado, para la implementación de BIM se procedió a establecer roles y responsabilidades los cuales pueden variar dependiendo de la complejidad del proyecto y podrían cambiar a medida que el uso de esta tecnología se expanda dentro de la empresa. A continuación, se detalla algunos conceptos:

A. Área BIM. El Área BIM es responsable de crear y mantener todos los archivos de soporte y documentación BIM necesarios para desarrollar el proyecto utilizando Revit además de proporcionar el apoyo técnico requerido por los usuarios. Entre las principales responsabilidades se encuentran:

- Mantener y actualizar el Manual de Estándares BIM.
- Crear y mantener el contenido BIM.
- Proporcionar un seminario para todas las disciplinas al inicio del proyecto.
- Ofrecer seminarios específicos por disciplina.
- Crear y mantener el Modelo de Coordenadas.
- Crear el archivo Central del proyecto (aplicable solo en caso de trabajar en un entorno de red LAN).
- Crear los archivos Locales de cada usuario (aplicable solo en caso de trabajar en un entorno de red LAN).

B. Líderes BIM. El proyecto tiene un Líder BIM quien es responsable de lo siguiente:

- Notificar al Área BIM si existen cambios en el Modelo.
- Notificar al Área BIM si es necesario cambiar o mejorar los estándares BIM.
- Coordinar las sesiones ICE, colocar horarios precisos para solucionar interferencias interdisciplinarias.
- Notificar al Área BIM cuando el proyecto debe ser archivado.

C. Coordinadores BIM. Cada disciplina tiene un Coordinador BIM quien es responsable de lo siguiente:

- Administrar a los otros usuarios dentro de la disciplina
- Coordinar todos los problemas relacionados a BIM con el resto de su equipo
- Crear contenido BIM para su disciplina
- Resolver problemas e interferencias dentro de Revit
- Exportar el modelo para análisis de Interferencias Interdisciplinarias
- Generar manuales y tutoriales para la consulta de los modeladores
- Brindar inducción a los modeladores

D. Modeladores BIM. El perfil del modelador Bim debe ser de técnico de experiencia en modelamiento en Revit en su disciplina. Cada disciplina puede tener varios modeladores BIM que son responsables de lo siguiente:

- Desarrollo del Modelo
- Generación de Estimados
- Generación e Impresión de Laminas a partir de Revit
- Cumplir lo que este manual de estándares y sus anexos indican

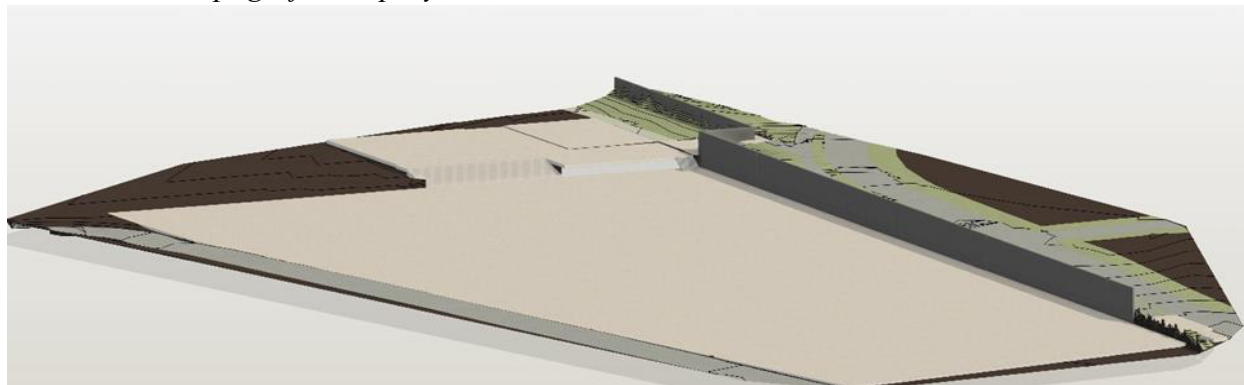
2.8.4. Modelado del Proyecto

Se inicio la implementación de la metodología BIM en el proyecto con el modelado de las diferentes especialidades como estructura, arquitectura, instalaciones eléctricas y sanitarias mediante el software Autodesk Revit.

2.8.4.1. Modelado de estructura. Se desarrolló el modelado de la Topografía con la herramienta Revit 2021 de acuerdo a los planos de referencia emitidos por el ingeniero especialista. Se acondicionó el terreno con graderías y rampas de accesos, y el plataformado para posteriormente sean ubicados los bloques arquitectónicos sectorizados, ver **Figura 18**.

Figura 18

Vista 3d de la topografía del proyecto

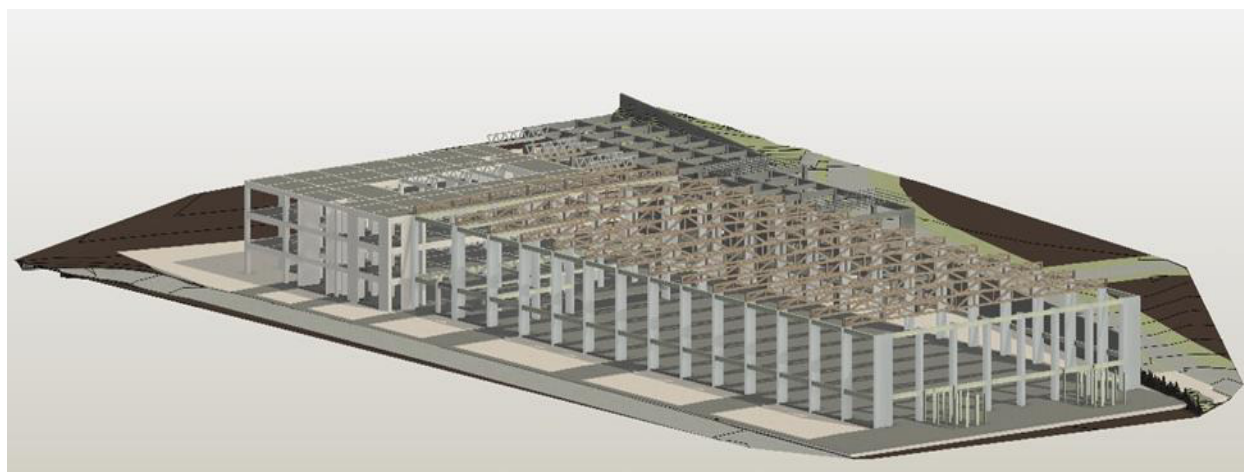


Nota: Elaboración propia, Autodesk Revit 2021

Luego se ejecutó el modelado estructural, de acuerdo a los planos emitidos por los ingenieros estructurales con un previo calculo y dimensionamiento estructural adecuado al proyecto, está compuesta por un columnas y placas estructurales y vigas de amarre, ver **Figura 19**.

Figura 19

Vista 3d de la estructura del proyecto



Nota: Elaboración propia, Autodesk Revit 2021

2.8.4.2. Modelado de arquitectura. Conjunto al modelado estructural se acondiciono la arquitectura en los tres niveles de proyectos, compuesta por divisiones de tabiquerías de ladrillo, drywall y cerramientos con mamparas y perfilera metálica. Con acabados de pisos, cielo raso y falso cielo raso de acuerdo al requerimiento del ambiente en cada nivel. Adicionando los equipamientos y mobiliarios adecuados. Ver **Figura 20, 21 y 22.**

Figura 20

Vista 3d de la arquitectura del proyecto – primer nivel



Nota: Elaboración propia, Autodesk Revit 2021

Figura 21

Vista 3d de la arquitectura del proyecto – segundo nivel



Nota: Elaboración propia, Autodesk Revit 2021

Figura 22

Vista 3d de la arquitectura del proyecto – tercer nivel

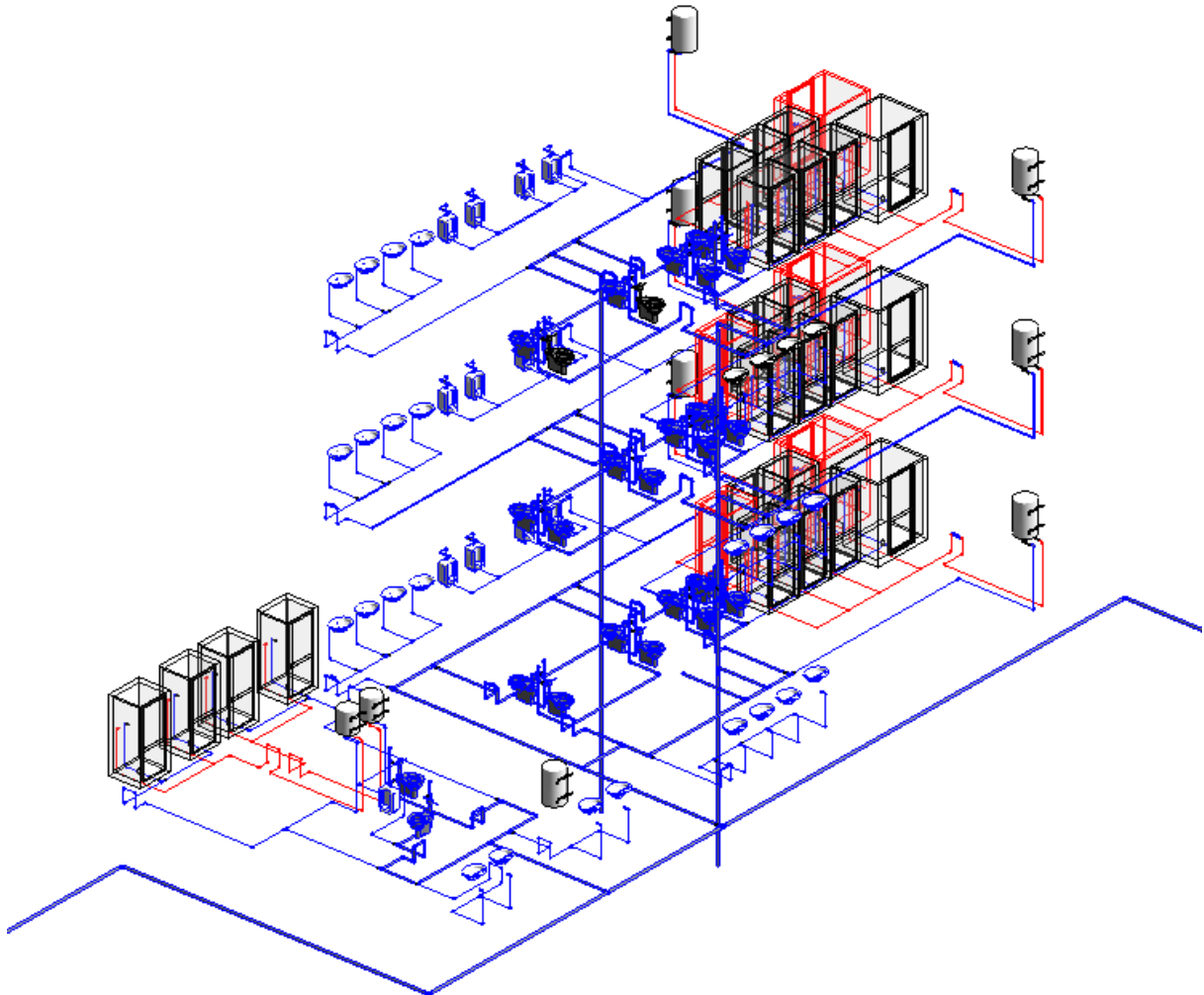


Nota: Elaboración propia, Autodesk Revit 2021

2.8.4.3. Modelado de instalaciones sanitarias. Como se viene trabajando en los modelados antes mencionados se procedió a realizar el modelamiento de las instalaciones sanitarias tanto de red de agua, desagüe y drenaje pluvial teniendo en consideración los planos emitidos por los especialistas. Ver **Figura 23 y 24**.

