



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,
VINCULACIÓN Y POSGRADO
DIRECCIÓN DE POSGRADO

Comparación de la metodología BIM 5D vs la tradicional en las fases de planificación y diseño. Caso de estudio: Laboratorios de Diseño Gráfico-ESPOCH

Trabajo de titulación para optar al título de: Magister en Ingeniería Civil con mención en Gestión de la Construcción

Autor:
Peña Guijarro, Ronny Iván

Tutor:
Mgs. Alexis Iván Andrade Valle

Riobamba, Ecuador. 2024

Certificación del Tutor

Certifico que el presente trabajo de titulación denominado: “**Comparación de la metodología BIM 5D vs la tradicional en las fases de planificación y diseño. Caso de estudio: Laboratorios de Diseño Gráfico-ESPOCH**”, ha sido elaborado por el Ingeniero Ronny Iván Peña Guijarro, el mismo que ha sido orientado y revisado con el asesoramiento permanente de mi persona en calidad de Tutor. Así mismo, refrendo que dicho trabajo de titulación ha sido revisado por la herramienta antiplagio institucional; por lo que certifico que se encuentra apto para su presentación y defensa respectiva.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.

Riobamba, 11, de julio, de 2024



Ing. Alexis Iván Andrade Valle, Mgs.

TUTOR

Declaración de Autoría y Cesión de Derechos

Yo, **Ronny Iván Peña Guijarro**, con número único de identificación **060404830-6**, declaro y acepto ser responsable de las ideas, doctrinas, resultados y lineamientos alternativos realizados en el presente trabajo de titulación denominado: “Comparación de la metodología BIM 5D vs la tradicional en las fases de planificación y diseño. Caso de estudio: Laboratorios de Diseño Gráfico-ESPOCH.” previo a la obtención del grado de Magíster en Ingeniería Civil, mención en Gestión de la Construcción.

- Declaro que mi trabajo investigativo pertenece al patrimonio de la Universidad Nacional de Chimborazo de conformidad con lo establecido en el artículo 20 literal j) de la Ley Orgánica de Educación Superior LOES.
- Autorizo a la Universidad Nacional de Chimborazo que pueda hacer uso del referido trabajo de titulación y a difundirlo como estime conveniente por cualquier medio conocido, y para que sea integrado en formato digital al Sistema de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor, dando cumplimiento de esta manera a lo estipulado en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior LOES.

Riobamba, 16 de julio 2024



Ing. Ronny Iván Peña Guijarro

N.U.I. 060404830-6



Dirección de
Posgrado
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,
VINCULACIÓN Y POSGRADO



Riobamba, 12 de julio de 2024

ACTA DE SUPERACIÓN DE OBSERVACIONES

En calidad de Tutor designado por la Comisión de Posgrado, CERTIFICO que una vez revisado el Proyecto de Investigación y/o desarrollo denominado **“Comparación de la metodología BIM 5D vs la tradicional en las fases de planificación y diseño. Caso de estudio: Laboratorios de Diseño Gráfico-ESPOCH”** dentro de la línea de investigación de: **(Ingeniería, Producción, Industria y Construcción)**, presentado por el maestrante **Peña Gujarro Ronny Iván**, portador de la CI. 060404830-6, del programa de **Maestría en Ingeniería Civil con mención en Gestión de la Construcción**, cumple al 100% con los parámetros establecidos por la Dirección de Posgrado de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



Alexis Ivan Andrade Valle

Mgs. Alexis Andrade
Tutor



Campus La Dolorosa
Av. Eloy Alfaro y 10 de Agosto
Teléfono (593-3) 373-0880, ext. 2002
Riobamba - Ecuador

Unach.edu.ec
en movimiento



Dirección de
Posgrado
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,
VINCULACIÓN Y POSGRADO



Riobamba, 12 de julio de 2024

ACTA DE SUPERACIÓN DE OBSERVACIONES

En calidad de miembro del tribunal designado por la Comisión de Posgrado, CERTIFICO que una vez revisado el Proyecto de Investigación y/o desarrollo denominado **“Comparación de la metodología BIM 5D vs la tradicional en las fases de planificación y diseño. Caso de estudio: Laboratorios de Diseño Gráfico-ESPOCH”** dentro de la línea de investigación de: **(Ingeniería, Producción, Industria y Construcción)**, presentado por el maestrante **Peña Guijarro Ronny Iván**, portador de la CI. 060404830-6, del programa de **Maestría en Ingeniería Civil con mención en Gestión de la Construcción**, cumple al 100% con los parámetros establecidos por la Dirección de Posgrado de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



ANDREA NATALY
ZARATE VILLACRES

Mgs. Andrea Zárate
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Campus La Dolorosa
Av. Eloy Alfaro y 10 de Agosto
Teléfono (593-3) 373-0880, ext. 2002
Riobamba - Ecuador

Unach.edu.ec
en movimiento



Riobamba, 12 de julio de 2024

ACTA DE SUPERACIÓN DE OBSERVACIONES

En calidad de miembro del tribunal designado por la Comisión de Posgrado, CERTIFICO que una vez revisado el Proyecto de Investigación y/o desarrollo denominado "**Comparación de la metodología BIM 5D vs la tradicional en las fases de planificación y diseño. Caso de estudio: Laboratorios de Diseño Gráfico-ESPOCH**" dentro de la línea de investigación de: **(Ingeniería, Producción, Industria y Construcción)**, presentado por el maestrante **Peña Guijarro Ronny Iván**, portador de la CI. 060404830-6, del programa de **Maestría en Ingeniería Civil con mención en Gestión de la Construcción**, cumple al 100% con los parámetros establecidos por la Dirección de Posgrado de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



CRISTIAN ANDRES
MARCILLO ZAPATA

Mgs. Andrés Marcillo
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	CERTIFICADO DE CONTENIDO DE SIMILITUD		 SGC <small>SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</small>
	CÓDIGO:	VERSIÓN:	
	FECHA:		
	MACROPROCESO:		
PROCESO:			
SUBPROCESO:			

Riobamba, 12 de julio de 2024

CERTIFICADO

De mi consideración:

Yo **Alexis Iván Andrade Valle**, certifico que **Ronny Iván Peña Guijarro** con cédula de identidad No. **060404830-6** estudiante del programa de **Maestría en Ingeniería Civil con mención en Gestión de la Construcción, cohorte Segunda** presentó su trabajo de titulación bajo la modalidad de Proyecto de titulación con componente de investigación aplicada/desarrollo denominado: **Comparación de la metodología BIM 5D vs la tradicional en las fases de planificación y diseño. Caso de estudio: Laboratorios de Diseño Gráfico-ESPOCH**, el mismo que fue sometido al sistema de verificación de similitud de contenido TURNITIN identificando un 9% en el texto.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



Ing. Alexis Ivan Andrade Valle Mgs.

CI: 060408938-3

Adj.-

- Resultado del análisis de similitud



Copia controlada por el SGC UNACH

DEDICATORIA

Este logro se los dedico a mis padres, Iván y Sonia, a mi hermano Danny por el apoyo absoluto brindado durante todo el proceso.

A toda mi familia, por sus palabras de aliento que hicieron en mi una mejor persona y de una u otra manera me acompañan en todos mis sueños y metas.

A mi abuelita María Verónica, por el cariño incondicional y a la memoria de mis abuelitos: Luis, Guido y Corina ejemplos de sabiduría, que desde el cielo me guían a no rendirme.

Ronny Iván Peña Guijarro

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito una de mis metas propuestas.

A mis padres, que siempre han creído en mí y me han brindado su amor y apoyo incondicional, siendo mi inspiración de esfuerzo y dedicación, a mi hermano por su constante ánimo y comprensión.

A mi familia, tíos (as) y primos (as), que me incentivaron a seguir adelante creyendo y confiando en mis capacidades.

A mi tutor, Ing. Alexis Andrade por compartir su experiencia y conocimientos durante el desarrollo de la investigación.

Ronny Iván Peña Guijarro

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	
ACTA DE SUPERACIÓN DE OBSERVACIONES DEL TUTOR.....	
ACTA DE SUPERACIÓN DE OBSERVACIONES MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO.....	
DEDICATORIA.....	
AGRADECIMIENTO.....	
INDICE DE TABLAS.....	
INDICE DE FIGURAS.....	
RESUMEN.....	
ABSTRACT.....	
1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1 Objetivos.....	18
1.1.1 General.....	18
1.1.2 Específicos.....	18
2. CAPITULO II. ESTADO DEL ARTE.....	19
3. CAPITULO III. METODOLOGÍA.....	21
3.1 Tipo de investigación.....	21
3.2 Diseño de investigación.....	21
3.3 Enfoque de investigación.....	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
4. CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1 Resultados.....	25
4.1.1 Descripción del proyecto.....	25
4.1.2 Redacción del Plan de Ejecución BIM (BEP).....	26

4.1.3	Modelación BIM 3D	26
4.1.4	Detección de conflictos.....	32
4.1.5	Cuantificación de cantidades de obra	33
4.1.6	Determinación del plazo del proyecto BIM 4D.....	35
4.1.7	Cálculo del costo del proyecto.....	36
4.1.8	Construcción virtual 5D.....	37
4.1.9	Características de las metodologías	38
4.2	Discusión.....	40
5.	CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
5.1	Conclusiones	42
5.2	Recomendaciones	44
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
7.	ANEXOS	48
7.1	Anexo 1. Plan de Ejecución BIM (BEP)	48
7.2	Anexo 2. Cuantificación de cantidades de obra.....	52
7.3	Anexo 3. Variación del costo.....	60
7.4	Anexo 4. Simulación del proceso constructivo BIM 5D.....	70
7.5	Anexo 5. Diagrama de Gantt	72
7.6	Anexo 6. Planos recopilados del proyecto.....	79

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Niveles de detalle LOD de las disciplinas modeladas</i>	27
Tabla 2 <i>Conflictos identificados en la modelación</i>	33
Tabla 3 <i>Variación de rubros en la cuantificación</i>	33
Tabla 4 <i>Inconsistencias encontradas en el diseño</i>	35
Tabla 5 <i>Variación del presupuesto</i>	36
Tabla 6 <i>Características de las metodologías</i>	38
Tabla 7 <i>Ventajas y desventajas de implementación BIM</i>	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Diagrama de flujo de la metodología aplicada</i>	22
Figura 2 <i>Planta arquitectónica</i>	25
Figura 3 <i>Corte transversal</i>	26
Figura 4 <i>Estructura de carpetas</i>	27
Figura 5 <i>Modelación arquitectónica (Vista Sur)</i>	29
Figura 6 <i>Modelación arquitectónica (Vista 3D)</i>	29
Figura 7 <i>Modelación estructural (Vista 3D)</i>	30
Figura 8 <i>Modelación del acero de refuerzo (Vista 3D)</i>	30
Figura 9 <i>Modelación sanitaria y de agua potable (Vista 3D)</i>	31
Figura 10 <i>Modelación eléctrica (Vista 3D)</i>	31
Figura 11 <i>Interferencia en el modelo</i>	32
Figura 12 <i>Unión entre cimentación y columna</i>	32
Figura 13 <i>Duración del plazo del proyecto</i>	36

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo comparar la metodología BIM 5D con la tradicional en las fases de planificación y diseño de un caso de estudio, con la finalidad de determinar sus diferencias en términos de cuantificación de cantidades de obra, plazo y presupuesto. La investigación fue de tipo aplicada no experimental con un alcance descriptivo-correlacional y un enfoque mixto. Para lo cual, se recopiló la información desarrollada por la metodología tradicional del proyecto “Laboratorios de Diseño Gráfico-ESPOCH”, basada en 152 rubros. Después, se desarrolló la metodología BIM al proyecto, extrayendo cantidades, programación de obra y estimación del presupuesto para la comparación. Lo que evidenció que en el 58% de rubros presentaron variaciones en el cálculo con BIM, provocados por el control y precisión en el modelo. El plazo presentó una variación de 30 días adicionales con BIM, entendiendo que el proyecto no se cumplirá en el plazo inicialmente programado. En el presupuesto hubo una sobrestimación del 0.20% de la metodología tradicional, sin embargo, todos los subcapítulos presentaron variaciones considerables, afectando directamente a las estrategias de inversión en la ejecución. A pesar de no contar con una guía de implementación local, BIM ofreció ventajas como: tener un modelo centralizado, precisión en la cuantificación de obra, incorporación del plazo y presupuesto al modelo tridimensional, teniendo una simulación del proceso constructivo BIM 5D, características que no ofrece la metodología tradicional.