Figura 23

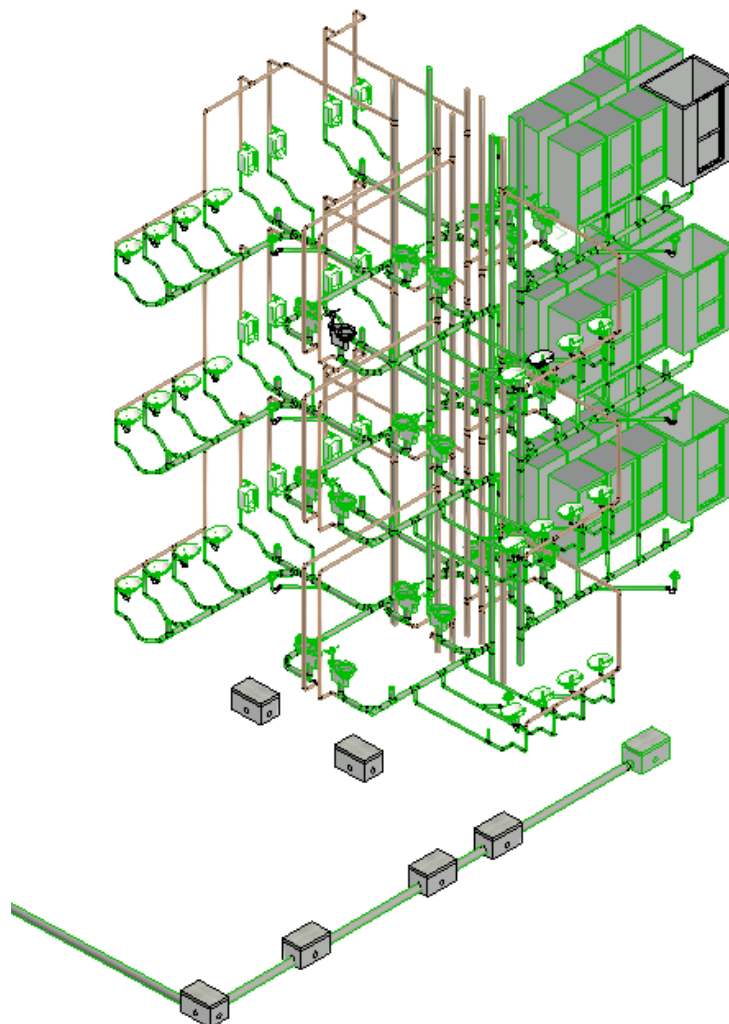
Vista 3d de instalaciones de agua del proyecto – Bloque B



Nota: Elaboración propia, Autodesk Revit 2021

Figura 24

Vista 3d de instalaciones de desagüe del proyecto – Bloque B



Nota: Elaboración propia, Autodesk Revit 2021

2.8.4.4. Modelado de instalaciones eléctricas. Continuando el modelado 3D se tomó como referencia los planos 2D proporcionado por los especialistas para guiarnos en el modelado de la luminaria, tomacorrientes, interruptores, tableros principales, tableros de distribución entre otros como se visualiza en la **Figura 25**.

Tabla 7

Especialidades y su incidencia en el costo del proyecto

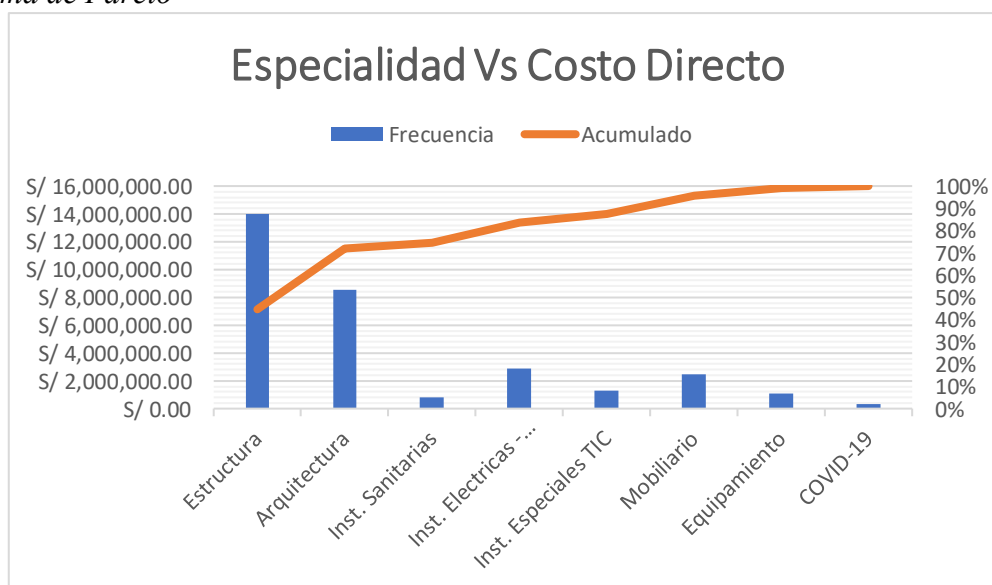
ESPECIALIDAD	COSTO DIRECTO	% INCIDENCIA	% ACUMULADO
Estructura	13,978,211.1	45%	45%
Arquitectura	8,527,160.29	27%	72%
Inst. Sanitarias	778,014.24	2%	74%
Inst. Eléctricas – Mecánicas	2,862,598.65	9%	83%
Inst. Especiales TIC	1,276,323.08	4%	88%
Mobiliario	2,490,677.91	8%	95%
Equipamiento	1,073,728.58	3%	99%
COVID – 19	338,192.60	1%	100%
TOTAL COSTO DIRECTO	S/ 31,324,907.26	100%	

Nota: Elaboración propia

Posteriormente, pasamos estos datos al diagrama de Pareto para determinar que especialidad se encuentra sobre el 80% en incidencia del proyecto. Como se observa en la **Figura 26**, solo la especialidad de Estructura está por encima de este porcentaje sin embargo para la investigación se tomará también la especialidad de Arquitectura para realizar la compatibilización entre las especialidades.

Figura 26

Diagrama de Pareto

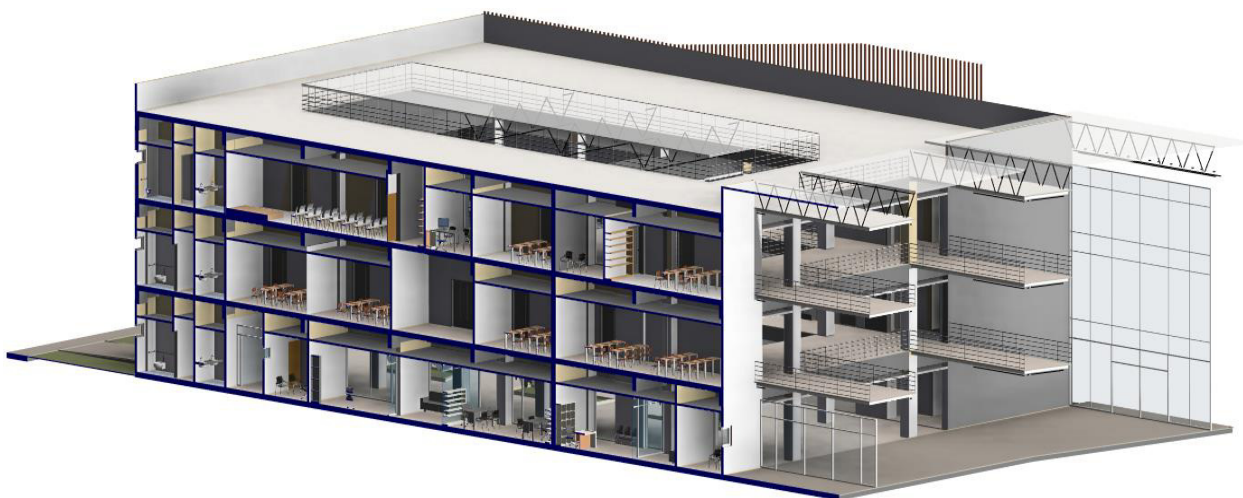


Nota: Elaboración propia

2.8.5.1. Interferencias Bloque A. En las siguientes vistas se puede observar cortes en 3D y el aporte que genera, ya que se pueden detectar interferencias entre las diferentes especialidades para poder realizar las correcciones en su momento y no en la etapa de construcción lo que ocasionaría mayores costos en el proyecto. (Ver Figura 27 y 28)

Figura 27

Vista de compatibilización entre la especialidad de arquitectura y estructura.



Nota: Elaboración propia, Autodesk Revit 2021

Figura 28

Vista de compatibilización entre la especialidad de arquitectura y estructura.

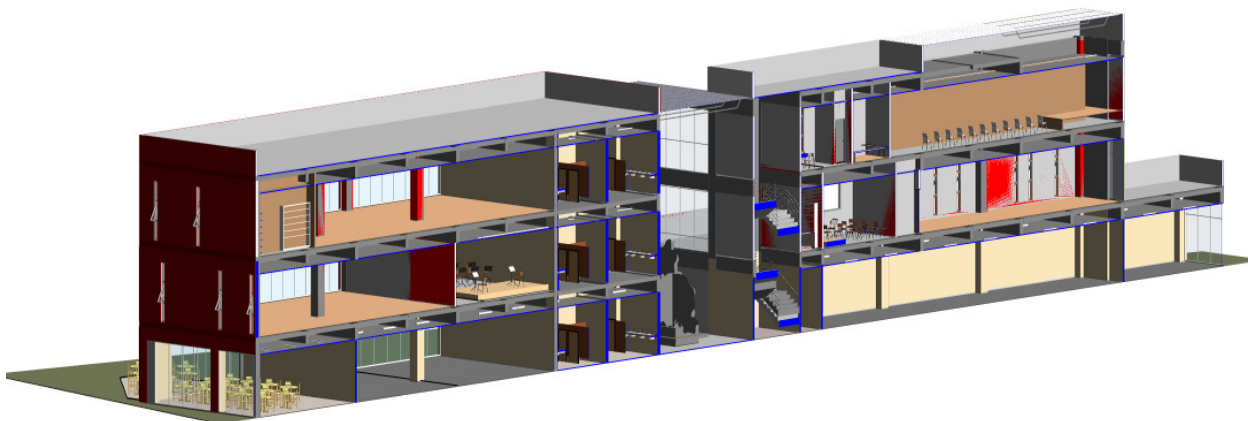


Nota: Elaboración propia, Autodesk Revit 2021

2.8.5.2. Interferencias Bloque B. En las siguientes vistas se puede observar cortes en 3D y el aporte que genera, ya que se pueden detectar interferencias entre las diferentes especialidades y poder realizar las correcciones en su momento. (Ver Figura 29 y 30)

Figura 29

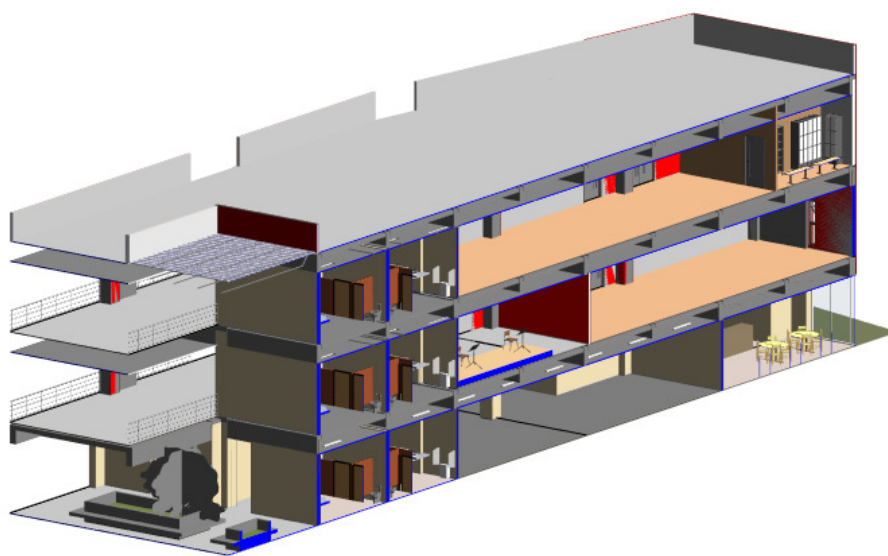
Vista de compatibilización entre la especialidad de arquitectura y estructura.



Nota: Elaboración propia, Autodesk Revit 2021

Figura 30

Vista de compatibilización entre la especialidad de arquitectura y estructura.

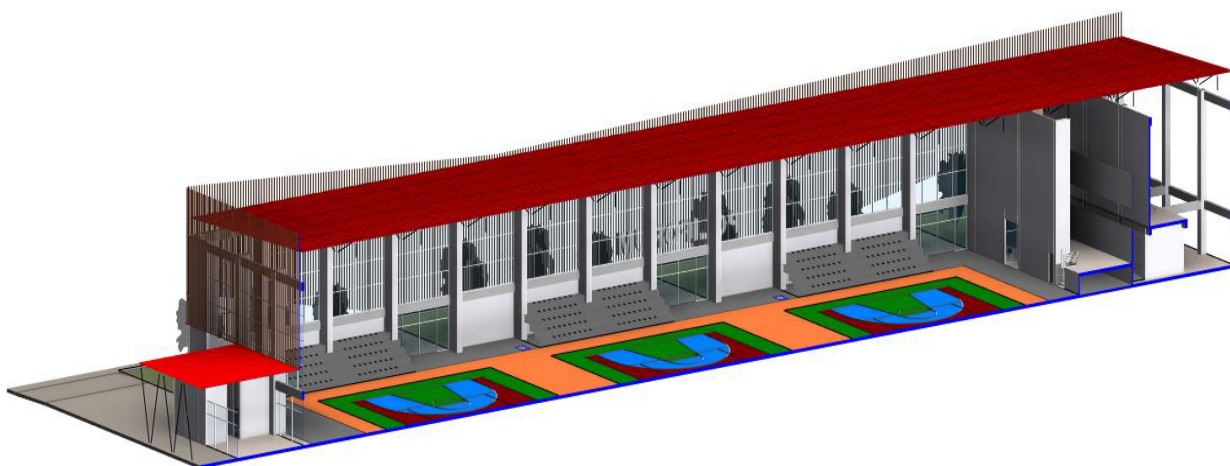


Nota: Elaboración propia, Autodesk Revit 2021

2.8.5.3. Interferencias Bloque C. Tal como se observó en los bloques anteriores se hizo la compatibilización entre las especialidades de estructura y arquitectura del Bloque C, para poder detectar interferencias y realizar las correcciones a tiempo. **Ver Figura 31 y 32**

Figura 31

Vista de compatibilización entre la especialidad de arquitectura y estructura.