Palabras Claves: *Metodología BIM 5D, Metodología Tradicional, Cuantificación, Simulación, Comparación*

ABSTRACT

The objective of this research was to compare the 5D BIM methodology with the traditional one in the planning and design phases of a case study, in order to determine their differences in terms of quantification of work quantities, deadline and budget. This research was of an applied, non-experimental type, with a descriptive-correlational scope and a mixed approach. For this, the information developed by the traditional methodology of the “Laboratorios de Diseño Gráfico-ESPOCH” project was compiled, based on 152 items. Then, the BIM methodology was developed for the project, extracting quantities, work scheduling and estimating the budget for comparison. This showed that in 58% of items there were variations in the calculation with BIM, caused by the control and precision in the model. The deadline presented a variation of 30 additional days with BIM, understanding that the project will not be fulfilled within the initially scheduled deadline. In the budget there was an overestimation of 0.20% of the traditional methodology, however, all subchapters presented considerable variations, directly affecting the investment strategies in the execution. Despite not having a local implementation guide, BIM offered advantages such as: having a centralized model, precision in the quantification of the work, incorporation of the deadline and budget to the three-dimensional model, having a simulation of the 5D BIM construction process, characteristics that the traditional methodology does not offer.

Keywords: *5D BIM Methodology, Traditional Methodology, Quantification, Simulation, Comparison*



Reviewed by: Alison Varela

ID: 0606093904

1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción desempeña un rol importante en el dinamismo y productividad económica de un país. No obstante, en países en desarrollo ha presentado un estancamiento en la adopción de nuevas tecnologías de la información, que permitan optimizar los recursos eficientemente (Marnewick & Marnewick, 2022).

A nivel global, el inicio de la incorporación de tecnologías al sector de la construcción tiene su origen en la década de 1980 y 1990, implementando herramientas de diseño asistido por computadora (CAD) 2D y la tentativa de intercambio de información gráfica y no gráfica en modelos tridimensionales (Leśniak et al., 2021).

Estas fueron las bases principales para que en el año 2000 se viera una implementación efectiva de Building Information Modeling (BIM), integrando de forma digital la modelación, plazo, presupuesto y seguimiento en el ciclo de vida del proyecto (Smith, 2014).

La metodología BIM es el modelado de información de la construcción que convierte el procedimiento tradicional fragmentado a un proceso digital unificado de diferentes disciplinas, mediante herramientas tecnológicas, comunicación y trabajo colaborativo entre los profesionales involucrados (Othman et al., 2021).

En países en desarrollo comúnmente los proyectos de construcción se desarrollan utilizando métodos tradicionales basados en documentación física, cálculo manual de cantidades de obra, programación de obra deficiente y estimación de costos no acorde a la realidad, generando inconsistencias en la fase de diseño y afectando directamente a la calidad, costo y plazo del proyecto (Youkhanna et al., 2023).

La implementación de la metodología BIM parece ser la alternativa para solventar esta problemática, debido a que ofrece beneficios notables como: la modelación tridimensional para la comprensión de la secuencia constructiva, la integración disciplinaria y colaborativa para la

detección de interferencias, la gestión centralizada de información que permite tener un solo modelo para el cálculo de cantidades, programación y presupuesto de obra (Salazar, 2017).

En Ecuador, dado que el uso de BIM no es obligatorio en proyectos públicos y privados, la adopción de la metodología es baja en las fases iniciales (Arellano et al., 2021), lo que refleja que el 92% de los proyectos tengan un retraso en el plazo y un sobrecosto del 130%, provocado por las incongruencias en los diseños, deficiente comunicación, cálculos inadecuados de cantidades, plazos y costos de obra (Dominguez, 2022).

Por tanto, este estudio tiene por objetivo desarrollar y comparar el uso de la metodología BIM en sus etapas iniciales frente a la tradicional, para el proyecto público de menor cuantía denominado “Laboratorios de Diseño Gráfico- ESPOCH” que está compuesto de un sistema constructivo mixto de hormigón armado y acero estructural, consta de talleres, oficinas y baterías sanitarias implantadas en aproximadamente 470m², con el propósito de estimar la variación en la cuantificación de cantidades de obra de los 152 rubros y determinar su incidencia en el plazo y presupuesto del proyecto. Además, enunciar sus ventajas y desventajas de implementación, todo esto, con la finalidad de evaluar los beneficios y mejorar la eficiencia en la gestión y toma de decisiones para futuros proyectos.

1.1 Objetivos

1.1.1 General

- Desarrollar y comparar la utilización de la metodología BIM 5D vs la tradicional, en las fases de planificación y diseño del proyecto “Laboratorios de Diseño Gráfico de la ESPOCH”, mediante los indicadores de costos, plazo y cantidades de obra.

1.1.2 Específicos

- Recopilar información referente al proyecto “Laboratorios de Diseño Gráfico de la ESPOCH”
- Desarrollar el plan de ejecución BIM (BEP) para el proyecto.
- Realizar la modelación BIM-3D integral del proyecto de edificación (arquitectura, estructura, instalaciones sanitarias y eléctricas) utilizando el software Revit.
- Detectar y solventar conflictos en la modelación de las diferentes disciplinas.
- Cuantificar cantidades de obra extraídas del modelo tridimensional del proyecto.
- Realizar la construcción virtual generando una simulación visual BIM-4D y 5D de las etapas de construcción del proyecto con el software Navisworks.
- Comparar las cantidades, plazo y presupuesto de las dos metodologías y enunciar las ventajas y desventajas de su implementación.

2. CAPITULO II. ESTADO DEL ARTE

La metodología tradicional utilizada en los proyectos no brinda la flexibilidad de adopción de herramientas que permitan minimizar el grado de incertidumbre en la construcción (Villena et al., 2019). Alrededor del 90% de los proyectos superan el presupuesto debido a problemas de programación, mala planificación e insuficiente información del diseño para la construcción (Turner et al., 2021).

Mojica et al. (2016), mencionan que los errores en los cálculos de cantidades de obra y las incongruencias en la documentación causan retrasos en el plazo, imprecisiones en el presupuesto y pérdidas de tiempo por el retrabajo en la ejecución. Según Youkhanna et al. (2023), estas incongruencias se dan por el uso de métodos tradicionales que se basan en gráficos 2D, documentación física y cálculo manual de cantidades de obra.

Fashina et al. (2021), afirman que los factores que influyen en el retraso de los proyectos se dan en las etapas iniciales, debido a la inadecuada planificación y programación, diseños incompletos e incompatibles, nula comunicación y coordinación, subestimación y sobrestimación de costos, produciendo que los proyectos cuesten y tarden más de lo que deberían.

Según Buñay & Quisiguiña (2021), enuncian que en el 92% de proyectos la información y planos de diseño son insuficientes para su ejecución, el 90% termina con un sobre costo del 10% y en el 95% no se cumple con el plazo programado, por causas de la utilización de la metodología tradicional en las etapas tempranas del proyecto.

Una alternativa probada y utilizada para contrarrestar las problemáticas es el uso de la metodología Building Information Modeling (BIM), que brinda información centralizada para el seguimiento en el ciclo de vida del proyecto de una manera colaborativa entre los involucrados (Smart Building Spanish Chapter, 2018).

BIM ofrece una metodología de trabajo unificada mediante un prototipo virtual del proyecto que permite tener una percepción realista de lo que se quiere construir. El mayor esfuerzo a diferencia de los métodos tradicionales se realiza en la etapa de diseño, lo que permite disminuir las incertidumbres en la etapa de ejecución (Kozlovska et al., 2021).

Rojas et al. (2019), indican que hay múltiples maneras de utilizar BIM, dependiendo del alcance y objetivos del proyecto, las etapas iniciales son las que mayor beneficio desarrollan al utilizar la metodología, puesto que, se calcula cantidades precisas, se genera una planificación espacial, se estima costos acordes a la realidad, se identifican conflictos geométricos de las distintas disciplinas, etc., con la finalidad de solventar los conflictos en el modelo previo a la ejecución.

Porras et al. (2015), concluyen que modelar los elementos utilizando BIM aporta una precisión en el cálculo de cantidades de obra, a diferencia de los métodos tradicionales que resulta de gran dificultad y poca eficiencia por causa de errores humanos, además de que se necesitaría más tiempo en recalcular en el caso que existan cambios.

Arellano et al. (2021), mencionan que en Ecuador el uso de BIM es bajo y tiene una limitada forma de utilización de los modelos, debido a la falta de estándares, manuales y estrategias de implementación. Por su parte Ahmed (2018), indica que existe resistencia al cambio, ausencia de incentivos gubernamentales y falta de conocimiento y necesidad BIM, provocando que no se aprovechen al máximo los beneficios que brinda.

Claudio & Salazar (2022), en un estudio realizado sobre las causas del bajo nivel de uso BIM en Ecuador, determinaron que en la mayoría de los proyectos prefieren utilizar la metodología tradicional debido a la cultura de la industria ecuatoriana, además de que no existe un estándar nacional como guía para la implementación de BIM.

Rivera & Saigua (2023), concluyen que las consecuencias en proyectos con bajo uso BIM en Ecuador presentan un 22% de aumento en el presupuesto y 19% en el plazo, esto por la deficiencia en la extracción de cantidades de obra al utilizar métodos tradicionales basados en modelos 2D.

3. CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada, que mediante conocimientos de la metodología BIM se aplicaron estrategias prácticas y tecnológicas al caso de estudio, en las etapas de planificación y diseño, con la finalidad de comparar con la metodología tradicional y establecer las diferencias en términos de cuantificación, plazo y presupuesto de obra.

3.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación es no experimental con un alcance descriptivo correlacional, ya que, con los datos obtenidos de las dos metodologías se utilizó para comparar sus similitudes y diferencias, con el objetivo de describir sus características y determinar cuál es la más beneficiosa.

3.3 Enfoque de investigación

De igual manera, la investigación tiene un enfoque mixto, en la que se recopilaron datos del caso de estudio referente a cantidades de obra, plazo y presupuesto calculados con la metodología tradicional, con el propósito de compararlos con los datos desarrollados por la metodología BIM.

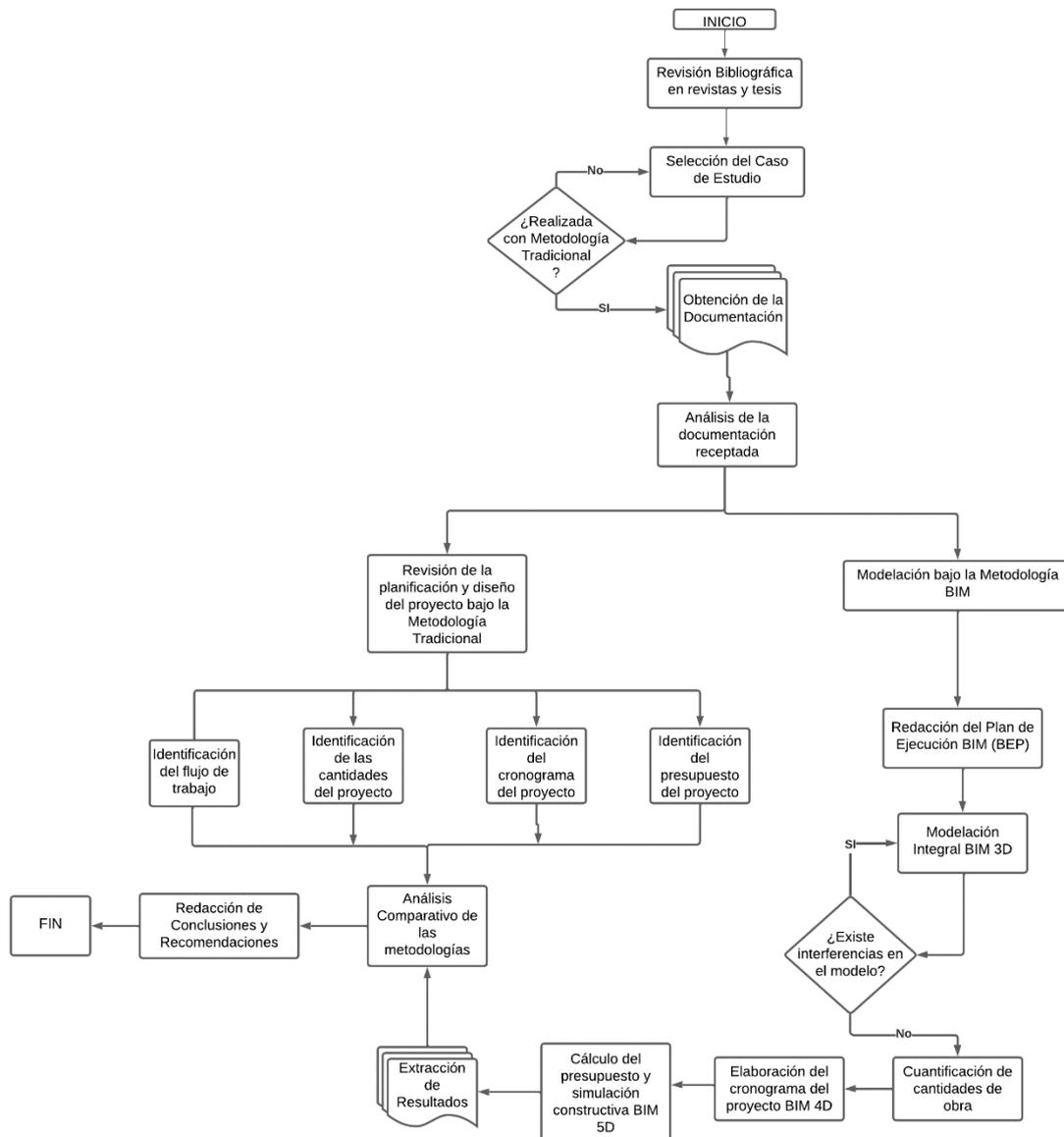
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El alcance para el desarrollo se centró en la parte correspondiente a la modelación y construcción virtual de los estudios (diseños y cálculos) previamente establecidos.