Nota: Elaboración propia, Autodesk Revit 2021

Figura 32

Vista de compatibilización entre la especialidad de arquitectura y estructura.



Nota: Elaboración propia, Autodesk Revit 2021

Luego de revisar las interferencias que se presentaron en la compatibilización de las especialidades de estructuras y arquitecturas de los tres bloques del proyecto se pudo obtener un conteo de las interferencias con mayor incidencia como se observa en la **Tabla 8**.

Tabla 8

Cantidad de interferencias

COMPARATIVO	CANTIDAD
INTERFERENCIAS	
Estructura Vs Arquitectura Bloque A	9
Estructura Vs Arquitectura Bloque B	8
Estructura Vs Arquitectura Bloque C	4
TOTAL	21

Nota: Elaboración propia.

De los resultados antes mostrados podemos obtener valores numéricos aproximados para poder estimar cual sería el presupuesto de cada interferencia y un costo total de incidencia en el proyecto si se hubiese detectado ya en la etapa de construcción. Ver **Tabla 9**.

Tabla 9

Costo de la interferencia

COD. INTERF	S/.	COD. INTERF	S/.	COD. INTERF	S/.
A01	1,980.00	A08	4,010.00	A15	3,657.00
A02	3,253.00	A09	1,690.00	A16	4,689.00
A03	2,786.00	A10	2,955.00	A17	3,879.00
A04	4,153.00	A11	2,876.00	A18	2,942.00
A05	1,445.00	A12	3,974.00	A19	3,575.00
A06	3,657.00	A13	4,781.00	A20	1,765.00
A07	2,492.00	A14	2,862.00	A21	3,500.00
COSTO TOTAL INCLUIDO IGV					S/. 66,921.00

Nota: Elaboración propia.

Como se observa en la **Tabla 9** el costo total de las interferencias es s/. 66,921.00 lo que representa un 0.16% del presupuesto total base. Por lo tanto, podemos ver que haber detectado estas interferencias en una etapa temprana del proyecto como lo es el expediente técnico nos ha permitido obtener mejoras en el flujo de construcción quizás evitando más adelante adicionales de obra.

Si bien es cierto la aplicación de la metodología BIM nos puede ahorrar costos a futuro, debemos saber que su implementación en un proyecto origina costos adicionales. Para términos de investigación se ha realizado un estimado del costo de implementación como se observa en la **Tabla 10**.

Tabla 10

Costo de la implantación BIM

ITEM	DESCRIPCION	CANT	MESES	% PART	P.U.	C.P.
1.00	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
	Ordenador Core i7	3.00	-	0.10	5,400.00	1,620.00
	Licencia software	3.00	-	0.10	9,390.00	2,817.00
2.00	PROFESIONALES EXTRA					
	Coordinador BIM	1.00	6.00	1.00	4,500.00	27,000.00
					TOTAL	S/. 31,437.00

Nota: Elaboración propia

De esta manera, mediante una comparación aritmética de los datos observados en las Tablas 9 y 10 podemos obtener el costo beneficio de la implementación BIM en una etapa inicial del ciclo del proyecto. Pues las interferencias hacen un costo total de s/.66,921.00 y la implementación del BIM un total de s/. 31,437.00, lo que al realizar la comparación entre ambos nos da un monto beneficio de s/.35,484.00 como se observa en la **Tabla 11**.

Tabla 11*Beneficio de la Implementación BIM*

ITEM	DESCRIPCION	MONTO
1.00	Costo Total de Interferencias	S/. 66,921.00
2.00	Costo de Implementación BIM	S/. 31,437.00
3.00	Beneficio de Implementación BIM	S/. 35,484.00

Nota: Elaboración propia

2.8.6. Comparación de metrado entre la metodología tradicional vs la metodología BIM

La obtención de metrados en la ejecución de un proyecto es de suma importancia ya que son base para la realización de actividades posteriores como presupuestos, valorizaciones, avance de obra, entre otros. Comúnmente se observa que estos metrados se obtienen de forma manual de los dibujos 2D elaborados en el programa AutoCAD, los cuales son llevados a una plantilla Excel y de esta manera generar una cuantificación más ordenada. Como se observa esta forma tradicional de trabajo tiene múltiples factores que pueden generar en algunos casos que los metrados obtenidos no sean los más fehacientes pues se tiene que llevar un orden y coordinación entre todas las especialidades las cuales muchas veces en la forma tradicional de trabajo no se maneja lo que ocasiona mayor tiempo en la ejecución de las mismas. Por eso con el transcurso de los años se ha ido implementado BIM no solo para mostrar un modelo 3d sino también obtener valores numéricos más exactos pues se trabaja bajo un entorno colaborativo.

Para poder visualizar esta comparación debemos tener conocimiento que estos metrados se obtienen luego de haber realizado el modelo en el Autodesk Revit y haber solucionado las posibles interferencias que pueden haber existido luego de realizar la compatibilización entre las especialidades. Estos datos numéricos, el software Revit nos lo da como reportes tal como se muestra en la **Figura 33**, los cuales luego debemos pasarlos a una plantilla en Excel la misma que se usa en el expediente técnico.

Figura 33

Ejemplo de reporte de cantidades en el Autodesk Revit.

<1.B REPORTE DE TARRAJEO - GENERALES>						
A	B	C	D	E	F	G
Restricción de base	Descripción	Anchura	Longitud	Área	Volumen	Recuento
01 - PISO 1	TARRAJEO EN COLUMNAS EXTERIORES, E=1.5 cm, C: A 1:5	0.015	7.830	29.51 m ²	0.44 m ³	14
01 - PISO 1	TARRAJEO EN COLUMNAS INTERIORES, E=1.5 cm, C: A 1:5	0.015	74.166	276.16 m ²	4.14 m ³	145
01 - PISO 1	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES, E=1.5 cm, C:A 1:5	0.015	487.228	1493.86 m ²	22.41 m ³	175
01 - PISO 1	TARRAJEO EN PLACAS EXTERIORES, E=1.5 cm, C: A 1:5	0.015	11.259	44.49 m ²	0.67 m ³	7
01 - PISO 1	TARRAJEO EN PLACAS INTERIORES, E=1.5 cm, C: A 1:5	0.015	81.803	305.73 m ²	4.59 m ³	70
01 - PISO 1: 411			662.286	2149.75 m ²	32.25 m ³	411
02 - PISO 2	TARRAJEO EN COLUMNAS EXTERIORES, E=1.5 cm, C: A 1:5	0.015	7.305	27.37 m ²	0.41 m ³	12
02 - PISO 2	TARRAJEO EN COLUMNAS INTERIORES, E=1.5 cm, C: A 1:5	0.015	59.944	224.63 m ²	3.37 m ³	119
02 - PISO 2	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES, E=1.5 cm, C:A 1:5	0.015	68.163	145.14 m ²	2.18 m ³	10
02 - PISO 2	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES, E=1.5 cm, C:A 1:5	0.015	427.258	1223.93 m ²	18.36 m ³	117
02 - PISO 2	TARRAJEO EN PLACAS EXTERIORES, E=1.5 cm, C: A 1:5	0.015	17.275	69.10 m ²	1.04 m ³	9
02 - PISO 2	TARRAJEO EN PLACAS INTERIORES, E=1.5 cm, C: A 1:5	0.015	73.087	273.54 m ²	4.10 m ³	59
02 - PISO 2: 326			653.033	1963.71 m ²	29.46 m ³	326
03 - PISO 3	TARRAJEO EN COLUMNAS EXTERIORES, E=1.5 cm, C: A 1:5	0.015	8.736	32.61 m ²	0.49 m ³	16
03 - PISO 3	TARRAJEO EN COLUMNAS INTERIORES, E=1.5 cm, C: A 1:5	0.015	60.233	224.99 m ²	3.37 m ³	112
03 - PISO 3	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES, E=1.5 cm, C:A 1:5	0.015	45.556	142.32 m ²	2.13 m ³	9
03 - PISO 3	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES, E=1.5 cm, C:A 1:5	0.015	347.274	1115.26 m ²	16.73 m ³	123
03 - PISO 3	TARRAJEO EN PLACAS EXTERIORES, E=1.5 cm, C: A 1:5	0.015	11.636	46.58 m ²	0.70 m ³	7
03 - PISO 3	TARRAJEO EN PLACAS INTERIORES, E=1.5 cm, C: A 1:5	0.015	71.819	269.36 m ²	4.04 m ³	63
03 - PISO 3: 330			545.254	1831.11 m ²	27.47 m ³	330
NIVEL DE TĒCHO	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES, E=1.5 cm, C:A 1:5	0.015	193.079	245.15 m ²	3.68 m ³	10
NIVEL DE TĒCHO	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES, E=1.5 cm, C:A 1:5	0.015	249.024	343.33 m ²	5.15 m ³	20
NIVEL DE TĒCHO: 30			442.103	588.48 m ²	8.83 m ³	30

Nota: Elaboración propia, Autodesk Revit 2021

Para el presente informe se realizó el análisis comparativo entre los metrados obtenidos de la forma tradicional vs el metrado obtenido en el modelado BIM, tomando como referencia las dos especialidades más incidentes del proyecto que son estructura y arquitectura.

Como se muestra en la **Tabla 12**, se ha seleccionado las partidas de mayor envergadura de la especialidad de estructuras y se ha realizado una comparativa entre las dos metodologías de trabajo para la obtención de metrados y su posterior presupuesto.

Tabla 12

Comparación de presupuesto entre el método tradicional vs método BIM - Estructura

DESCRIPCION	UND	PRECIO S/	METODO TRADICIONAL		METODO BIM	
			METRADO	PPTO	METRADO	PPTO
ESTRUCTURAS						
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE						
CIMIENOS CORRIDOS						
CONCRETO F'C=210 kg/cm ² + 30% PG	M3	309.22	141.94	43,890.69	142.29	43,998.91
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL	M2	47.37	489.12	23,169.61	488.98	23,162.98
SOLADOS						
CONCRETO PARA SOLADOS, F'C=100 kg/cm ² E=5CM	M2	25.07	89.02	2,231.73	425.65	10,671.05

FALSO PISO						
CONCRETO PARA FALSO PISO F'C=140 kg/cm ² E=4"	M2	38.17	8,527.36	325,489.33	8,787.03	335,400.94
RAMPAS						
CONCRETO PRE-MEZCLADO F'C=140 kg/cm ²	M3	307.61	32.12	9,880.43	34.15	10,504.88
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	84.41	312.78	26,401.76	333.07	28,114.44
FALSA ZAPATA						
CONCRETO F'C=100 kg/cm ² + 40% PG	M3	284.18	1,347.92	383,051.91	1,351.10	383,955.60
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	60.69	808.39	49,061.19	826.09	50,135.40
FALSO CIMIENTOS						
CONCRETO F'C=100 kg/cm ² + 40% PG	M3	284.18	123.38	35,062.13	124.72	35,442.93
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	60.69	429.32	26,055.43	433.37	26,301.23
OBRAS DE CONCRETO ARMADO						
ZAPATAS						
CONCRETO PRE-MEZCLADO F'C=210 kg/cm ²	M3	296.99	1,890.21	561,373.47	1,888.01	560,720.09
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	81.33	1,145.60	93,171.65	1,148.25	93,387.17
ACERO CORRUGADO F'Y=4200 kg/cm ²	KG	5.95	93,709.59	557,572.06	93,787.08	558,033.13
VIGAS DE CIMENTACIÓN						
CONCRETO PRE-MEZCLADO F'C=210 kg/cm ²	M3	296.99	101.59	30,171.21	73.25	21,754.52
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	68.31	605.76	41,379.47	493.67	33,722.60
ACERO CORRUGADO F'Y=4200 kg/cm ²	KG	5.95	17,691.89	105,266.75	14,122.66	84,029.83
SOBRECIMENTOS REFORZADOS						
CONCRETO PRE-MEZCLADO F'C=210 kg/cm ²	M3	317.50	168.18	53,397.15	167.60	53,213.00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	53.42	2,179.15	116,410.19	2,170.87	115,967.88
ACERO CORRUGADO F'Y=4200 kg/cm ²	KG	5.95	6,853.37	40,777.55	6,704.51	39,891.83
PLACAS						
CONCRETO PRE-MEZCLADO F'C=210 kg/cm ²	M3	329.40	638.68	210,381.19	640.66	211,033.40
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	74.44	4,346.06	323,520.71	4,374.02	325,602.05
ACERO CORRUGADO F'Y=4200 kg/cm ²	KG	5.95	98,051.24	583,404.88	98,794.64	587,828.11
COLUMNAS						
CONCRETO PRE-MEZCLADO F'C=210 kg/cm ²	M3	320.15	685.12	219,341.17	688.33	220,368.85
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	75.89	4,886.34	370,824.34	4,929.46	374,096.72
ACERO CORRUGADO F'Y=4200 kg/cm ²	KG	5.95	179,100.79	1,065,649.70	179,651.26	1,068,925.00
COLUMNAS DE AMARRE						
CONCRETO F'C=175 kg/cm ²	M3	526.55	87.03	45,825.65	88.15	46,415.38
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	75.89	1,431.90	108,666.89	1,448.34	109,914.52
ACERO CORRUGADO F'Y=4200 kg/cm ²	KG	5.95	12,988.60	77,282.17	15,491.61	92,175.08
VIGAS						
CONCRETO PRE-MEZCLADO F'C=210 kg/cm ²	M3	296.99	1,049.56	311,708.82	1,055.15	313,369.00