En la Figura 1, se muestra el diagrama de flujo para el desarrollo de la investigación.

Figura 1

Diagrama de flujo de la metodología aplicada



Se inició con la revisión e indagación de la bibliografía existente a cerca de las metodologías utilizadas en las fases iniciales de un proyecto de construcción, para lo cual se utilizó recursos digitales como: ResearchGate, ProQuest, Repositorios Universitarios, Revistas Digitales, Google Académico y páginas web.

Para la recolección de datos se dividió en dos grupos, el primero correspondiente a la metodología tradicional y el otro a la metodología BIM.

Para la metodología tradicional, se empezó con la recopilación y análisis de toda la documentación del proyecto “Laboratorios de Diseño Gráfico-ESPOCH” (Ver anexo 6), para esto se recurrió al Sistema Oficial de Contratación Pública, así como también, a la entidad promotora del proyecto, en donde se obtuvo las cantidades de obra, plazo y presupuesto calculados, basados en 152 rubros.

Para el desarrollo de la metodología BIM se realizó bajo los mismos parámetros y estudios establecidos por la metodología tradicional, para lo cual se inició redactando el Plan de Ejecución BIM (BEP), seguidamente con el software Revit se realizó la modelación 3D, creando un modelo central del proyecto y utilizando vínculos para las diferentes disciplinas involucradas.

Luego, con el software Navisworks se realizó el control de colisiones, con la finalidad de detectar y resolver las interferencias existentes en el modelo, teniendo el proyecto depurado y sin errores.

Después, se calculó las cantidades de obra de los 152 rubros del proyecto con ayuda de la herramienta tablas de planificación de Revit, los datos fueron almacenados y procesados en Ms Excel, para su análisis se determinó la variación en la cuantificación de las cantidades de obra, así como también el porcentaje de rubros que varían respecto a la metodología tradicional.

Para la correcta comparación del plazo se partió del cronograma extraído de los estudios establecidos por la metodología tradicional, que contiene la información de la duración y correlación de los rubros según la secuencia del proceso constructivo.

Para la determinación del plazo con la metodología BIM se inició calculando el rendimiento de cada rubro con la Ecuación 1.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Cuatificación de Obra (M.Tradicional)}}{\text{Días de Ejecución}} \quad (1)$$

Luego, con la cuantificación de la metodología BIM se procedió a recalcular el tiempo de duración de cada rubro como se muestra en la Ecuación 2 y se realizó el nuevo cronograma.

$$\text{Duración (Días)} = \frac{\text{Cuatificación de Obra (M.BIM)}}{\text{Rendimiento}} \quad (2)$$

De igual manera, para el cálculo del costo del proyecto, por efectos de comparación se mantuvo el análisis de precios unitarios correspondientes de la metodología tradicional. Para ello, la determinación del presupuesto bajo la metodología BIM se calculó multiplicando las nuevas cantidades de obra por el precio unitario, después se determinó el porcentaje de variación de cada rubro.

Posteriormente, con el software Navisworks se integró el tiempo y costo al modelo tridimensional, con la finalidad de tener en forma de video el proceso constructivo del proyecto dando paso a la metodología BIM 5D.

Finalmente, con el desarrollo de la metodología BIM se pudo establecer las características principales de la implementación, así como también enunciar sus ventajas y desventajas.

4. CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto que se empleó como referencia para el análisis comparativo fue un proyecto público de menor cuantía denominado “Construcción del laboratorio de Diseño Gráfico, ESPOCH, campus Riobamba.”, con código MCO-ESPOCH-DMF-04-20. El proyecto se compone de 152 rubros de construcción divididos en 13 subcapítulos.

El sistema constructivo planteado es mixto entre hormigón armado y acero estructural, consta de 3 espacios destinados a talleres, 2 oficinas, 2 baterías sanitarias, una bodega, un cuarto de conexiones eléctricas y un cuarto de máquinas, situados en una planta aproximada de 470 m² (Ver Figura 2 y 3).

Figura 2

Planta arquitectónica

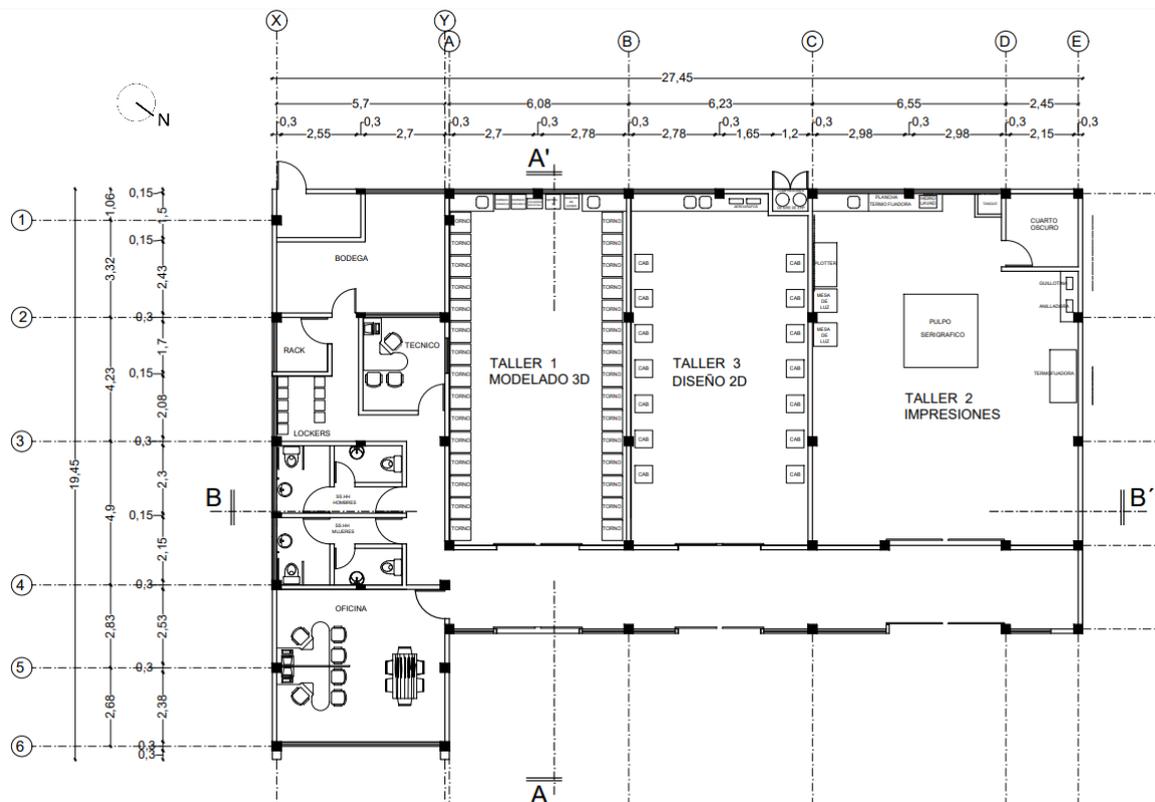
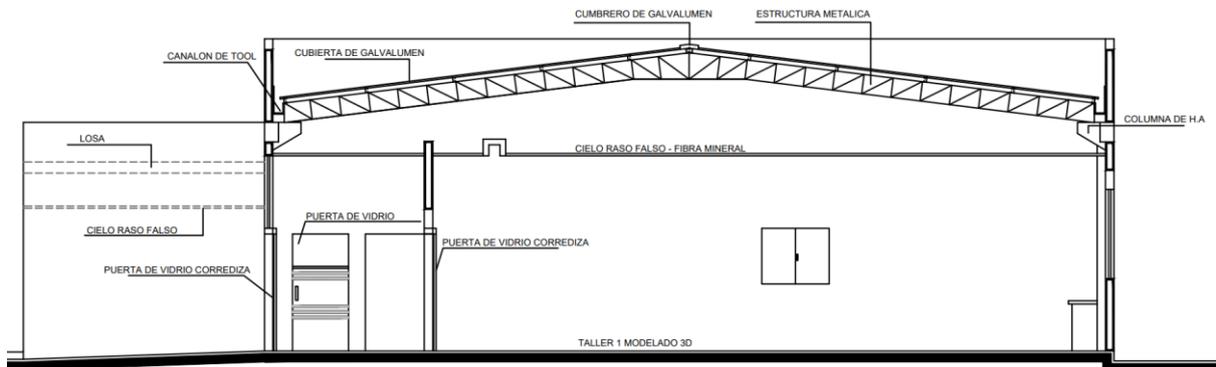


Figura 3

Corte transversal



4.1.2 Redacción del Plan de Ejecución BIM (BEP)

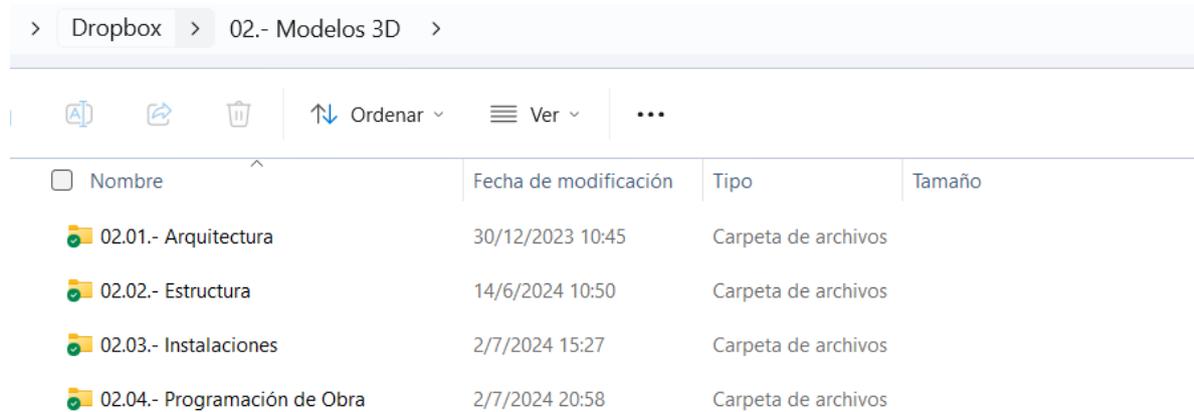
Para el desarrollo de la metodología BIM el punto de partida radica en la redacción del Plan de Ejecución BIM (BEP) (Ver anexo 1), que muestra la planificación de cada una de las etapas, niveles de detalle (LOD) para la modelación de las diferentes disciplinas, herramientas y softwares utilizados, estrategias de colaboración, control de calidad para asegurar la exactitud de los modelos, etc. El BEP al ser un documento virtual permitió realizar actualizaciones en su información para adaptarse a las necesidades y requisitos en el transcurso de la implementación, por lo contrario, la metodología tradicional no cuenta con una hoja de ruta clara ni automatizada.

4.1.3 Modelación BIM 3D

Para el desarrollo de la modelación se creó un entorno común de datos en la nube de Dropbox, en la que se creó la estructura de carpetas y nomenclatura de archivos según la distribución del BEP, para la facilidad de intercambio de información (Ver Figura 4).

Figura 4

Estructura de carpetas



Se estableció los niveles de detalle (LOD) según las disciplinas y rubros del proyecto, con la finalidad de establecer la proporción de información que va a tener cada elemento modelado, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

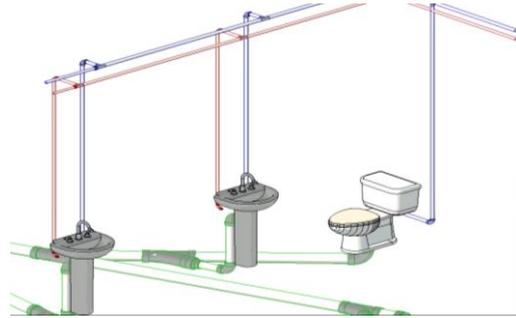
Niveles de detalle (LOD) de las disciplinas modeladas

Disciplina	Nivel de detalle (LOD)	Descripción	Modelo
Arquitectura	200	Nivel intermedio de detalle que estableció las dimensiones y visualización geométrica de elementos como: puertas, mamposterías, barrederas, pisos, etc.	

Instalaciones
Sanitarias, Agua
Potable, Red
Contraincendios,
Eléctrica

200

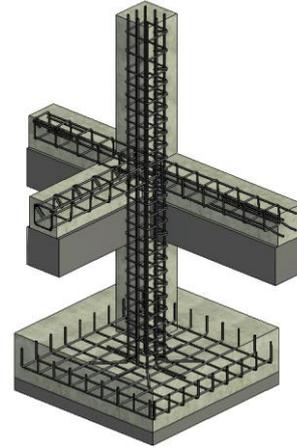
Nivel intermedio,
que estableció las
dimensiones y
geometría de
tuberías, canaletas,
etc.



Estructura

300

Nivel específico,
que estableció con
precisión las
dimensiones,
formas, traslapes,
ubicaciones de los
elementos como:
acero de refuerzo.



Seguidamente, se inició modelando todos los elementos según los rubros correspondientes a la disciplina de arquitectura, debido a que contiene la mayor información del proyecto, para lo cual se estableció los niveles, rejillas y distribución de espacios como se muestra en la Figura 5 y 6.

Figura 5

Modelación arquitectónica (Vista Sur)

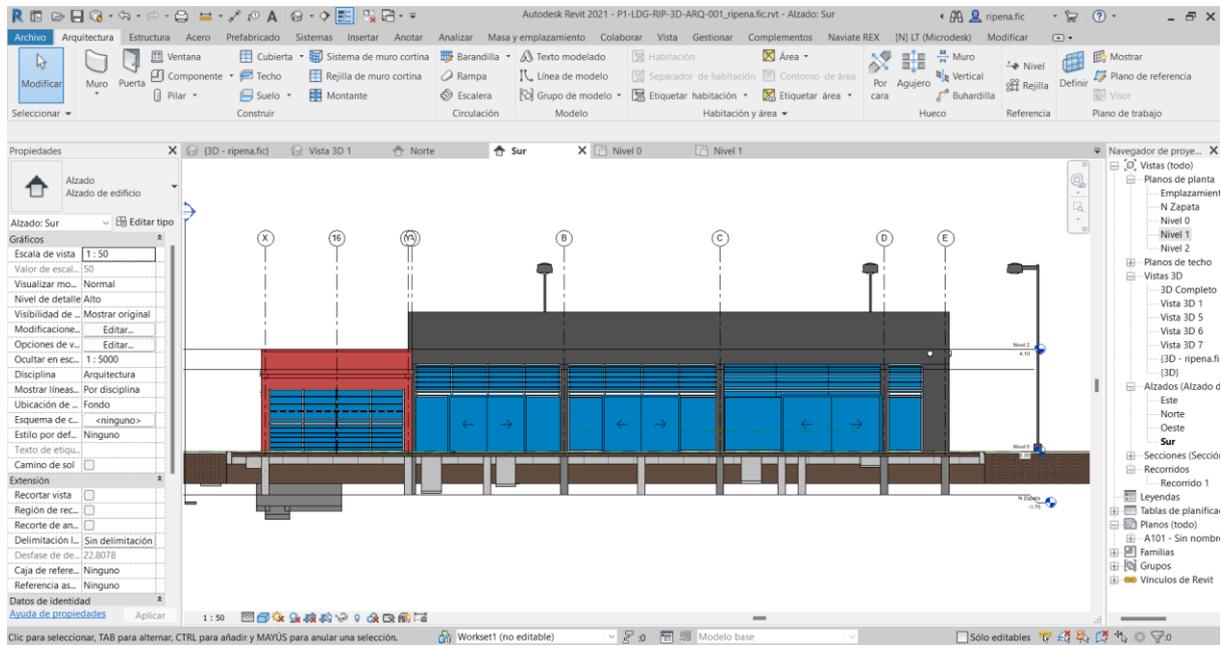
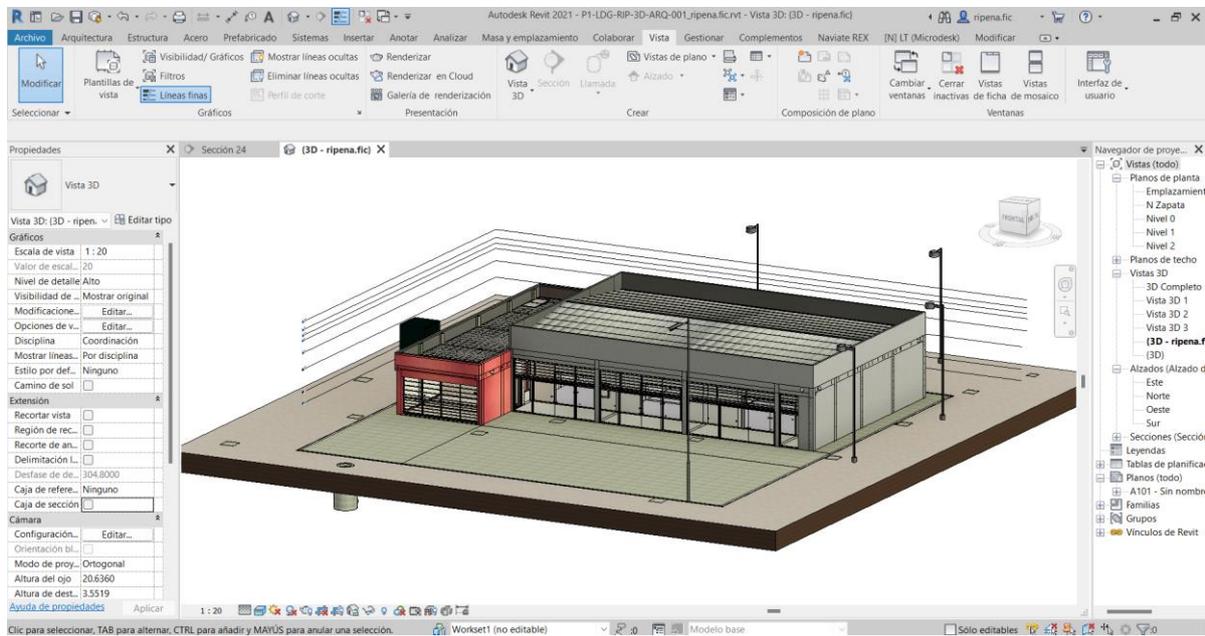


Figura 6

Modelación arquitectónica (Vista 3D)



Para la modelación de la disciplina de estructura se partió del vínculo de arquitectura, con la finalidad de controlar la ubicación de ejes y rejillas, se modelaron elementos como: acero de refuerzo, acero estructural, cubierta, etc., como se muestra en la Figura 7 y 8.

Figura 7

Modelación estructural (Vista 3D)

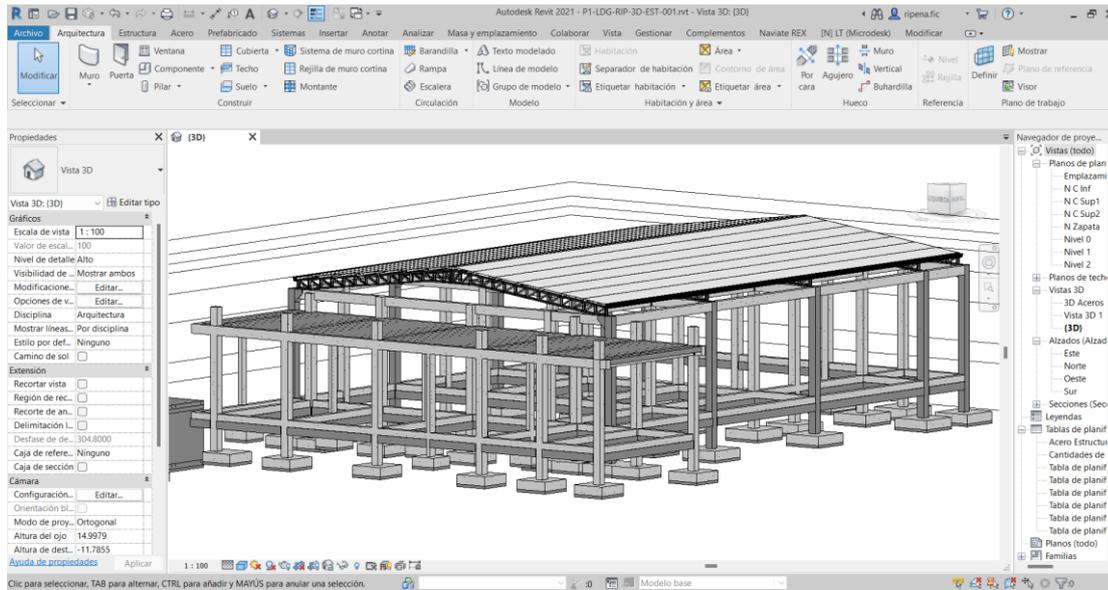
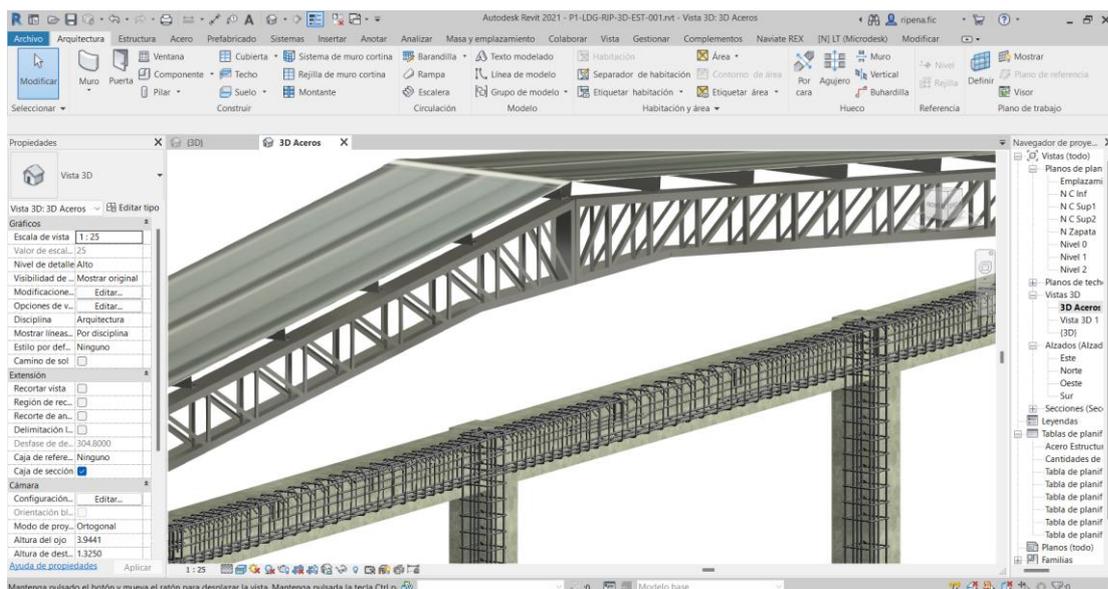


Figura 8

Modelación del acero de refuerzo (Vista 3D)



De igual manera, para el modelo de instalaciones se partió del vínculo de arquitectura y estructura con la finalidad de reducir interferencias, se modelaron elementos como: tuberías, canaletas, aparatos sanitarios, equipos eléctricos, iluminación, tomacorrientes, etc., como se muestra en la Figura 9 y 10.

Figura 9

Modelación sanitaria y de agua potable (Vista 3D)

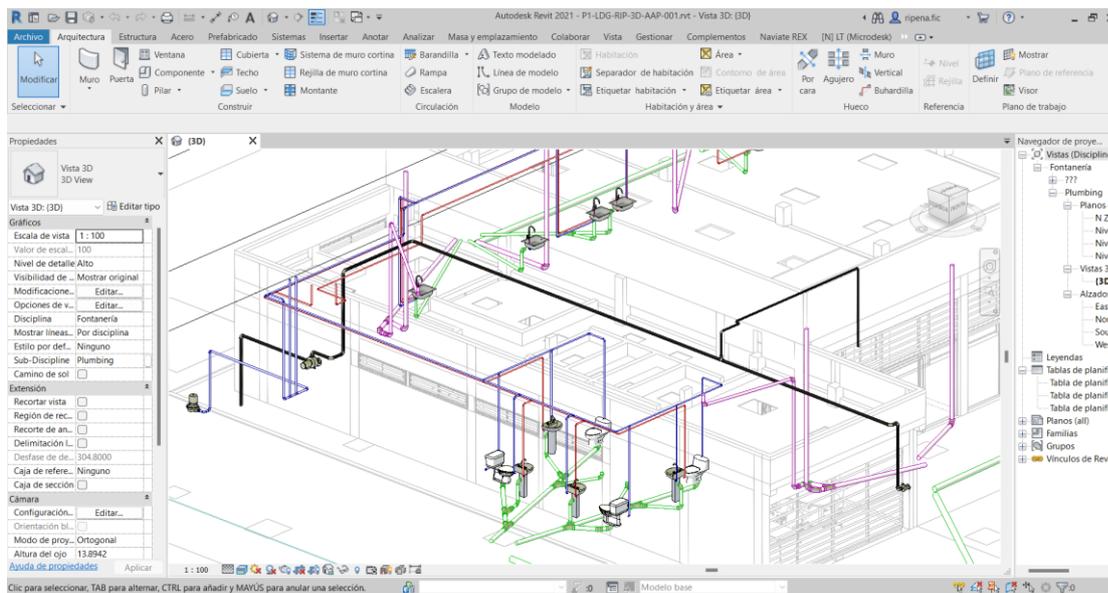
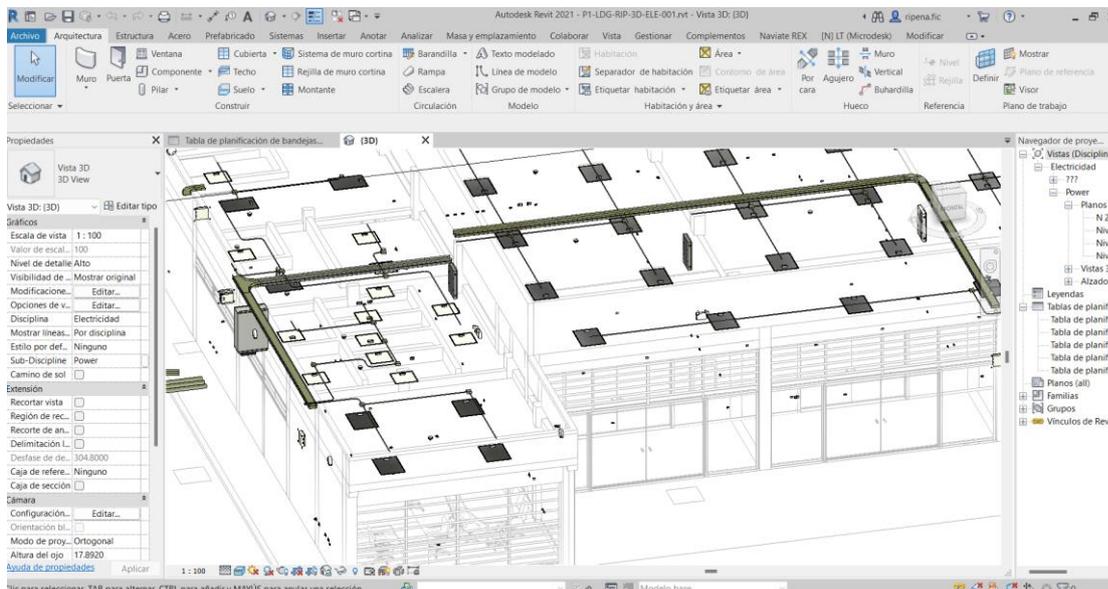