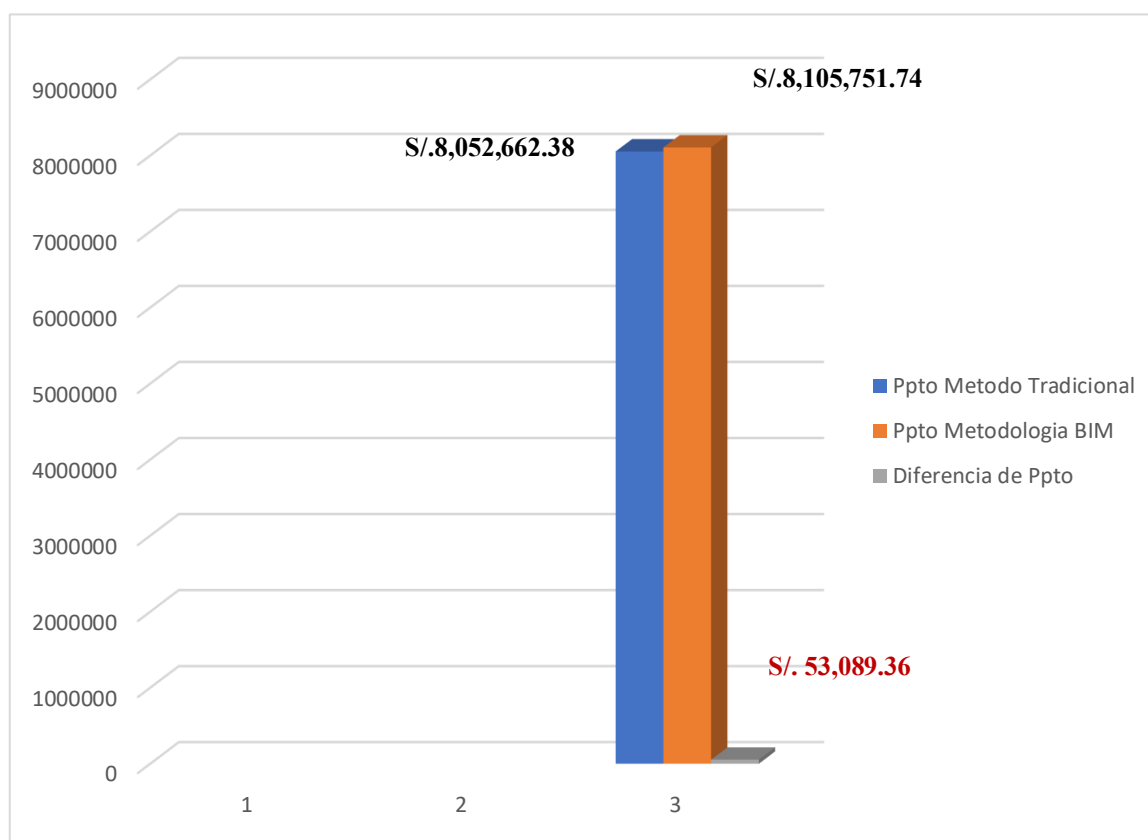
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL	M2	86.82	6,781.03	588,729.02	6,796.56	590,077.34	
ACERO CORRUGADO F'Y=4200 kg/cm ²	KG	5.95	110,578.35	657,941.18	110,330.97	656,469.27	
VIGAS DE AMARRE							
CONCRETO F'C=175kg/cm ²	M3	377.54	38.79	14,644.78	38.79	14,644.78	
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL	M2	86.82	549.08	47,671.13	549.08	47,671.13	
ACERO CORRUGADO F'Y=4200 kg/cm ²	KG	5.95	3,910.32	23,266.40	4,375.14	26,032.08	
LOSA ALIGERADA EN 01 DIRECCIÓN, H=0.20M							
CONCRETO PRE-MEZCLADO F'C=210 kg/cm ²	M3	296.99	429.18	127,462.17	438.95	130,363.76	
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL	M2	55.41	5,041.35	279,341.20	5,134.62	284,509.29	
ACERO CORRUGADO F'Y=4200 kg/cm ²	KG	5.95	26,760.20	159,223.19	30,450.05	181,177.80	
LADRILLO DE TECHO 0.15x0.30x0.30m	UND	3.21	39,007.15	125,212.95	39,850.05	127,918.66	
LOSA MACIZA, H=0.15M							
CONCRETO PRE-MEZCLADO F'C=210 kg/cm ²	M3	296.99	49.44	14,683.19	49.44	14,683.19	
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL	M2	66.55	329.57	21,932.88	329.57	21,932.88	
ACERO CORRUGADO F'Y=4200 kg/cm ²	KG	5.95	1,656.70	9,857.37	1,656.70	9,857.37	
LOSA MACIZA, H=0.20M							
CONCRETO PRE-MEZCLADO F'C=210 kg/cm ²	M3	296.99	153.53	45,596.87	153.53	45,596.87	
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL	M2	66.55	767.64	51,086.44	767.64	51,086.44	
ACERO CORRUGADO F'Y=4200 kg/cm ²	KG	5.95	7,662.92	45,594.37	7,662.92	45,594.37	
				TOTAL S/.	8,052,662.38	TOTAL S/.	8,105,751.74

Nota: Elaboración propia

Podemos observar que por el método tradicional de trabajo se ha obtenido menores metrados en comparación de la metodología BIM. Posteriormente si estos metrados lo utilizamos para la obtención del presupuesto podemos notar que por el método tradicional obtenemos el monto de S/.8,052,662.38 y por el método BIM obtenemos el monto de S/.8,105,751.74 lo que nos da una diferencia de S/. 53,089.36 como se observa en la **Figura 34**. Monto que mediante la utilización del BIM lo hemos detectado en una etapa temprana del proyecto como es el expediente técnico y no en la etapa de ejecución.

Figura 34

Comparativo del Ppto. estructural entre la metodología tradicional vs metodología BIM



Nota: Elaboración propia

Ahora se hará el mismo análisis para la especialidad de arquitectura, como se muestra en la **Tabla 13** tomaremos las partidas más incidentes de esta especialidad para poder realizar la comparativa entre ambas metodologías.

Tabla 13

Comparación de presupuesto entre el método tradicional vs método BIM - Arquitectura

DESCRIPCION	UND	PRECIO S/	METODO TRADICIONAL		METODO BIM	
			METRADO	PPTO	METRADO	PPTO
ARQUITECTURA						
MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERÍA						
MURO DE LADRILLO KK DE ARCILLA DE SOGA, MEZCLA 1:5 JUNTA 1,5 cm	m2	78.75	5,862.17	461,645.89	5,875.36	462,684.60
MURO DE LADRILLO KK DE ARCILLA DE CABEZA, MEZCLA 1:5 JUNTA 1,5 cm	m2	130.71	267.92	35,019.82	302.14	39,492.72

MURO DE LADRILLO KK DE ARCILLA DE CANTO, MEZCLA 1:5 JUNTA 1,5 cm	m2	61.18	169.41	10,364.50	169.43	10,365.73
TABIQUE DE MELAMINA C/ESTRUCTURA DE ALUMINIO	m2	303.91	140.79	42,787.49	140.79	42,787.49
TABIQUE DE DRYWALL	m2	78.31	1,342.36	105,120.21	1,033.97	80,970.19
PANEL RETRACTIL	m2	2,641.75	264.83	699,614.65	264.83	699,614.65
REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS						
TARRAJEO EN MUROS INTERIORES, E=1.5 cm, C:A 1:5	m2	22.68	7,559.29	171,444.70	7,543.74	171,092.02
TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES, E=1.5 cm, C:A 1:5	m2	31.61	3,345.99	105,766.74	3,383.51	106,952.75
TARRAJEO EN COLUMNAS, E=1.5 cm, C:A 1:5	m2	34.47	3,264.83	112,538.69	3,538.96	121,987.95
TARRAJEO EN PLACAS, E=1.5 cm, C:A 1:5	m2	38.18	4,362.98	166,578.58	4,216.51	160,986.35
TARRAJEO EN VIGAS , E=1.5 cm, C:A 1:5	m2	45.90	6,400.53	293,784.33	6,400.53	293,784.33
TARRAJEO C/IMPERMEABILIZANTE C:A 1:5 E=1.5CM	m2	23.28	67.44	1,570.00	67.44	1,570.00
TARRAJEO EN SARDINELES	m2	32.93	73.25	2,412.12	65.26	2,149.01
TARRAJEO DE FONDO DE ESCALERAS C:A 1:5 E=1.5CM	m2	52.33	186.12	9,739.66	186.12	9,739.66
PREPARACION Y FORJADO DE PASO Y CONTRAPASO	m2	46.81	249.87	11,696.41	254.01	11,890.21
VESTIDURA DE DERRAMES, E=1.5 cm, C:A 1:5	m	19.43	2,226.96	43,269.83	2,276.01	44,222.87
EJECUCION DE BRUÑAS DE 1cm x 1cm	m	8.74	2,103.69	18,386.25	2,103.69	18,386.25
CIELO RASOS						
FALSO CIELO RASO CON BALDOSA ANTIHUMEDAD DE 0.60x0.60m	m2	134.52	549.22	73,881.07	549.22	73,881.07
FALSO CIELO RASO CON BALDOSA STANDARD DE 1.20x0.60m DE DRYWALL H =12.00 prom.	m2	121.16	279.76	33,895.72	279.76	33,895.72
CIELO RASO E=1.5 cm, C:A 1:5	m2	40.11	6,855.91	274,990.55	6,855.92	274,990.95
PISOS Y PAVIMENTOS						
CONTRAPISOS						
CONTRAPISO DE 48 mm C A 1-5	m2	37.03	13,348.84	494,307.55	15,546.95	575,703.56
PISOS						
PISO DE PORCELANATO 0.60X0.60m PEI-4	m2	76.70	2,845.49	218,249.08	2,383.87	182,842.83
PISO DE PORCELANATO 0.15X0.90m	m2	96.38	629.63	60,683.74	786.28	75,781.67
PISO DE CERÁMICO ANTIDESLIZANTE 0.60X0.60m	m2	88.56	587.81	52,056.45	568.05	50,306.51
PISO DE CERÁMICO 0.30X0.30m	m2	70.18	2,141.92	150,319.95	2,477.79	173,891.30
PISO DE ALFOMBRA DE ALTO TRANSITO	m2	103.52	164.45	17,023.86	162.02	16,772.31
PISO DE CEMENTO FROTACHADO CON BRUÑADO DE 1cm	m2	37.73	251.05	9,472.12	217.16	8,193.45
PISO DE CEMENTO PULIDO CON BRUÑADO DE 1cm	m2	44.21	3,375.63	149,236.60	2,032.83	89,871.41
PISO CEMENTO PULIDO CON IMPERMEABILIZANTE	m2	51.86	37.14	1,926.08	37.14	1,926.08
PISO DE CEMENTO SEMIPULIDO CON BRUÑADO DE 1cm	m2	34.88	2,007.03	70,005.21	3,793.78	132,327.05
PISO DE POLIURETANO E=7 + 2 mm	m2	233.14	2,308.48	538,199.03	2,323.63	541,731.10
PISO DE MADERA MACHIHEMBADO	m2	179.10	308.69	55,286.38	317.69	56,898.28
PISO DE CAUCHO	m2	166.27	426.08	70,844.32	446.71	74,274.47

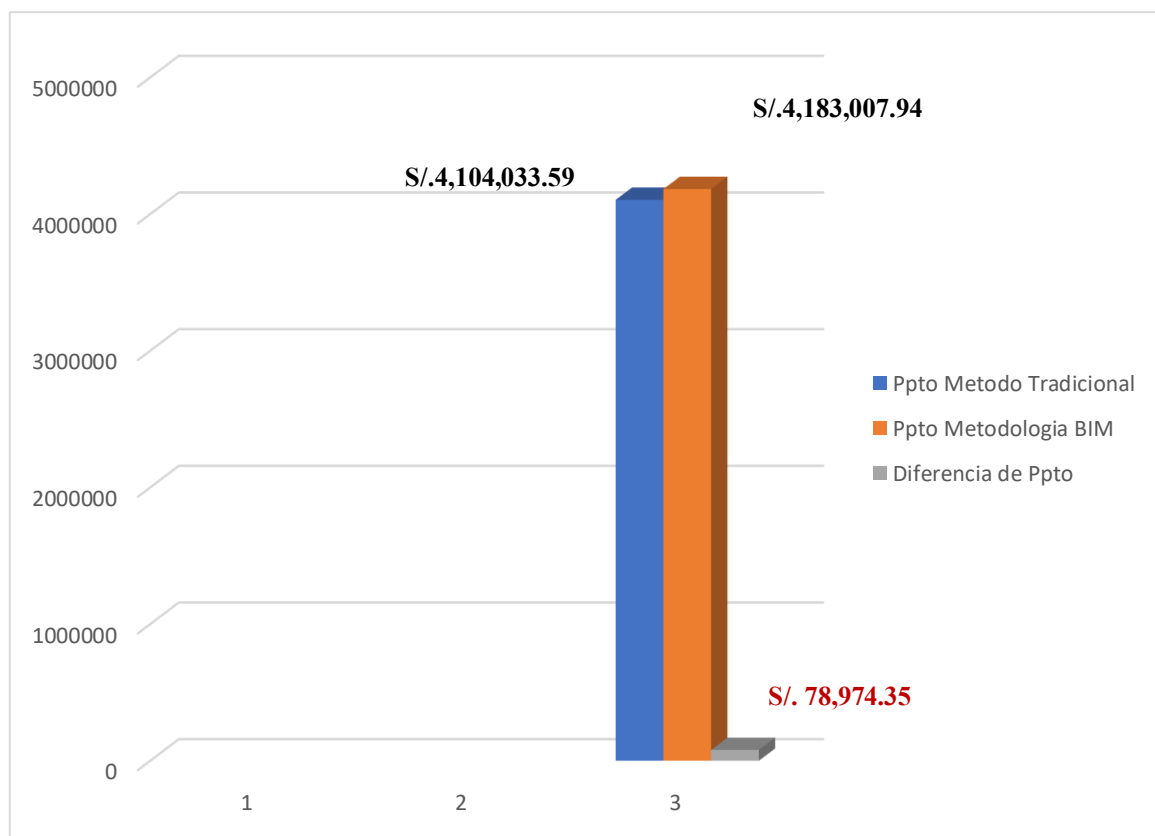
PISO DE GRAVA	m2	31.76	112.15	3,561.88	117.38	3,727.99
			TOTAL S/.	4,104,033.59	TOTAL S/.	4,183,007.94

Nota: Elaboración propia

Podemos observar que por el método tradicional de trabajo se ha obtenido menores metrados en comparación de la metodología BIM. Posteriormente si estos metrados lo utilizamos para la obtención del presupuesto podemos notar que por el método tradicional obtenemos el monto de S/.4,104,033.59 y por el método BIM obtenemos el monto de S/.4,183,007.94 lo que nos da una diferencia de S/. 78,974.35 como se observa en la **Figura 35**. Monto que mediante la utilización del BIM lo hemos detectado en una etapa temprana del proyecto como es el expediente técnico y no en la etapa de ejecución.

Figura 35

Comparativo entre el Ppto. Arquitectura de la metodología tradicional vs metodología BIM



Nota: Elaboración propia

2.8.7. Nivel de detalle de planos

Como se mencionó anteriormente la aplicación de la metodología BIM mediante la elaboración del modelado de los elementos constructivos de las diferentes especialidades nos permite mostrar, comunicar y previsualizar de manera más didáctica la propuesta de diseño a todos los miembros involucrados en la ejecución del proyecto como lo son el ingeniero, arquitecto, maestro de obra, parte administrativa, entre otros. Pues gracias a las vistas 3D, planos con mayor detalle, los recorridos virtuales que se puedan realizar y otras herramientas graficas se logra un mejor entendimiento del proyecto.

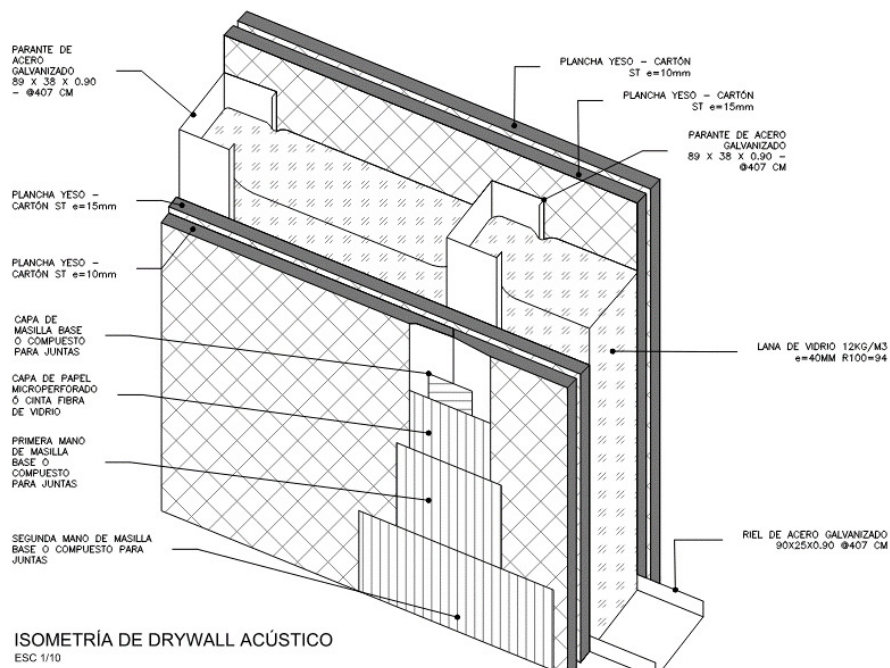
Es por ello su importancia de la aplicación de la metodología BIM en una etapa temprana del proceso constructivo como lo es la elaboración del expediente técnico pues es aquí donde gracias a los distintos softwares usados podemos detectar interferencias e incompatibilidades y darles solución antes de su ejecución y así disminuir los posibles sobre costos que se puedan presentar más adelante.

Para el presente informe se ha seleccionado algunas vistas que forman parte de los planos ejecutados con el Autodesk Revit de las especialidades de arquitectura y estructura.

Como parte de la entrega de los planos de la especialidad de arquitectura en las **Figuras 36 y 37** se observa la isometría del drywall acústico y el drywall standard respectivamente, estas vistas forman parte del plano de detalles constructivos D-094 extraído del software Revit.

Figura 36

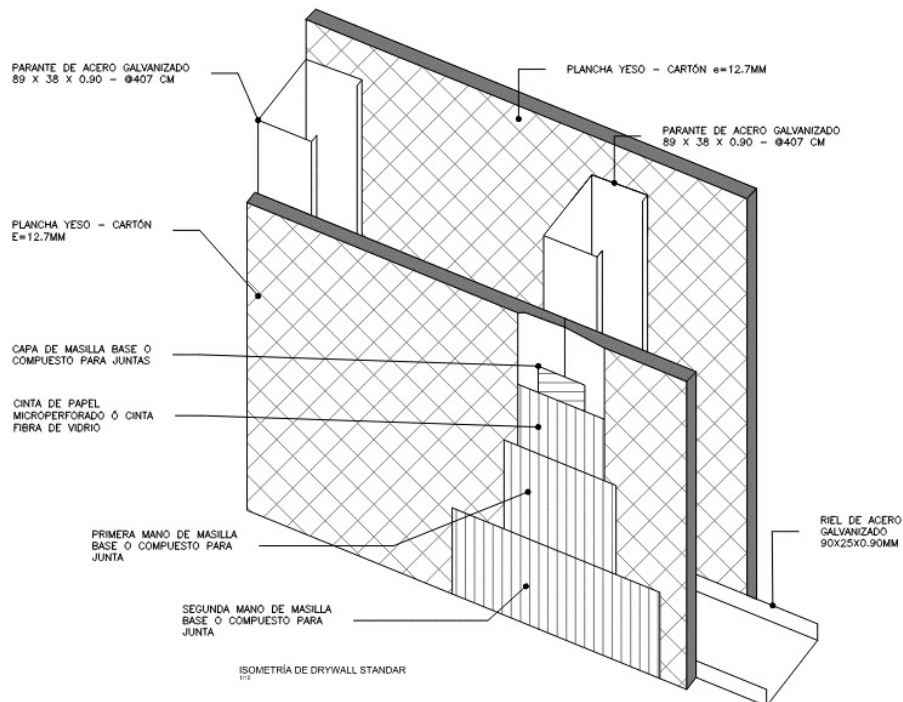
Isometría de Drywall Acústico



*Nota:*Elaboración propia, Autodesk Revit 2021

Figura 37

Isometría de Drywall standard

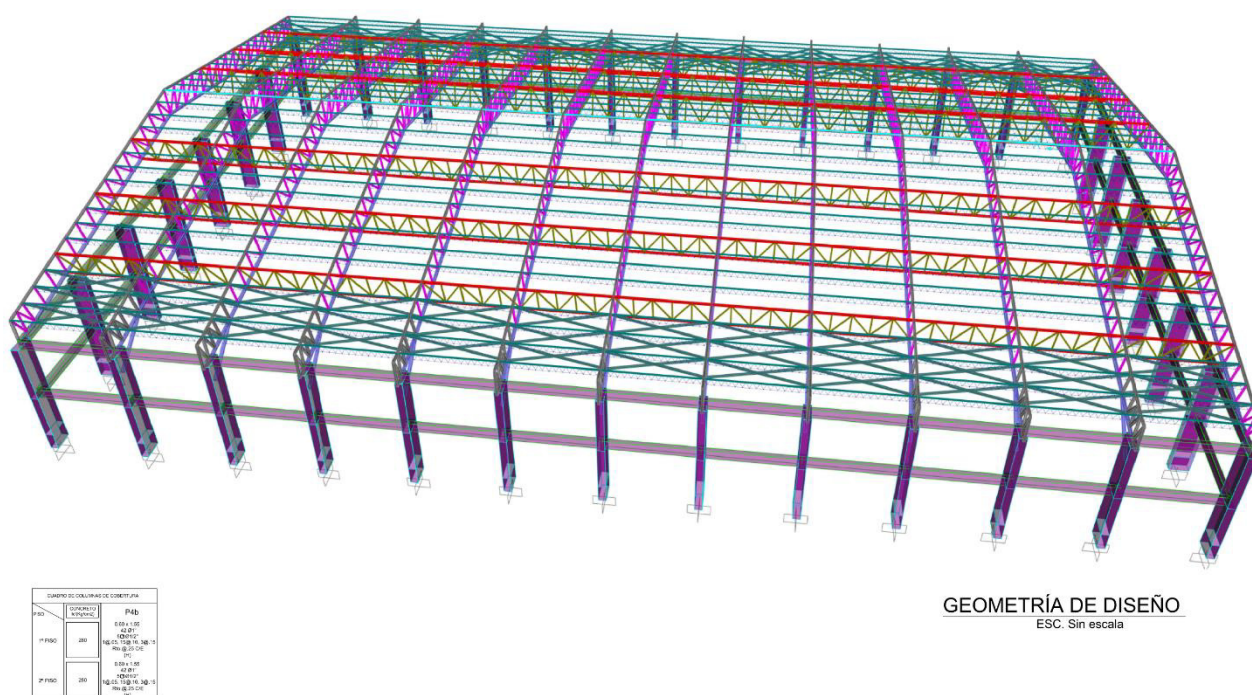


*Nota:*Elaboración propia, Autodesk Revit 2021

En la **Figura 38**, se observa la geometría de diseño estructural de la cobertura metálica que se encuentra en el Bloque C del presente proyecto. La siguiente vista forma parte del Plano de diseño estructural de la cobertura metálica E-62.

Figura 38

Geometría de diseño



Nota: Elaboración propia, Autodesk Revit 2021

Las vistas antes mostradas y las que forman parte del anexo D, nos permite obtener un mejor entendimiento de lo que se quiere construir.

2.8.8. Comparación entre la metodología tradicional y la metodología BIM

Como se ha analizado a lo largo del informe en la **Tabla 14** se muestra un análisis comparativo de las ventajas de aplicar la metodología BIM vs la metodología tradicional en la fase de elaboración de un expediente técnico de obras públicas.