Figura 10

Modelación eléctrica (Vista 3D)



4.1.4 Detección de conflictos

Una vez concluida la modelación tridimensional del proyecto, se realizó el control de interferencias con el software Navisworks, en el que se visualiza la integración de los modelos y muestra los posibles problemas entre ellos, teniendo dos escenarios el primero correspondiente a conflictos de la modelación, como se muestra en la Figura 11, que evidencia una interferencia importante entre la tubería y la cadena de la estructura, y el segundo escenario relacionado a uniones propias de la estructura, como se indica en la Figura 12, que muestra la unión entre cimentación y columna.

Figura 11

Interferencia en el modelo

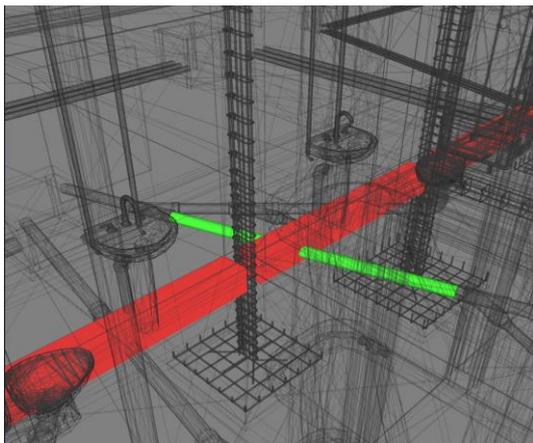
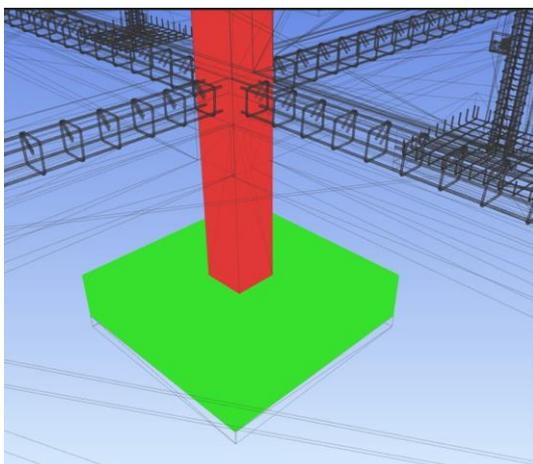


Figura 12

Unión entre cimentación y columna



Bajo este control se detectaron 153 conflictos como se muestra en la Tabla 2, de los cuales 27 correspondían a conflictos entre tuberías y elementos estructurales siendo resueltos en los modelos, por su parte 126 fueron aprobadas debido a que correspondían a uniones estructurales y no presentan errores significativos en la modelación.

Tabla 2

Conflictos identificados en la modelación

Detección de Conflictos			
Disciplinas	Conflictos	Aprobados	Resueltos
Arquitectura-Estructura	63	46	17
Arquitectura-Instalaciones Sanitarias	61	58	3
Arquitectura-Eléctrico	29	22	7
Eléctrico-Instalaciones Sanitarias	0	0	0
Total:	153	126	27

4.1.5 Cuantificación de cantidades de obra

Se procedió a la extracción de cantidades de obra de los 152 rubros con el apoyo de la herramienta tablas de planificación de Revit, para luego ser exportadas a una base de datos de MS Excel junto a la cuantificación dada por la metodología tradicional (Ver anexo 2).

La Tabla 3 muestra la cantidad de rubros que varían su cuantificación calculada mediante la metodología BIM respecto a la tradicional en cada uno de los subcapítulos del proyecto.

Tabla 3

Variación de rubros en la cuantificación

Subcapítulo	Total, de Rubros	Total, que Varía	Total, que no Varían	% que Varía	% que no Varía
Preliminares	4	3	1	75%	25%
Albañilería	25	25	0	100%	0%
Recubrimientos	14	14	0	100%	0%
Carpintería/Metal/Aluminio	12	6	6	50%	50%

Cisterna	8	5	3	63%	38%
Agua Potable	11	7	4	64%	36%
Aparatos Sanitarios	9	3	6	33%	67%
Aguas Servidas	8	5	3	63%	38%
Aguas Lluvias	5	2	3	40%	60%
Sistema Contra Incendios	7	2	5	29%	71%
Acometida de Alcantarillado	5	5	0	100%	0%
Rubros Electrónicos	8	1	7	13%	88%
Rubros Eléctricos	36	10	26	28%	72%
Total:	152	88	64	58%	42%

El 58% de los rubros calculados mediante la metodología BIM presentaron una variación en su cuantificación con relación a lo calculado con la metodología tradicional, debido a que todos los elementos fueron cuantificados precisamente, además de que se encontraron inconsistencias en los diseños como se muestra en la Tabla 4.

Los subcapítulos que presentan el 100% de variación en su cuantificación son: Albañilería, Recubrimientos y Acometida de Alcantarillado, esto a causa de que, las unidades de los rubros tienen mayor complejidad y susceptibilidad a errores al momento de realizar el cálculo de forma tradicional.

Subcapítulos tales como: Rubros Eléctricos y Electrónicos tienen un bajo porcentaje de variación debido a que la mayoría de estos rubros están expresados en unidades (u) sean equipamientos, puntos, accesorios, etc., permitiendo que su cuantificación sea exacta.

Tabla 4

Inconsistencias encontradas del estudio

Ítem	Descripción	Documento
1	Divergencia en los niveles entre las disciplinas de arquitectura y estructura	Plano Arquitectónico y Estructural
2	Insuficientes detalles de la conformación de las cerchas	Plano Estructural
3	Discrepancia gráfica entre el corte y la planta en las vigas del eje A-B-C-E	Plano Estructural
4	Incompatibilidad entre el número de aceros graficados y rotulados en el plinto tipo I	Plano Estructural
5	Incompatibilidad entre la cantidad de la planilla de hierros con la cantidad que se muestra en el presupuesto	Plano Estructural y Presupuesto
6	Las dimensiones de la puerta del taller 3 discrepan de las dimensiones del rubro	Plano Arquitectónico y Presupuesto
7	Existe un error de las unidades en el rubro 82 Secador de Manos.	Presupuesto
8	Para los rubros 104, 106,107,108 no existen detalles de las actividades	Planos del proyecto

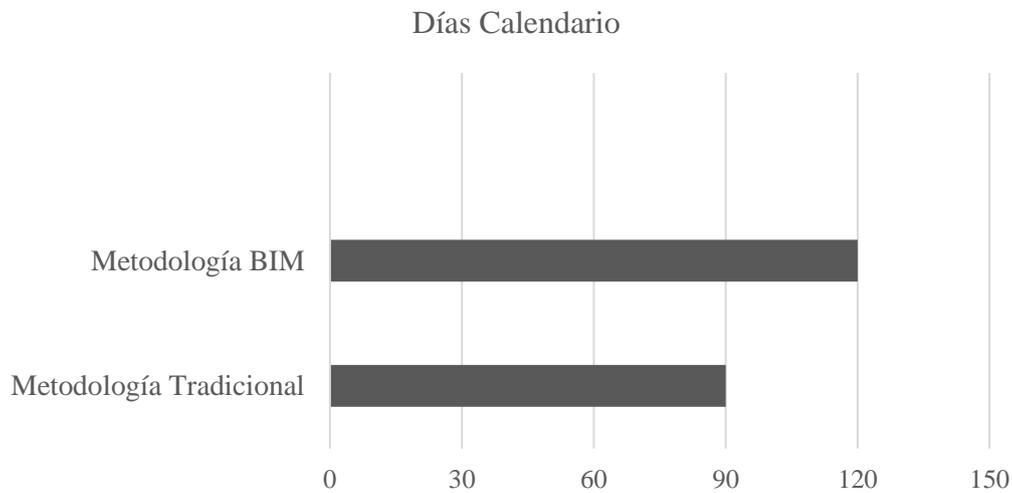
4.1.6 Determinación del plazo del proyecto BIM 4D

Con la nueva cuantificación de cantidades de obra, se procedió a realizar el diagrama de Gantt en Ms Project (Ver anexo 5), para obtener la variación del plazo entre ambas metodologías.

El cronograma que se obtuvo como resultado de la metodología BIM fue de 120 días calendario, en comparación a 90 días establecido por la metodología tradicional (Ver Figura 13).

Figura 13

Duración del plazo del proyecto



La metodología BIM presenta una diferencia de 30 días adicionales para la ejecución del proyecto, esto debido a la afectación directa en el aumento de las cantidades de obra que no fueron considerados en la metodología tradicional, entendiéndose que se necesitará una ampliación de plazo.

4.1.7 Cálculo del costo del proyecto

Para el cálculo del costo se multiplicó las cantidades de obra por el precio unitario de cada rubro (Ver anexo 3). En la Tabla 5 se muestra el porcentaje de variación del presupuesto calculado por la metodología BIM sobre la tradicional, así como también la incidencia que tiene cada subcapítulo en el cálculo del presupuesto.

Tabla 5

Variación del presupuesto

Subcapítulo	Presupuesto (\$)			% Variación	Incidencia
	BIM	Tradicional	Diferencia		
Preliminares	4354.77	2978.05	1376.72	46.23%	1.20%
Albañilería	101638.90	96773.60	4865.30	5.03%	39.09%
Recubrimientos	30895.96	33185.64	-2289.68	-6.90%	13.41%

Carpintería/Metal /Aluminio	20446.34	19917.35	528.99	2.66%	8.05%
Cisterna	3136.70	2880.00	256.70	8.91%	1.16%
Agua Potable	6315.28	6711.88	-396.60	-5.91%	2.71%
Aparatos Sanitarios	3601.02	3659.76	-58.74	-1.61%	1.48%
Aguas Servidas	3218.56	3452.05	-233.49	-6.76%	1.39%
Aguas Lluvias	2378.18	2452.54	-74.36	-3.03%	0.99%
Sistema Contra Incendios	5528.46	5581.34	-52.88	-0.95%	2.25%
Acometida de Alcantarillado	37.28	790.72	-753.44	-95.29%	0.32%
Rubros Electrónicos	18264.58	20064.58	-1800.00	-8.97%	8.11%
Rubros Eléctricos	47245.57	49101.45	-1855.88	-3.78%	19.84%
Total:	247061.58	247548.96	-487.38	-0.20%	

Existe una variación de \$487.38 correspondiente al 0.20% menos en el presupuesto calculado según la metodología BIM con respecto al cálculo de la tradicional. El subcapítulo que presenta mayor diferencia en el costo es Albañilería con \$ 4865.30 más, mientras que la menor diferencia es Sistema Contra Incendios con \$52.88 menos. Aunque el subcapítulo Acometida de Alcantarillado presenta la mayor variación porcentual, su impacto en el presupuesto es tan solo del 0.32%.

Pese a que existe una pequeña variación en el presupuesto debido a la compensación de costos entre los rubros, existen variaciones consideradas en cada subcapítulo que afectaran directamente la estrategia de inversión en la adquisición de materiales, equipos, etc.