Tabla 14*Comparación entre el método tradicional vs método BIM*

CONCEPTO	METODOLOGÍA TRADICIONAL	METODOLOGÍA BIM
METODOLOGÍA	Es una metodología de trabajo en donde no se tiene la información de forma centralizada y al alcance de todos sus colaboradores ocasionando muchas veces reprocesos por la falta de coordinación entre especialidades.	BIM es una metodología de trabajo colaborativo que centraliza y gestiona la información de un proyecto en un modelo 3D. Donde la información es coordinada y consistente en todas las etapas del ciclo de un proyecto.
SOFTWARE	Utiliza distintas herramientas de forma independiente. Por ejemplo, AutoCAD que es un software que genera dibujos en 2D y 3D sin mayor información de sus elementos.	El software más utilizado es el Autodesk Revit, este software me genera un modelo paramétrico la cual me permite la coordinación y la gestión de cambios de forma sencilla.
CONFLICTOS E INTERFERENCIAS	Es difícil poder detectar algún conflicto o interferencia entre las distintas especialidades debido a la falta de información o de automatización. Generalmente esta revisión se realiza al ojo lo que podría generar errores.	Gracias al modelo 3D se puede mejorar la coordinación entre las especialidades de forma automática
ELABORACIÓN DE PLANOS	Ya que se trabaja de manera no colaborativa la realización de los dibujos se hace de forma escalonada e independiente, primero el dibujo de planta, posteriormente sus secciones y elevaciones, y detalles.	Al crear un modelo se agiliza la documentación pues las planta, detalles y cortes se generan automáticamente. Ya que, al crearse elementos en una vista estos aparecen automáticamente en todas las vistas aplicables, generando mayor rapidez en su ejecución.
OBTENCIÓN DE METRADOS	Los metrados son extraídos de forma manual una vez que se tiene elaborados todos los planos de las distintas especialidades.	Lo metrados podemos obtenerlos de forma automática a lo largo de la ejecución de todo el proyecto, gracias a los reportes que me permite generar Revit.

Nota: Elaboración propia,

III. APORTES MAS DESTACABLES A LA EMPRESA

Durante el tiempo que he laborado en la empresa Obras Hergonsa como asistente de ingeniería he participado en la elaboración de expedientes técnicos de distintos proyectos, realizando diversas funciones en todas las áreas comprometidas como elaboración de metrados, presupuestos, elaboración de memorias descriptivas y especificaciones técnicas entre otros. Siendo uno de los proyectos más destacados los que conciernen a la Universidad de San Agustín de Arequipa UNSA. Ya que debido a su envergadura fue uno de los primeros proyectos en donde se implementó BIM, y esto nos permitió lograr los siguientes aportes:

- Mediante el control de la compatibilización del modelado de las distintas especialidades se logró identificar las interferencias existentes a un tiempo apropiado, evitando que en la etapa de construcción el proyecto no se retrase más del tiempo estimado de ejecución y así otorgar a la comunidad universitaria un área de trabajo apropiado para las actividades consignadas.
- Mediante el tiempo ahorrado por la aplicación de BIM en el proyecto se logró trabajar de manera coordinada con una central de datos que esté al alcance de todos los colaboradores, manteniendo siempre un grato ambiente laboral entre todos.
- Mediante mi participación dentro del equipo BIM se logró detectar el nivel de detalle que requería el modelo de la especialidad de arquitectura y estructura, para poder obtener valores numéricos más precisos necesarios para la ejecución de los metrados y así ahorrar tiempo a diferencia que si se hubiese realizado de la forma tradicional.

IV. CONCLUSIONES

Podemos concluir que mediante la implementación de la metodología BIM en el proyecto de estudio se logró obtener un entorno colaborativo entre todos los involucrados pues se tuvo la información de manera más ordenada, dinámica y al alcance de todos.

Gracias a que se implementó la metodología BIM en la elaboración del expediente técnico se logró obtener un modelado que contiene información no solo gráfica sino no gráfica la cual cuando existe alguna interferencia, incompatibilidad, cambio diseño de alguna especialidad, etc. nos permite dar soluciones más rápidas y efectivas. Pues, mediante la información no gráfica del modelo obtenemos metrados y por ende presupuestos más fehacientes y conforme al diseño. Además, al llevarlo a cabo en la etapa de elaboración del expediente técnico se evito que en la etapa de construcción el proyecto no se retrase más del tiempo estimado de ejecución.

Debido a que la metodología BIM mediante el Autodesk Revit nos da distintas herramientas como vistas 3D, recorridos virtuales, planos con un mayor nivel de detalle los cuales se asemejan más a la realidad cualquier involucrado puede entender el proyecto a ejecutar sin ninguna complicación.

V. RECOMENDACIONES

Se recomienda implantar la metodología BIM en proyectos futuros de construcción especialmente desde el inicio del ciclo del proyecto, pues como se ha venido revisando a lo largo de este informe su implementación temprana nos permite identificar las posibles falencias del proyecto y darle una pronta solución, evitando así que en la etapa de ejecución del proyecto no se genere posible pérdidas económicas o retrasos en su ejecución.

Es recomendable que al igual que los encargados de realizar la implementación BIM dentro del proyecto, también todos los especialistas y profesionales involucrados tengan un conocimiento básico de esta metodología para de esa manera obtener mejores resultados

Si bien es cierto en el Perú se viene implementando de forma paulatina la metodología BIM en proyectos de inversión pública, es necesario que nosotros como profesionales impulsemos el estudio y la difusión de nuevas metodologías que incentiven a la mayor efectividad en la gestión y ejecución de próximos proyectos.

VI. REFERENCIAS

- Ahmad, A., Brahim, J. y Fathi, M. (2014). *The development of BIM definition from 1975 to 2013*. https://www.researchgate.net/figure/The-Development-of-BIM-Definition-from-1975-to-2013_fig1_264993253
- Comité de transformación digital CORFO (2019). *Estándar BIM para proyectos públicos. PlanBIM*.
- Chura, M. y Quispe, W. (2022). *Implementación de la metodología BIM para reducir deficiencias en la elaboración del expediente técnico de la I.E Capitán Samuel Alcazar Tacna, 2022*. [Trabajo de titulación, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Institucional de la Universidad Privada de Tacna. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/2525>
- Dirección General de Programación Multianual de Inversiones. (2021a). *Guía Nacional BIM: Gestión de la Información para Inversiones Desarrolladas con BIM*. Ministerio de Economía y Finanzas. <https://bit.ly/3lQIXAP>
- Dirección General de Programación Multianual de Inversiones. (2021b). *Nota Técnica de Introducción BIM: Adopción en la Inversión Pública*. Ministerio de Economía y Finanzas. <https://bit.ly/3MXQ1Yd>
- Dirección General de Programación Multianual de Inversiones. (2021c). *Plan de Implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM Perú*. Ministerio de Economía y Finanzas. <https://bit.ly/3wWJFmw>
- Dorado, M. (2020). *Aplicación de la metodología BIM al diseño de un paso superior de autovía*. [Trabajo fin de Máster, Universidad de Sevilla]. Repositorio Institucional de la Universidad de Sevilla. <https://hdl.handle.net/11441/100281>

- Eastman, C.; Teichholz, P.; Sacks, R.; and Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Hoboken: John Wiley and Sons
- EntornoBIM (13 de noviembre de 2017). *Señales significativas para la implantación de BIM en España*. <http://blog.entornobim.org/senales-significativas-la-implantacion-bim-espana/>
- Espejo, Y. (2022). *Aplicación de metodología BIM en etapa de diseño y planificación de infraestructura hidráulica: Bocatoma Las Manzanas, Angamarca, 2021*. [Trabajo de titulación, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Trujillo. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/19921>
- García, J. (2017). *Metodología BIM en la realización de proyectos de construcción. Estudio de 6 viviendas adosadas en Gilet*. [Trabajo Fin de grado portátil, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica de Valencia. <http://hdl.handle.net/10251/89577>
- Huaricallo, Y. y Montesinos, L. (2020). *Implementación de BIM en obras de edificaciones en la Municipalidad Provincial de Puno*. [Trabajo para optar el grado académico de Maestro en Dirección de la Construcción, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <http://hdl.handle.net/10757/653409>
- Inmoley (1 de marzo de 2019). *El BIM es el origen de los NEC. Contratos NEC (New Engineering Contract). El nuevo contrato de ingeniería*. <https://www.inmoley.com/NOTICIAS/1912345/2019-1-inmobiliario-urbanismo-vivienda/03-19-inmobiliario-01-24.html>
- La contraloría general de la República del Perú. (2019). *Reporte de obras paralizadas 2019*. Gerencia de control de servicios públicos básicos. <https://bit.ly/38O2yyJ>

- Lengua, C. (05 de abril de 2021). BIM: ¿Cuáles son los beneficios de implementar esta metodología en obras públicas? *El Comercio*.
<https://elcomercio.pe/economia/peru/bim-cuales-son-los-beneficios-de-implementar-esta-metodologia-en-obras-publicas-ncze-noticia/>
- Manosalva, D. (2020). *El método BIM: Efectividad y beneficios en los proyectos de edificación*. [Trabajo de titulación, Universidad Técnica Federico Santa María sede Viña del Mar]. Repositorio Institucional de la Universidad Técnica Federico Santa María.
<https://hdl.handle.net/11673/49372>
- McGraw-Hill Construction (2013). *SmartMarket Report: The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets*. McGraw-Hill Construction
- Ministerio de Economía y Finanzas (10 de febrero de 2022). *Presentación del Plan BIM Perú*.
https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/ppt_PlanBIMPeru_feb2022.pdf
- Murguía, D., Vasquez, C., Balboa, M. y Lara, W. (2021). Segundo estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima y Callao. *Departamento de Ingeniería Pontificia Universidad Católica del Perú*, 2(1), pp.4-25.
<http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/176216>
- Resolución Directoral N° 0002-2021-EF/63.01. Resolución que aprueba el Plan e implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM Perú (11 de junio de 2021). Diario oficial El Peruano. <https://www.mef.gob.pe/es/por-instrumento/resolucion-directoral/25911-resolucion-directoral-n-0002-2021-ef-63-01/file>
- Tecnocarreteras (25 de septiembre de 2018). *BIM en la conservación y explotación de carreteras: Implantación y licitaciones*.
<https://www.tecnocarreteras.es/2018/09/25/bim-en-la-conservacion-y-explotacion-de-carreteras-implantacion-y-licitaciones-3/>

Trejo, N. (2018). *Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción*. [Trabajo de titulación, Universidad de Chile]. Repositorio Institucional de la Universidad de Chile.
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/168599>

Universo VICSAN (1 de junio de 2021). *Historia del BIM*.
<https://universovicsan.com/articulo/historia-del-bim/>

VII. ANEXOS

ANEXO A. PERSPECTIVAS 3D Y RECORRIDO VIRTUAL



IMAGEN 01 – VISTA PEATONAL HACIA LA FACHADA DEL BLOQUE A Y B –
INGRESO PRINCIPAL (REFERENCIAL)



IMAGEN 02 – VISTA AEREA DE LA PLAZA PRINCIPAL AL BLOQUE A Y B –
INGRESO PRINCIPAL (REFERENCIAL)



IMAGEN 03 – VISTA AEREA DEL PROTICO PRINCIPAL – HALL PRINCIPAL
(REFERENCIAL)



IMAGEN 04 - VISTA PEATONAL DEL INGRESO SECUNDARIO
(REFERENCIAL)



IMAGEN 05 - VISTA PEATONAL DEL INGRESO AL TRASESCENARIO – BLOQUE C
(REFERENCIAL)



IMAGEN 06 - VISTA AEREA DEL POLIDEPORTIVO Y EL INGRESO AL FOYER
(REFERENCIAL)



IMAGEN 07 - VISTA PEATONAL DEL INGRESO AL POLIDEPORTIVO
(REFERENCIAL)



IMAGEN 08 - VISTA PEATONAL DEL HALL PRINCIPAL ADMINISTRATIVO
(REFERENCIAL)

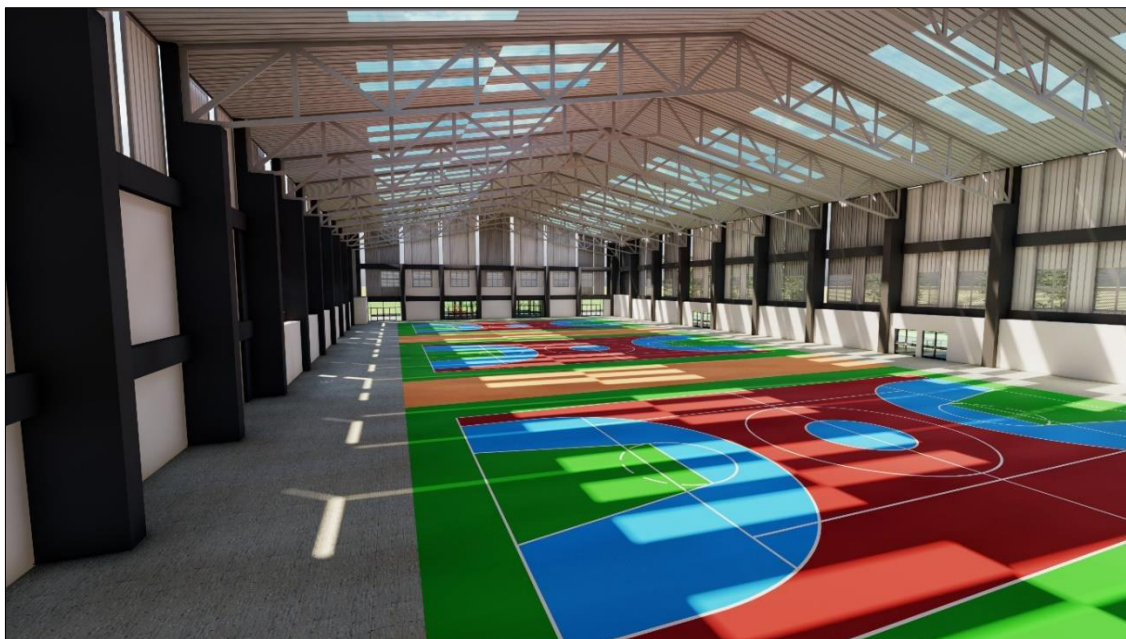


IMAGEN 09 - VISTA INTERIOR DEL POLIDEPORTIVO
(REFERENCIAL)