4.1.8 Construcción virtual 5D

Seguidamente, al modelo tridimensional se le agregó el cronograma de ejecución y presupuesto de obra teniendo la construcción virtual denominada BIM 5D, en la que se puede apreciar en forma de video el proceso constructivo en función del tiempo y costo (Ver anexo 4), mostrando el progreso de cada etapa con la finalidad de tomar decisiones respecto a las

estrategias constructivas y así disminuir las incertidumbres previo a la ejecución, esta simulación no ofrece la metodología tradicional.

4.1.9 Características de las metodologías

En el desarrollo de la investigación se pudieron determinar las características más relevantes de las metodologías como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6

Características de las metodologías

Etapa	Características	Metodología BIM	Metodología Tradicional
Planificación	Ruta de Trabajo	Plan de Ejecución BIM	No tiene un plan automatizado
	Tipo de Trabajo	Trabajo Colaborativo	Trabajo Individual
	Comunicación	Acorde a un cronograma de intercambio de información	Nula
	Almacenamiento de Información	Modelo Común en la Nube	Almacenamiento Independiente
Diseño	Modelación	Modelación Tridimensional Vinculada Con Información	Diseños Aislados con Gráficos en 2D
	Actualización del modelo	Actualizaciones instantáneas en toda la documentación	Modificaciones Individuales y Complejas
	Cuantificación de Cantidades	Automáticamente mediante tablas de planificación	Cálculos manuales
	Simulaciones	Construcción Virtual 5D	No existen simulaciones solamente detalles
	Control de calidad del modelo	Detección de interferencias	No existe controles
	Entregables	Formato Físico y Digital Actualizable	Formato Físico y Digital No Actualizable

Considerando que en la investigación se desarrolló la metodología BIM, se pudieron identificar las ventajas y desventajas de su implementación como se muestra en la Tabla 7, sin embargo, la ventaja más destacable identificada fue la extracción exacta de cantidades de obra, debido a que esta fue el pilar fundamental para el cálculo de otros apartados como el plazo y presupuesto, mostrando un mayor beneficio en comparación a la metodología tradicional.

Tabla 7

Ventajas y desventajas de implementación BIM

Ventajas
Información centralizada en un solo modelo
Elementos con información parametrizada
Facilidad de intercambio de información entre involucrados
Visualización tridimensional integral
Oportuna detección de conflictos en el diseño
Alto grado de detalles
Actualización automática de vistas, detalles y planos
Cuantificación exacta de cantidades de obra
Incorporación del tiempo y costo en el modelo
Construcción virtual del proyecto
Desventajas
Mayor esfuerzo en la modelación
Falta de una guía de implementación local
Tener un alto grado de conocimiento y capacitación BIM

4.2 Discusión

Los resultados obtenidos mediante la metodología BIM en el cálculo de cantidades de obra, indican que existe una variación en el 58% de rubros, principalmente en aquellos que su cuantificación requiere precisión por la naturaleza de sus unidades, esta variación se debe a que se realizó un control previo identificando y resolviendo incongruencias en el modelo, teniendo así cálculos exactos y de forma automática. Estos hallazgos son coherentes con Porras et al. (2015), que menciona que BIM aporta al cálculo preciso de cantidades de obra a diferencia de la tradicional que está sujeta a errores humanos, debido a que los cálculos son manuales y los diseños se manejan de forma independiente.

La metodología BIM en el cálculo del plazo, muestra que se necesita 120 días calendario para el desarrollo del proyecto frente a 90 días calculados por la tradicional, evidenciando que no se podría cumplir con el plazo programado, debido a que se necesitaría 30 días adicionales, estos resultados son consistentes con Buñay & Quisiguiña (2021), que afirman que los proyectos desarrollados bajo la metodología tradicional el 95% no se cumple con el plazo programado, principalmente por los errores en los cálculos de cantidades de obra.

Los resultados respecto al cálculo del presupuesto muestran que mediante la metodología tradicional existe un 0.20% de sobrestimación de costos correspondiente a \$487.38 con respecto a la metodología BIM, pese a que se tiene un bajo porcentaje de variación en el presupuesto global, existen subcapítulos que evidencian una diferencia considerable en el costo, como Albañilería con \$4865.30 más, provocando un cambio en las estrategias de inversión, esto se debe a que los costos de los rubros calculados por la metodología tradicional llegan a balancearse entre sí, mediante el costo de los rubros de subcapítulos que tienen menos inversión como: Recubrimientos, Agua Potable, Aparatos Sanitarios, Acometida de Alcantarillado, Eléctricos, etc. y se utilizan en los subcapítulos que requieren mayor inversión económica como los rubros de: Preliminares, Albañilería, Carpintería, etc., llegando a

compensarse los costos, además de que existen rubros que no son necesarios ni utilizados en el proyecto y sirven como un margen, estos resultados son consistentes con los hallazgos Fashina et al. (2021), quienes afirman que los proyectos con deficiencias en las etapas iniciales tienden a tener sobrestimación de costos y, como resultado, tardan más tiempo y cuesten más de lo previsto, consecuencias resaltadas también en las conclusiones de (Rivera & Saigua, 2023).

Las ventajas proporcionadas por la metodología BIM son evidentes en las fases iniciales del proyecto, sin embargo, se constató que por la falta de una guía local su implementación fue desafiante, destacando los hallazgos de Arellano et al. (2021), que mencionan que el uso de la metodología BIM en Ecuador es bajo por la falta de estándares, manuales y estrategias de implementación.

5. CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se recopiló la información y planos de la metodología tradicional desarrollada en el proyecto “Laboratorios de Diseño Gráfico ESPOCH”, conformado de 152 rubros de las disciplinas de arquitectura, estructura e instalaciones repartidos en 13 subcapítulos, se identificó que el plazo programado fue de 90 días calendario con un presupuesto de \$247548.96, además se identificó que hubo 8 incongruencias en los estudios proporcionados, destacando principalmente la incompatibilidad entre los planos y documentación.

El Plan de Ejecución BIM (BEP) se redactó acorde a los objetivos del proyecto, el nivel de detalle (LOD) para la modelación fue de 200 para las disciplinas de arquitectura e instalaciones y 300 para estructura debido a la proporción de información de los rubros, los softwares utilizados fueron Revit, Navisworks y Ms Project, para el manejo y almacenamiento de información y archivos se codificó y estandarizó los nombres y ubicaciones en la nube de Dropbox, esto sirvió como hoja de ruta para la correcta implementación de BIM.

La modelación tridimensional comprendió los elementos de los 152 rubros, excepto los ítems 104,106,107 y 108 debido a que no existió información en los planos de detalles para su utilización en el proyecto. En la detección de interferencias del modelo se identificaron 153 conflictos, de los que 27 fueron resueltos y 126 fueron aprobados debido a que no presentan errores significativos en la modelación, esta detección es crucial para la extracción de cantidades de obra.

Se determinó que el 58% de rubros calculados con la metodología BIM presentan una variación en la cuantificación de cantidades de obra respecto la metodología tradicional, esta variación responde a que todas las disciplinas del proyecto fueron integradas en un único

modelo, además, que se realizó la detección de interferencias, teniendo un cálculo de cantidades de obra automatizada y sin errores.

El plazo del proyecto calculado por la metodología BIM fue de 120 días calendario, en comparación a 90 días de la metodología tradicional, evidenciando un retraso de 30 días, provocado por la variación en la cuantificación de cantidades de obra, teniendo en consecuencia un incumplimiento hipotético en el plazo de ejecución.

El presupuesto calculado con la metodología tradicional tiene una sobrestimación del 0.20% correspondiente a \$487.38 respecto a la metodología BIM, sin embargo, en todos los subcapítulos presentan una variación incidente que afectan las estrategias de inversión en la ejecución, evidenciando que se pudieron optimizar recursos al utilizar la metodología BIM.

Se realizó la construcción virtual BIM 5D del proyecto añadiendo al modelo tridimensional el plazo y presupuesto calculado, esto permitió tener en forma de video el proceso constructivo y la inversión en función del tiempo, con la finalidad de planificar cada una de las etapas y disminuir la incertidumbre en la ejecución, esta simulación no ofrece la metodología tradicional.

La metodología BIM en las fases iniciales del proyecto presentó ventajas en su implementación. Entre las principales se encuentran la información centralizada, modelos integrados, detección de interferencias, precisión en la extracción de cantidades de obra, inclusión del plazo y presupuesto al modelo, simulación constructiva, actualización automática del modelo, etc. Sin embargo, también se presentaron desventajas como tener un alto conocimiento en herramientas BIM para la correcta modelación y falta de una guía local de implementación.

5.2 Recomendaciones

Basados en los resultados de la investigación se demostró que la metodología BIM ofrece resultados notables en las fases iniciales del proyecto sobre la metodología tradicional, por lo que se recomienda que entidades y empresas dedicadas a proyectos de construcción, adquieran conocimientos en herramientas y técnicas BIM mediante capacitaciones, con la finalidad de que se adopte de manera progresiva esta metodología y su nivel de uso no sea bajo.

Esta investigación se centró en las fases de planificación y diseño, se sugiere para futuras investigaciones desarrollar y comparar la metodología BIM en todo el ciclo de vida de un proyecto, con la finalidad de contrastar con lo realmente ejecutado y así poder fomentar el desarrollo de una guía de implementación local.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, S. (2018). Barriers to Implementation of Building Information Modeling (BIM) to the Construction Industry: A Review. *Journal of Civil Engineering and Construction*, 7(2), 107–113. <https://doi.org/10.32732/jcec.2018.7.2.107>
- Arellano, K., Andrade, A., Castillo, T., & Herrera, R. (2021). Assessment of BIM Use in the Early Stages of Implementation. *Revista Ingeniería de Construcción*, 36(3). <https://doi.org/10.7764/RIC0000521>
- Buñay, M., & Quisiguiña, A. (2021). *Aplicación de la metodología BIM para la planificación de proyectos de construcción desde la etapa de factibilidad hasta la presentación de documentos al ente de regulación previo a la construcción. Caso de estudio: Edificio LLuma, ubicado en la ciudad de Riobamba-Ecuador* [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec:80/handle/22000/19684>
- Claudio, Y., & Salazar, R. (2022). *Causas del bajo nivel de uso de la metodología BIM, sujeto de estudio 23 proyectos privados de Ecuador*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9147>
- Dominguez, A. (2022). *BIM en Ecuador: ¿Para cuándo un estándar nacional?* Alianza BIM. <https://alianzabim.com/blog/bim-en-ecuador-para-cuando-un-estandar-nacional/>
- Fashina, A. A., Omar, M. A., Sheikh, A. A., & Fakunle, F. F. (2021). Exploring the significant factors that influence delays in construction projects in Hargeisa. *Heliyon*, 7(4). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06826>
- Kozlovska, M., Klosova, D., & Strukova, Z. (2021). Impact of industry 4.0 platform on the formation of construction 4.0 concept: A literature review. *Sustainability (Switzerland)*, 13(5), 1–15. <https://doi.org/10.3390/su13052683>

- Leśniak, A., Górka, M., & Skrzypczak, I. (2021). Barriers to bim implementation in architecture, construction, and engineering projects—the Polish study. *Energies*, *14*(8). <https://doi.org/10.3390/en14082090>
- Marnewick, C., & Marnewick, A. L. (2022). Digitalization of project management: Opportunities in research and practice. *Project Leadership and Society*, *3*, 100061. <https://doi.org/10.1016/j.plas.2022.100061>
- Mojica, A., Valencia, D., Gómez, A., & Alvarado, Y. (2016). Planificación y control de proyectos aplicando “Building Information Modeling” un estudio de caso. *Sistemas de Información Científica*, *20*(1), 34–45. <https://www.redalyc.org/comocitar.ou?id=46750927004>
- Othman, I., Al-Ashmori, Y. Y., Rahmawati, Y., Mugahed Amran, Y. H., & Al-Bared, M. A. M. (2021). The level of Building Information Modelling (BIM) Implementation in Malaysia. *Ain Shams Engineering Journal*, *12*(1), 455–463. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.04.007>
- Porras, H., Sánchez, O., Galvis, J., Jaimez, N., & Castañeda, K. (2015). Tecnologías “Building Information Modeling” en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado. *Sistemas de Información Científica*, *11*(1), 230–249.
- Rivera, A., & Saigua, S. (2023). *Consecuencias en costo y plazo en proyectos de construcción por el bajo nivel de uso de la metodología BIM* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10692>
- Rojas, M. J., Herrera, R. F., Mourgues, C., Ponz-Tienda, J. L., Alarcón, L. F., & Pellicer, E. (2019). BIM use assessment (BUA) tool for characterizing the application levels of BIM uses for the planning and design of construction projects. *Advances in Civil Engineering*, *2019*. <https://doi.org/10.1155/2019/9094254>

- Salazar, M. (2017). *Impacto económico del uso de BIM en el desarrollo de proyectos de construcción en la ciudad de Manizales* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59461>
- Smart Building Spanish Chapter. (2018). Guía de usuarios BIM. BIM aplicado al Patrimonio Cultural. Doc14. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 5–10.
- Smith, P. (2014). BIM implementation - Global strategies. *Procedia Engineering*, 85, 482–492. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.10.575>
- Turner, C. J., Oyekan, J., Stergioulas, L., & Griffin, D. (2021). Utilizing Industry 4.0 on the Construction Site: Challenges and Opportunities. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17(2), 746–756. <https://doi.org/10.1109/TII.2020.3002197>
- Villena, F., García, S., Ballesteros, P., & Pellicer, E. (2019). Influencia del BIM en la Innovación de Empresa del Sector de la Construcción. *AEIPRO*, 2(26), 524–533. <http://hdl.handle.net/10251/181289>
- Youkhanna, Y., Mustafa, S., & Heeto, F. (2023). Investigating BIM level in Iraqi construction industry. *Ain Shams Engineering Journal*, 14(3). <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101881>