IMAGEN 10 - VISTA INTERIOR DEL POLIDEPORTIVO - ESCENARIO
(REFERENCIAL)

LINK DE ACCESO A RECORRIDO VIRTUAL:

https://unfvpe-my.sharepoint.com/:v:/g/personal/2013018901_unfv_edu_pe/EcOZxFHX4SBKvrKVXeuw1UwBZVt0hM4GutxgUDRHbLtCyA?e=ozzQsO

ANEXO B. MANUAL DE ESTANDERES HERGONSA - PROC-BIM-HG-08-

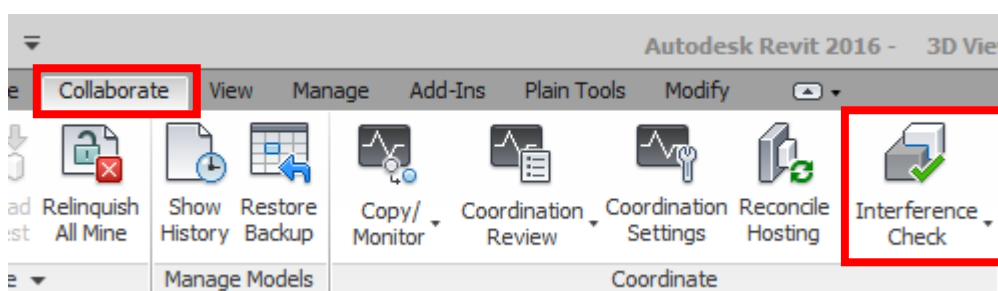
DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS EN REVIT

Para realizar una detección de interferencias en Revit es una herramienta que nos permitirá detectar colisiones o elementos que se están atravesando lo cual facilita el trabajo en obra, se puede detectar la interferencia en un mismo archivo (no necesario traer otros archivos) pero para que corra debe existir por lo menos algún elemento que este interfiriéndose con otro (por ejemplo, un muro cruzándose con una zapata)

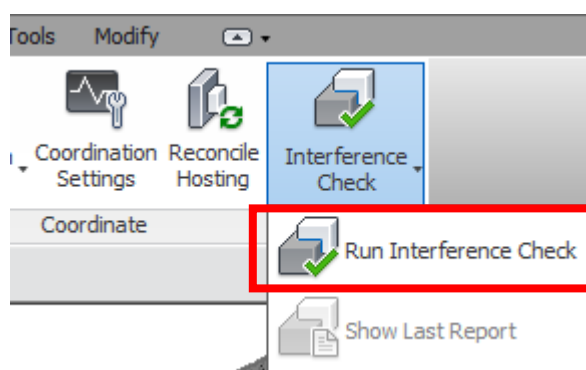
Para este ejemplo usaremos un archivo linkeado lo cual hará más fácil la explicación

Nota: No es necesario que los archivos en cuestión estén en la red, tengan worksets o sean archivos centrales o locales, la detección de interferencias en Revit puede ser realizada con cualquier archivo.

Para ello nos vamos a la pestaña COLLABORATE y al comando INTERFERENCE CHECK



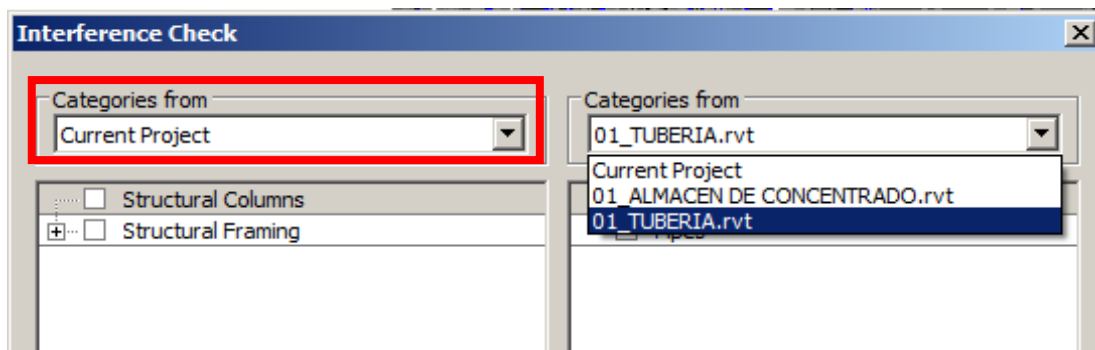
Desplegar y picar en RUN INTERFERENCE CHECK



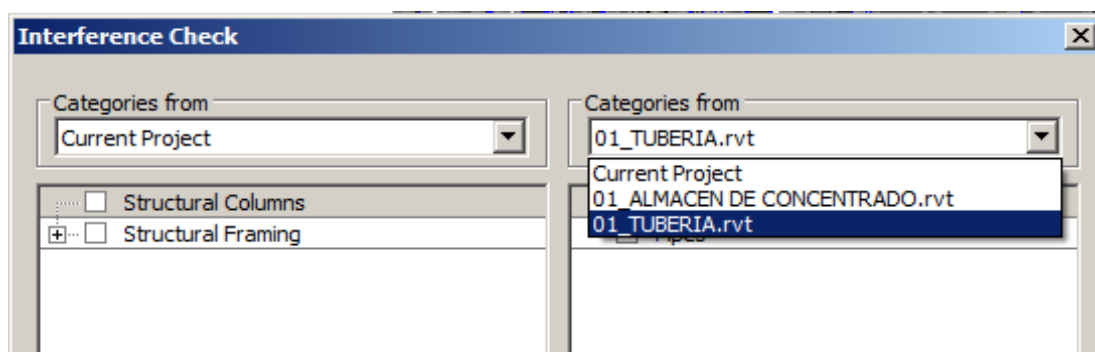
Se abrirá el siguiente cuadro

En él se debe elegir cuáles serán los archivos a detectar colisiones

En la primera columna puedes elegir el archivo actual

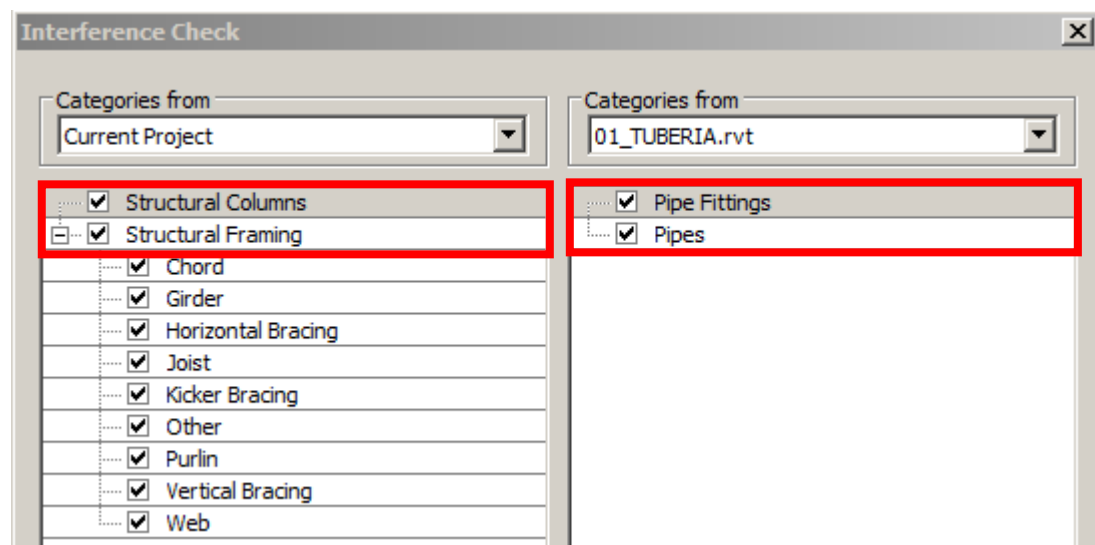


En la segunda columna debes elegir el archivo vinculado

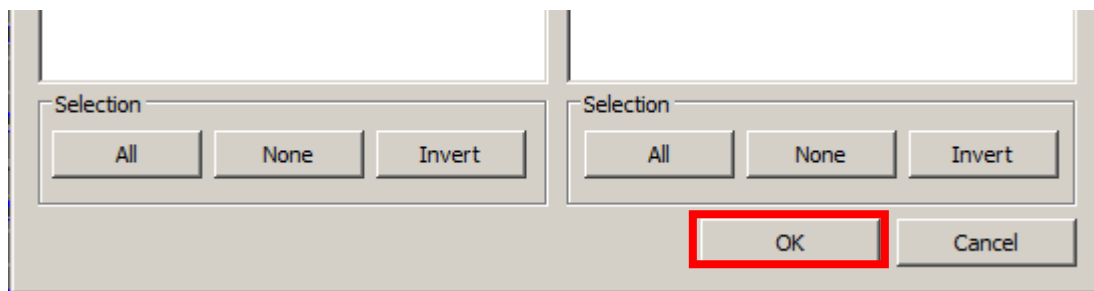


Ahora debes notar que en cada columna existen Categorías (por ejemplo, Columnas, Vigas, Tuberías, Mobiliario, Muros, Etc)

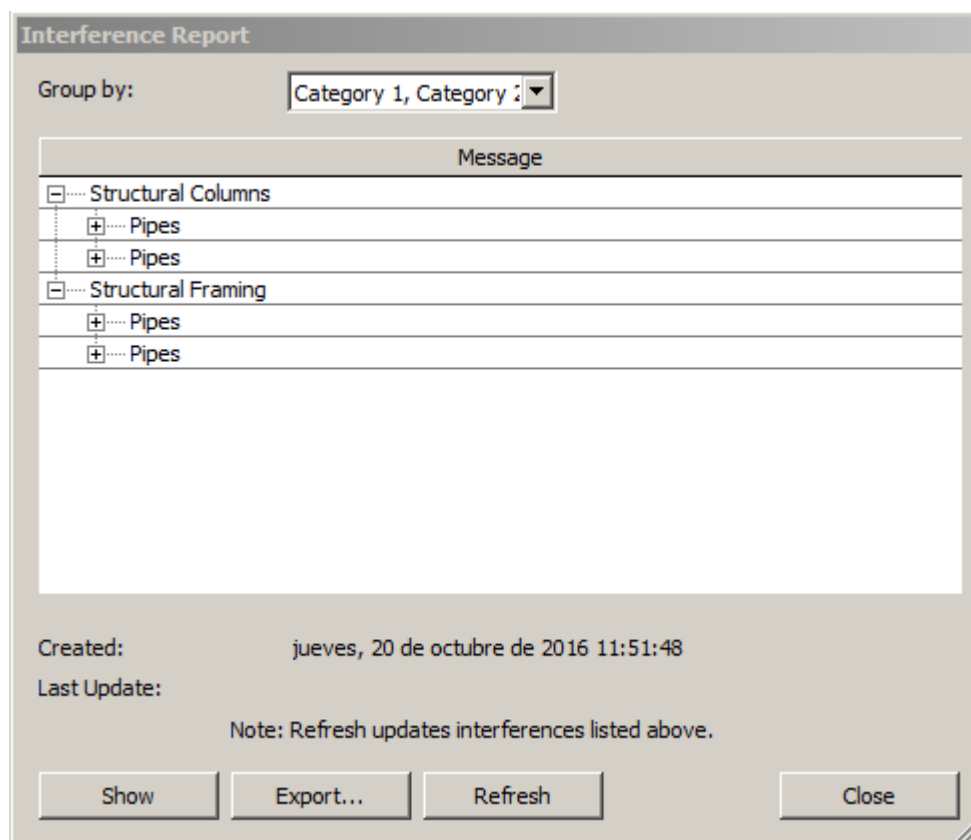
Debes activar los checks de lo que tú quieras analizar por ejemplo saber si existe una viga que está cruzándose con una tubería, activa según lo que requieras detectar.



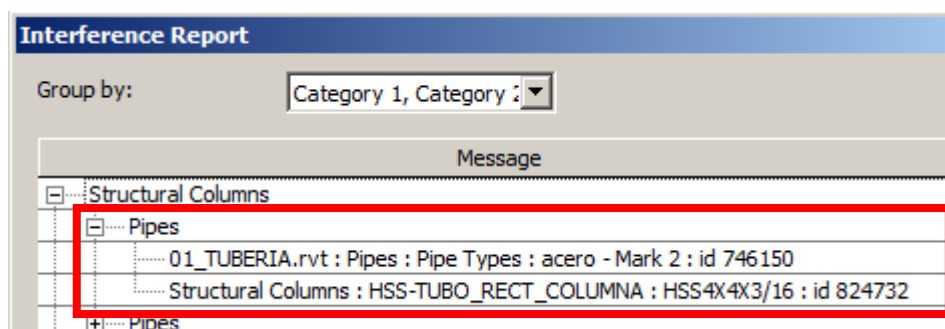
Pica en Ok



Aparecerá un cuadro llamado Interference Report el cual te arrojará un reporte de todas las colisiones del proyecto.



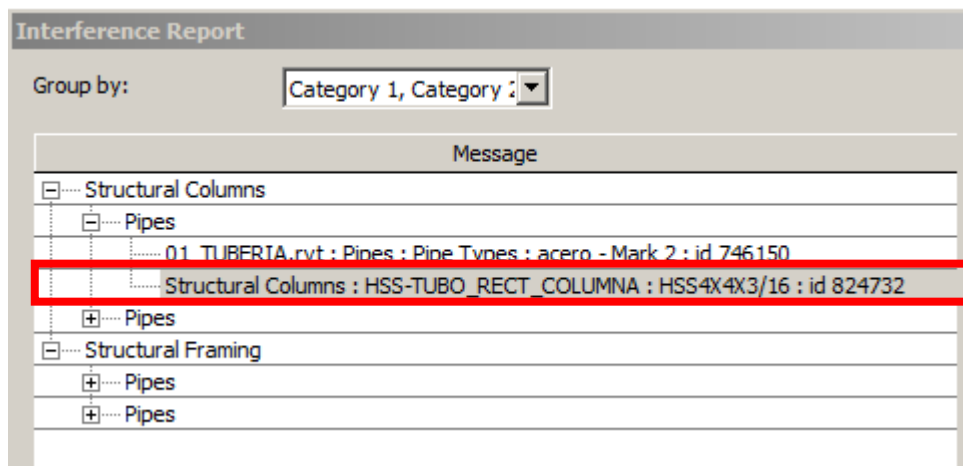
Para analizar las colisiones debes desplegar los signos “mas”



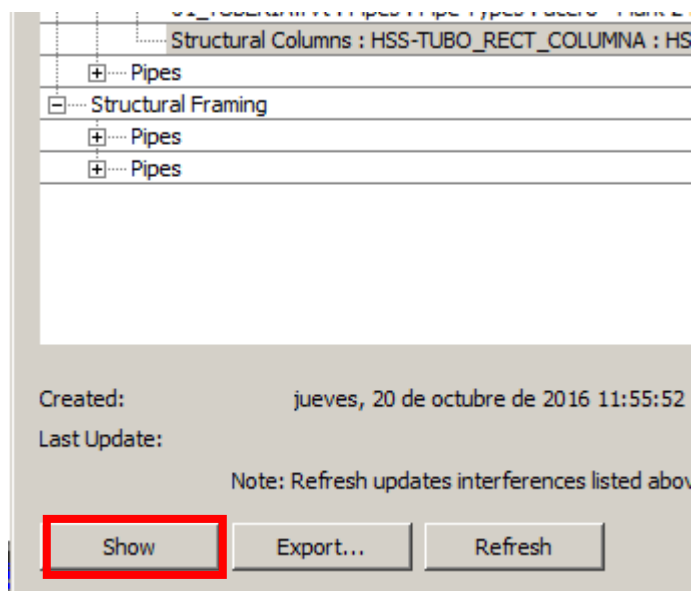
Notamos que existe una colisión entre el archivo de Tuberías y una columna de nuestro archivo actual

Para poder observarlo más de cerca e ir directamente a la colisión debemos picar de la siguiente forma

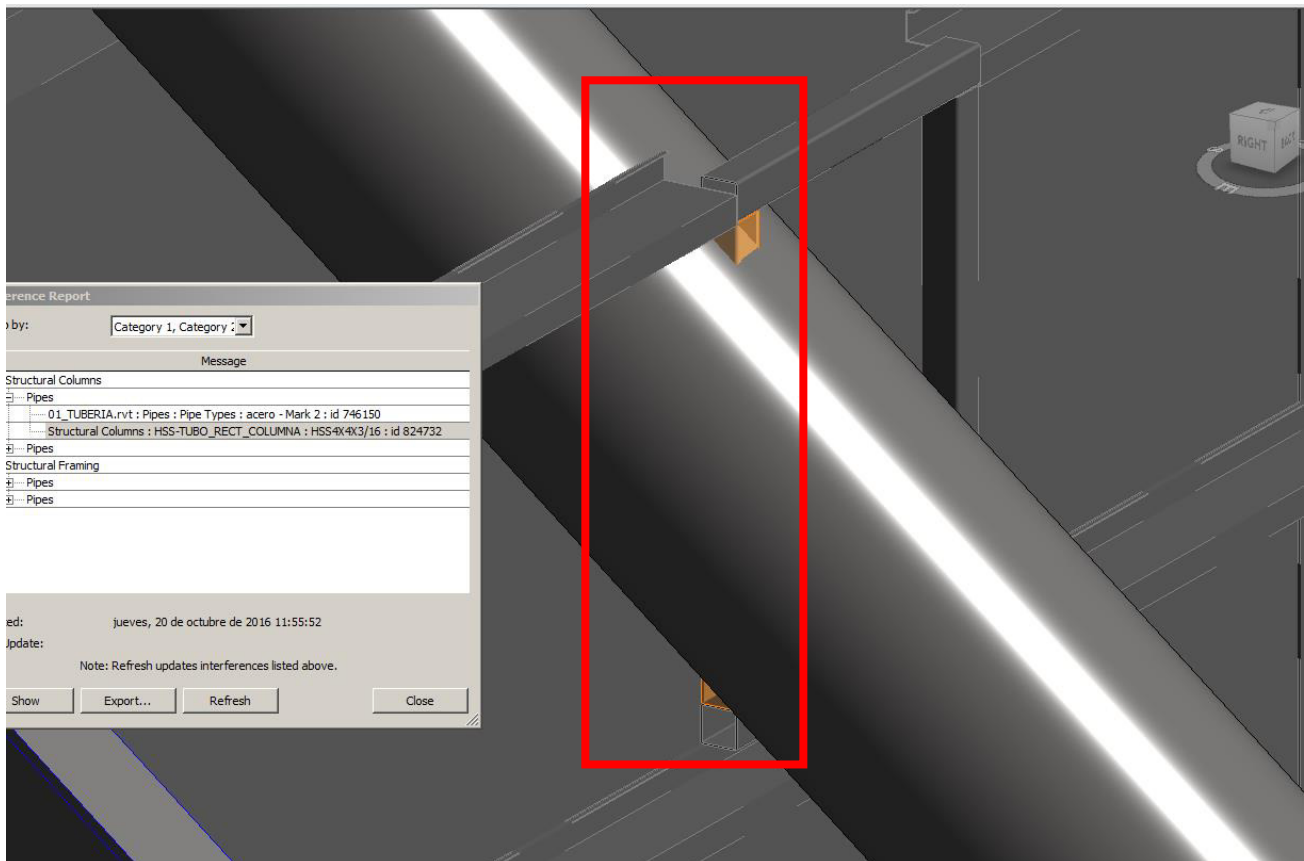
Pica en Structural Columns : HSS-TUBO...



Ahora pica en SHOW

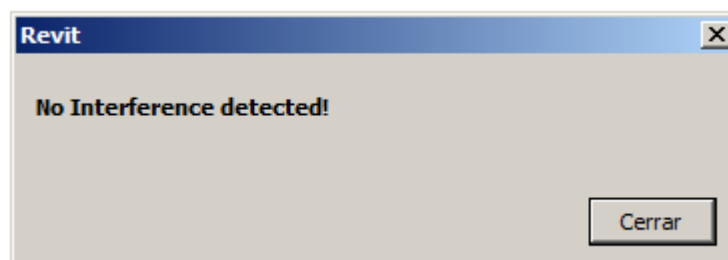


El programa inmediatamente mostrará en pantalla la colisión, el objeto seleccionado se mostrará en color naranja



Hasta que no se resuelva esa colisión (como, por ejemplo, mover o desplazar tanto la columna como la tubería) aun seguirá siendo detectada.

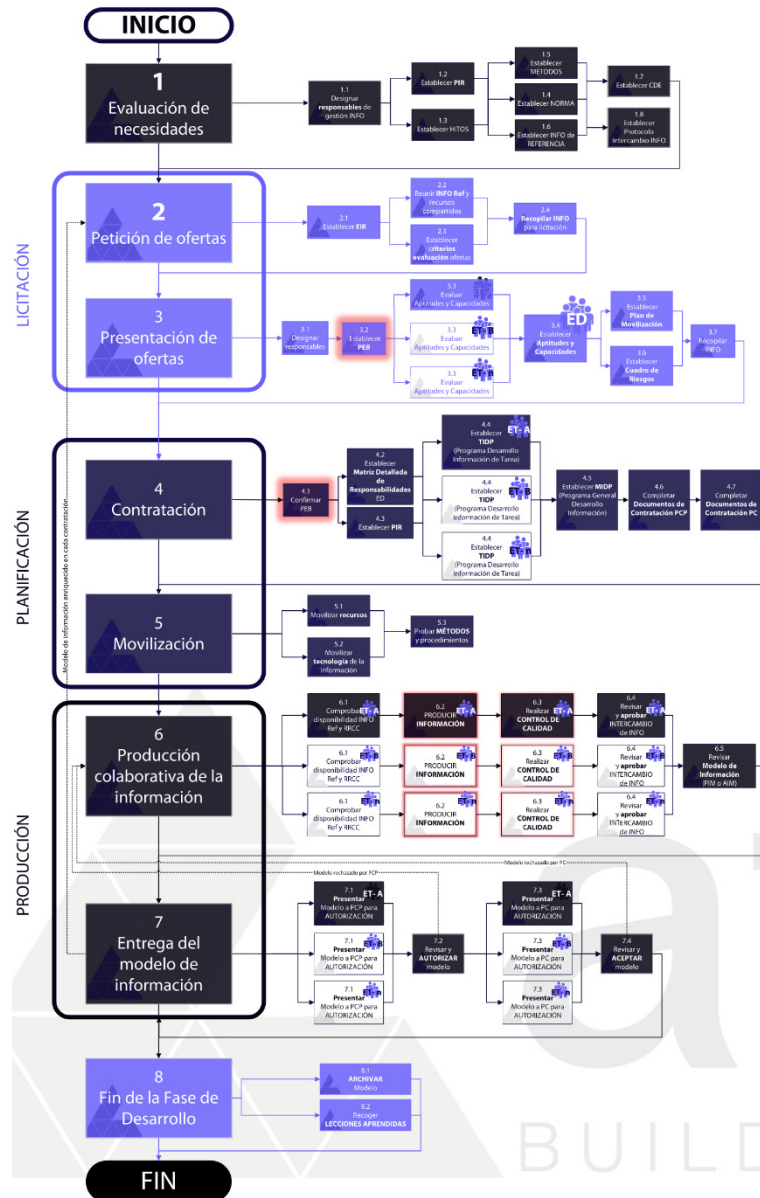
Cuando se haya revisado uno a uno todas las interferencias detectadas y lleguen a ser resueltas pues el resultado será el siguiente



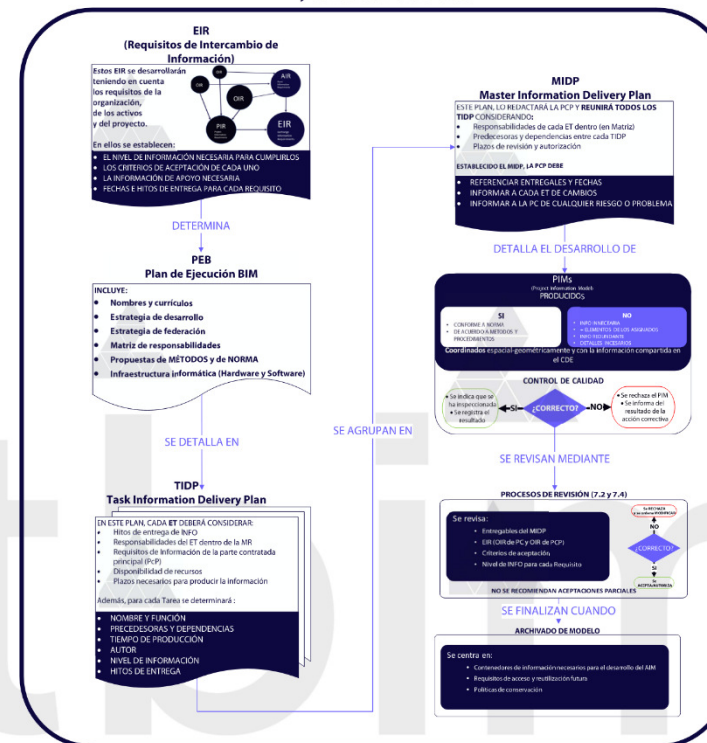
ANEXO C. ESQUEMA DE ACTIVIDADES DE LA FASE DE DESARROLLO SEGÚN NORMA ISO 19650.



ESQUEMA DE ACTIVIDADES DE LA FASE DE DESARROLLO SEGÚN NORMA ISO 19650



Documentos y procesos clave y su relación entre ellos



**ANEXO D. PLANOS DE ARQUITECTURA Y ESTRUCTURA EXTRAIDOS DEL
AUTODESK REVIT**