7. ANEXOS

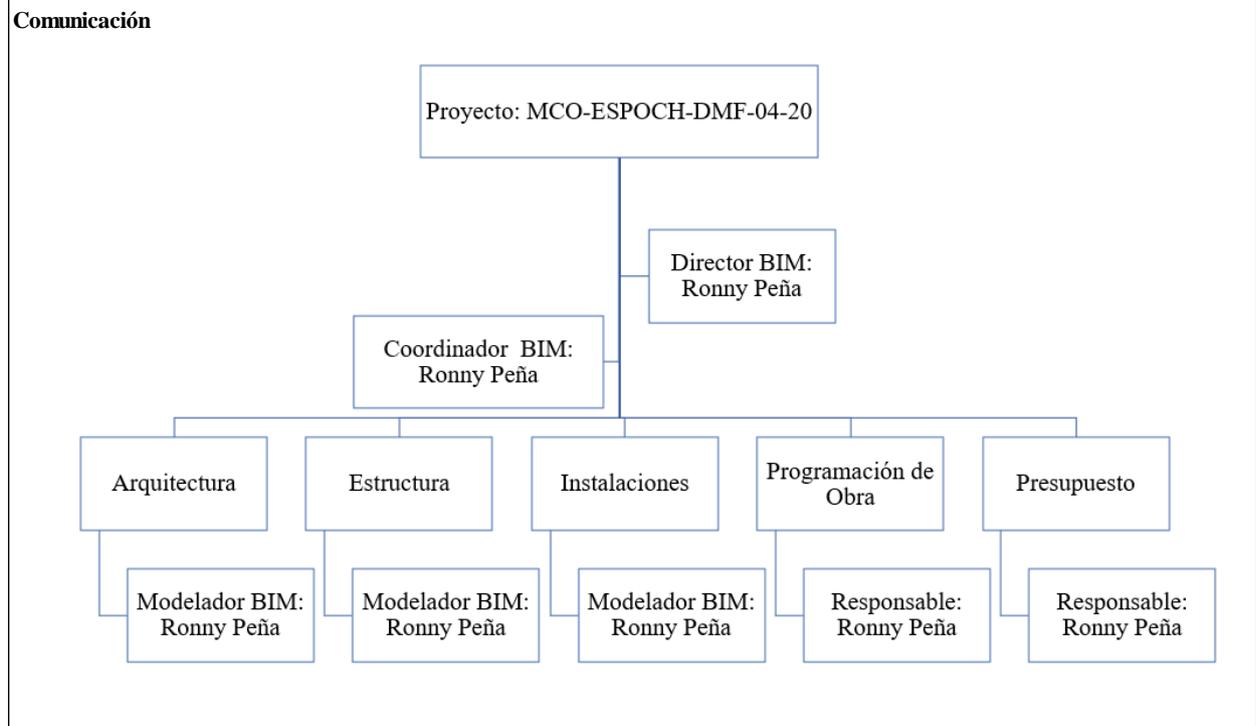
7.1 Anexo 1. Plan de Ejecución BIM (BEP)

PLAN DE EJECUCIÓN BIM				
1.- Información del proyecto				
Nombre del proyecto:	Construcción del Laboratorio de Diseño Gráfico, ESPOCH, Campus Riobamba.			
Breve descripción:	El proyecto consta de la construcción un laboratorio para Diseño Gráfico de aproximadamente 470 m2, con un sistema constructivo mixto de hormigón armado y acero estructural, equipado con todas las instalaciones necesarias para su funcionamiento.			
Dirección del proyecto/Ubicación:	Km 1 1/2 Panamericana Sur			
Tipo de contrato:	Menor Cuantía			
Código del Proceso	MCO-ESPOCH-DMF-04-20			
Fases del proyecto	Fecha Estimada Inicio	Fecha Estimada Finalización	Responsable	
Fase de Planificación	4-dic-23	24-dic-23	Ronny Iván Peña	
Fase de Diseño	25-dic-23	12-ene-24	Ronny Iván Peña	
Fase de Programación de Obra	8-ene-24	14-ene-24	Ronny Iván Peña	
Fase de Presupuesto	15-ene-24	21-ene-24	Ronny Iván Peña	
2.- Equipo del Proyecto				
Rol	Nombre	ID	Email	Teléfono
Director BIM	Ronny Iván Peña	RIP	ronnyrip18@gmail.com	+593 987092536
Coordinador BIM	Ronny Iván Peña	RIP	ronnyrip18@gmail.com	+593 987092536
Modelador BIM	Ronny Iván Peña	RIP	ronnyrip18@gmail.com	+593 987092536
3.- Objetivos del Proyecto Alcances y Usos BIM				
OBJETIVO GENERAL				
Garantizar que toda la información sea la necesaria, suficiente y de calidad para la buena interoperabilidad en las fases del proyecto.				
PRIORIDAD	OBJETIVOS ESPECIFICOS	USO BIM RELACIONADO	RESPONSABLE	
Alta	Crear el entorno común de datos para el proyecto.	Trabajo Colaborativo	RIP	
Media	Generar el modelo 3D de arquitectura, partiendo de la documentación obtenida.	Modelado Arquitectónico	RIP	
Media	Generar el modelo 3D de estructura, partiendo de la documentación obtenida.	Modelado Estructural	RIP	
Media	Generar el modelo 3D de las instalaciones, partiendo de la documentación obtenida.	Modelado de Instalaciones (MEP)	RIP	
Alta	Controlar la colisión de los modelos para minimizar los errores en la coordinación.	Coordinación 3D	RIP	
Alta	Realizar cronograma y simulación visual de construcción, partiendo del modelo 3D	Planificación de Obra	RIP	
Alta	Estimar cantidades y costos de construcción.	Estimaciones de cantidades y costos	RIP	
Alta	Generar los entregables completos del proyecto. (Planos y Visualizaciones)	Documentación del Proyecto	RIP	

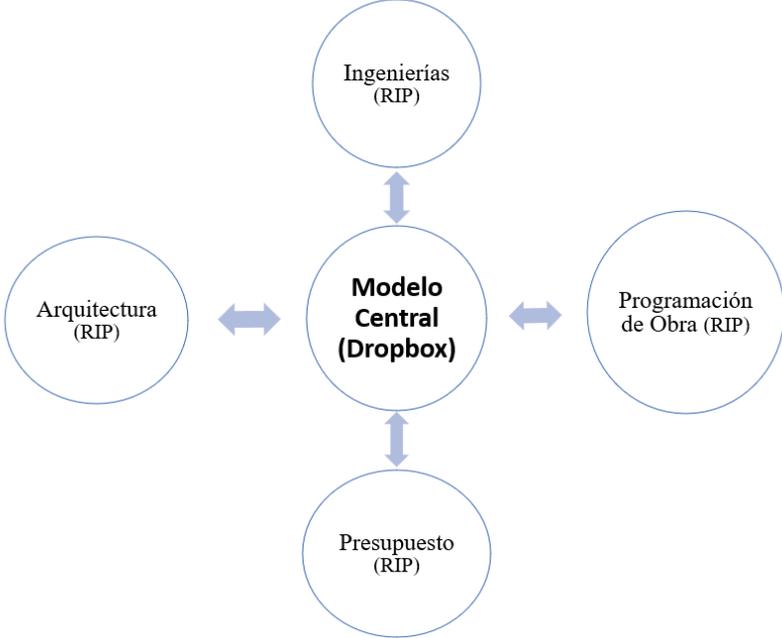
4.- Criterios LOD		
Disciplina	Criterios LOD	LOD
	Actividad	
Arquitectura	Mamposterías	200
	Puertas	200
	Ventanas	200
	Cielo Raso Falso	200
	Mobiliario	200
	Pisos	200
	Cubierta	300
Estructura	Cimentación	300
	Cadenas	300
	Losa	300
	Columnas	300
	Vigas	300
	Estructura de Acero	300
MEP	Hidrosanitaria	200
	Eléctrico	200
	Datos	200

5.- Plataformas para el Desarrollo del Proyecto			
Uso BIM	Software	Versión	Formato
Modelado 3D de Arquitectura	AutoDesk Revit	2021	.rvt
Modelado 3D de Estructura			
Modelado 3D Instalaciones			
Estimación de Cantidades de Obra			
Control de Colisiones	Navisworks Manage	2021	.ifc .nwf
Cronograma	Microsoft Project	2016	.mpp
Programación de Obra/Simulación Visual	Navisworks Manage	2021	.ifc .nwf
Elaboración del Presupuesto			

6.- Flujo, Estándares y Terminología



Calendario del Intercambio de Información			
Intercambio de Información	Disciplina	Frecuencia	Día
Modelos 3D	Todas	Cada Semana	Sábados 8pm
Programación de Obra	Todas	Terminados los modelos	
Presupuesto	General	Terminados los modelos	

Medición y Sistema de Coordenadas					
Unidades que se utilizará en el Proyecto	Coordenadas que se utilizarán en el Proyecto				
Se utilizará unidades del Sistema Internaciona(SI) con dos decimales de precisión.	Se utilizará las coordenadas UTM WGS 84 en su proyección cartográfica UTM Z17S				
Almacenamiento					
Se utilizará el almacenamiento compartido en la nube de DROPBOX					
Estrategia de Colaboración					
					
Estructura de Carpetas					
01.- Documentos Técnicos 02.- Modelos 3D 02.01.- Arquitectura 02.02.- Estructura 02.03.- Instalaciones 02.03.01.- Hidrosanitario/ Agua Potable 02.03.02.- Eléctrico 02.04.- Programación de Obra 03.- Entregables					
Manejo de Archivos					
P1-LDG-RIP-3D-ARQ-001.rvt					
Número Proyecto	Siglas del Proyecto	Autor	Tipo Archivo	Disciplina	Versión
P1	LDG	RIP	3D	ARQ	001
Siglas del Proyecto		Código			
Laboratorio de Diseño Gráfico		LDG			
Tipo de Archivo	Código	Disciplina	Código		
Modelo 3D	3D	Arquitectura	ARQ		
Modelo 2D	2D	Estructura	EST		
Planos	PP	HS/A.Potable	AAP		
		Eléctrico	ELE		

7.- Definición de Entregas		
Disciplina	Contenido del Modelo	Descripción del Modelo
Arquitectura	Plantas y Detalles Arquitectónicos Elevaciones y Cortes Modelos 3D	Planos con todos los detalles arquitectónicos correctamente acotados
Estructura	Detalles Estructurales y de Armaduras	Planos con todos los detalles estructurales correctamente acotados, incluyendo planillas de materiales
Agua Potable y Sanitario	Rutas de Tuberías	Planos con rutas de tuberías establecidas, incluyendo simbología.
Eléctrico	Planos de Circuitos Rutas de Bandejas	Planos de Circuitos, incluyendo simbología
Datos	Ruta de Bandejas	Planos de Datos, incluyendo simbología
Programación de Obra	Cronograma de Obra	Cronograma, incluyendo video de la simulación de las disciplinas
Presupuesto	Cantidades y Costos	Presupuesto generado con mediciones del modelo

Calendario de Entregas

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	NIVEL BIM	dic-23				ene-24				
				SEMANAS								
				1	2	3	4	1	2	3	4	
<i>Plan de Ejecución BIM</i>	Redactar BEP	Ronny Peña	3D		50%	100%						
<i>Arquitectura</i>	Modelado de: Mamposterías, Puertas, Ventanas, Cielo Raso Falso, Mobiliario, Pisos, Cubierta.	Ronny Peña	3D				50%	100%				
<i>Estructura</i>	Modelado de: Cimentación, Cadenas, Columnas, Vigas, Losa, Estructura de Acero.	Ronny Peña	3D				50%	100%				
<i>MEP</i>	Modelado de: Instalaciones de Agua Potable, Sanitario, Eléctrico y Datos.	Ronny Peña	3D					50%	100%			
<i>Planificación de Obra</i>	Cronograma con simulación visual del proceso constructivo.	Ronny Peña	4D						100%			
<i>Presupuesto</i>	Presupuesto General con mediciones de los modelos.	Ronny Peña	5D						50%	100%		
<i>Entregables</i>	Generar todos los entregables del proyecto: planos, simulaciones etc.	Ronny Peña	Todos							100%		

8.- Documentos de Referencia

British Standard PASS-1192 de Reino Unido.
BIM Essential Guide de Singapur.
BIM Guidelines version 1.6 de University of Southern California de EE. UU.
Estructura BEP impartida por Mgs. Pablo Pinto en el Máster de Gestión de la Construcción.

7.2 Anexo 2. Cuantificación de cantidades de obra

Ítem	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad M. BIM	Cantidad M. Tradicional	% Variación
Subcapítulo: Preliminares					
01	Replanteo Y Nivelación Con Equipo Topográfico	m2	900.00	900.00	0.00%
02	Desbanque A Maquina (Suelo Natural Tipo Sm)	m3	398.95	225.00	77.31%
03	Excavación A Mano	m3	83.72	20.00	318.60%
04	Excavación Manual De Plintos Y Cimientos	m3	162.90	170.00	-4.18%
Subcapítulo: Albañilería					
Ítem	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad M. BIM	Cantidad M. Tradicional	% Variación
05	Sub-Base Compactada Clase 3 Maquinaria Pesada	m3	252.25	225.00	12.11%
06	Hormigón S. F'C= 180 Kg/Cm2 En Replanteo	m3	9.31	10.80	-13.80%
07	Hormigón S. F'C= 210 Kg/Cm2 En Plintos	m3	28.48	29.00	-1.79%
08	Relleno Y Compactado Suelo Natural	m3	87.09	50.00	74.18%
09	Hormigón Ciclópeo En Cimientos F'C=180Kg/Cm2	m3	16.71	18.00	-7.17%
10	Hormigón S. F'C= 210 Kg/Cm2 En Cadenas Incl. Encofrado	m3	11.64	12.00	-3.00%
11	Hormigón S. F'C= 210 Kg/Cm2 En Columnas Incl. Encofrado	m3	19.85	21.00	-5.48%
12	Acero De Refuerzo Fy"4200Kg/Cm2 8-14Mm	Kg	10 620.91	9 600.00	10.63%
13	Acero Estructural	Kg	2 987.55	3 050.00	-2.05%
14	Malla Electrosold. 15X15X5.5 Mm	m2	497.93	550.00	-9.47%
15	Contrapiso H.S. F'C=180 Kg/Cm2 H=8Cm Incl. Empedrado	m2	389.63	420.00	-7.23%
16	Masillado Y Alisado De Piso Mortero 1:3	m2	153.69	160.00	-3.94%

Ítem	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad M. BIM	Cantidad M. Tradicional	% Variación
Subcapítulo: Albañilería					
17	Alisado De Pisos (Incl. Endurecedor)	m2	254.56	250.00	1.82%
18	Mampostería De Ladrillo Común	m2	640.49	600.00	6.75%
19	Enlucido De Paredes	m2	1 479.42	1 200.00	23.29%
20	Hormigón S. F'C= 210 Kg/Cm2 En Losa Incl. Encofrado	m3	10.39	11.00	-5.55%
21	Hormigón S. F'C= 210 Kg/Cm2 En Vigas Incl. Encofrado	m3	17.09	20.00	-14.55%
22	Bloque De Alivianamiento De 15X20X40	u	759.00	780.00	-2.69%
23	Aceras De H.S F'C=180 Kg/Cm2 E=6Cm + 15Cm Subbase Clase 3 Incl.Junta	m2	482.80	450.00	7.29%
24	Bordillo De H.S F'C= 180 Kg/Cm2 H=0.50; Bm=0.20; Bm=0.15 Incl. Encofrado	m	122.32	25.00	389.28%
25	Juntas Simuladas	m	85.50	50.00	71.00%
26	Medias Cañas	m	48.92	50.00	-2.16%
27	Hormigón S. F'C= 210 Kg/Cm2	m3	0.00	2.00	-100.00%
28	Mesón De Hormigón Armado	m	11.97	14.00	-14.50%
29	Dinteles De H. Simple F'C= 210 Kg/Cm2-Incl. Encofrado	m	22.10	50.00	-55.80%

Ítem	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad M. BIM	Cantidad M. Tradicional	% Variación
Subcapítulo: Recubrimientos					
30	Pintura Alto Trafico Pisos	m2	254.56	250.00	1.82%
31	Prov. E Inst. De Cerámica Calidad AAA Para Pisos	m2	153.69	160.00	-3.94%
32	Prov. E Inst. De Cerámica Calidad AAA Para Paredes	m2	101.02	100.00	1.02%
33	Revestimiento Con Granito Importado E=2Cm	m	11.97	14.00	-14.50%
34	Cielo Raso Falso Tipo Fibra Mineral	m2	293.12	300.00	-2.29%
35	Cielo Raso Falso Tipo Gypsum Con Diseño	m2	29.22	30.00	-2.60%
36	Cielo Raso Falso Tipo PVC	m2	59.54	100.00	-40.46%
37	Barredera De Cerámica	m	100.14	50.00	100.28%
38	Empaste Interior	m2	699.81	700.00	-0.03%
39	Pintura Interior Satinada	m2	699.81	700.00	-0.03%

40	Grafiado Exterior	m2	378.20	450.00	-15.96%
41	Cubierta De Galvalumen	m2	312.26	320.00	-2.42%
42	Cumbrero De Galvalumen	m	21.27	22.00	-3.32%
43	Lámina Asfáltica Autoprotegida Al Grofado	m2	36.45	60.00	-39.25%

Ítem	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad M. BIM	Cantidad M. Tradicional	% Variación
Subcapítulo: Carpintería/Metal/Aluminio					
44	Puerta MDF (0.70X1.80M)	u	2.00	2.00	0.00%
45	Puerta MDF (0.90X1.80M)	u	2.00	2.00	0.00%
46	Puerta MDF (0.90*2.10M)	u	6.00	6.00	0.00%
47	Puerta De Aluminio Y Vidrio Arenado (Con Diseño) (0.90*2.10M)	u	1.00	1.00	0.00%
48	Puerta Corrediza Vidrio Templado 10mm Con Riel Superior	m2	13.20	14.00	-5.71%
49	Puerta De Aluminio Y Vidrio 6mm Con Riel Superior	m2	19.74	15.00	31.60%
50	Puerta Automática Eléctrica	u	1.00	1.00	0.00%
51	Ventana De Aluminio Corrediza Incl. Vidrio 4Mm	m2	34.93	57.00	-38.72%
52	Mampara Serie 200 Vidrio 6Mm Con Diseño	m2	59.37	45.00	31.93%
53	Perfiles De Aluminio Cuadrado 1 1/2 X 1 1/2	m	279.36	199.00	40.38%
54	Puerta Metálica Doble Hoja (2.00X2.05M)	u	0.00	1.00	-100.00%
55	Puerta Metálica Tamborada (1.00X2.10M)	u	1.00	1.00	0.00%

Ítem	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad M. BIM	Cantidad M. Tradicional	% Variación
Subcapítulo: Cisterna					
56	Hormigón S. F'C= 210 Kg/Cm2 Para Piso De Cisterna	m3	2.42	1.80	34.44%
57	Hormigón S. F'C= 210 Kg/Cm2 Para Cisterna Incl. Encofrado	m3	7.10	7.00	1.43%
58	Masillado Y Alisado Piso-Mortero 1:3 + Impermeabilizante	m2	9.00	9.00	0.00%
59	Mortero Impermeabilizante Para Cisterna	m2	44.87	43.00	4.35%
60	Enlucido Paleteado Fino-Alisado	m2	44.87	43.00	4.35%
61	Tapa De Acero Inoxidable Para Cisterna	u	1.00	1.00	0.00%
62	Respiraderos Hg De 3"	u	2.00	2.00	0.00%
63	Acometida De Agua	m	59.59	20.00	197.95%

Ítem	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad M. BIM	Cantidad M. Tradicional	% Variación
Subcapítulo: Agua Potable					
64	Bomba 2 Hp Sumergible Con Equipo Eléctrico (Prov-Instó-Accesorios)	u	1.00	1.00	0.00%
65	Calentador Solar De Agua Capacidad 300 Litros	u	2.00	2.00	0.00%
66	Salida De Agua Potable PVC (Presión Roscable D=1/2")-	pto	14.00	14.00	0.00%
67	Salida De Agua Caliente PVC (Presión Roscable D=1/2")-	pto	10.00	10.00	0.00%
68	Tubería PVC 1 1/2" Roscable Incl. Accesorios-	m	15.31	15.00	2.07%
69	Tubería PVC 1" Roscable Agua Fría Incl. Accesorios-	m	27.19	30.00	-9.37%
70	Tubería PVC 3/4" Roscable Agua Fría Incl. Accesorios-	m	17.81	15.00	18.73%
71	Tubería PVC 3/4" Roscable Agua Caliente Incl. Accesorios-	m	57.92	100.00	-42.08%
72	Tubería PVC 1/2" Roscable Agua Fría Incl. Accesorios-	m	5.78	50.00	-88.44%
73	Tubería PVC 1/2" Roscable Agua Caliente Incl. Accesorios-	m	4.14	5.00	-17.20%
74	Toma De Agua De 1/2" Con Llave De Pico	u	2.00	1.00	100.00%

Ítem	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad M. BIM	Cantidad M. Tradicional	% Variación
Subcapítulo: Aparatos Sanitarios					
75	Lavamanos Una Llave Monomando+ Accesorios-	u	4.00	4.00	0.00%
76	Inodoro Tanque (Discapacitados)-	u	2.00	2.00	0.00%
77	Inodoro Tanque Bajo (Prov. E Inst)-	u	2.00	2.00	0.00%
78	Fregadero Acero Inox. 1 pozo Incl Llave Cuello De Ganso Manomando Y Sifon-	u	5.00	5.00	0.00%
79	Espejo Biselado De 4 Lados E=4 Mm (Prov. E Inst)	m2	1.60	8.00	-80.00%
80	Dispensador De Papel Redonda (Prov. E Inst)	u	4.00	2.00	100.00%
81	Dispensador De Jabon Liquido (Prov. E Inst)	u	4.00	2.00	100.00%
82	Secador De Manos Sensor Automatico (Encendido Y Apagado) (Prov. E Inst)	m2	2.00	2.00	0.00%
83	Accesorios De Acero Inoxidable Para Discapacitados	u	2.00	2.00	0.00%

Ítem	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad M. BIM	Cantidad M. Tradicional	% Variación
Subcapítulo: Aguas Servidas					
84	Rejilla De Aluminio 3"	u	3.00	3.00	0.00%
85	Punto Desagüe PVC 75 Mm	pto	12.00	14.00	-14.29%
86	Punto Desagüe PVC 110 Mm	pto	4.00	5.00	-20.00%
87	Tubería PVC 75 Mm Desagüe	m	21.62	50.00	-56.76%
88	Tubería PVC 110 Mm Desagüe	m	51.92	100.00	-48.08%
89	Tubería PVC 160 Mm Desagüe	m	85.41	50.00	70.82%
90	Caja De Revisión	u	2.00	2.00	0.00%
91	Trampa De Grasas	u	1.00	1.00	0.00%

Ítem	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad M. BIM	Cantidad M. Tradicional	% Variación
Subcapítulo: Aguas Lluvias					
92	Caja De Revisión 80X80X80 cm	u	8.00	8.00	0.00%

93	Pozo De Revisión +Cerco+ Tapa Hasta 3m	u	1.00	1.00	0.00%
94	Canalón De Tool	m	42.70	45.00	-5.11%
95	Bajante AA.LL. PVC-D 110 mm	m	45.34	50.00	-9.32%
96	Rejilla Tipo Cúpula	u	2.00	2.00	0.00%

Ítem	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad M. BIM	Cantidad M. Tradicional	% Variación
Subcapítulo: Sistemas Contra Incendios					
97	Bomba 5 Hp Incl. Equipo Eléctrico Y Accesorios	u	1.00	1.00	0.00%
98	Gabinete Contra Incendios	u	1.00	1.00	0.00%
99	Toma Siamesa D=2" De Cobre	u	1.00	1.00	0.00%
100	Tubería Hg 1 1/2" Incl. Accesorios-	m	8.05	10.00	-19.50%
101	Tubería Hg 2 1/2" Incl. Accesorios-	m	29.10	30.00	-3.00%
102	Detector De Humo	u	14.00	14.00	0.00%
103	Estación Manual	u	1.00	1.00	0.00%

Ítem	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad M. BIM	Cantidad M. Tradicional	% Variación
Subcapítulo: Acometida de Alcantarillado					
104	Corte De Asfalto	m	0.00	15.00	-100.00%
105	Rasanteo De Zanja	m2	40.52	50.00	-18.96%
106	Sumidero Incluye Caja - Rejilla Hf B250 (25Kn)	u	0.00	2.00	-100.00%
107	Silla De PVC 200Mm A 250Mm Alcantarillado (Prov-Inst)	u	0.00	2.00	-100.00%
108	Silla De PVC 160Mm A 250Mm Alcantarillado (Prov-Inst)	u	0.00	2.00	-100.00%

Ítem	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad M. BIM	Cantidad M. Tradicional	% Variación
Subcapítulo: Rubros Electrónicos					
109	Fibra Óptica Multimodo 6 Hilos X Mt (Prov-Inst)	m	30.00	90.00	-66.67%
110	Switch 48 Puertos Acceso	u	1.00	1.00	0.00%
111	Ap Internos	u	5.00	5.00	0.00%

112	Sfp (Gbic) 1000 Base Sx	u	2.00	2.00	0.00%
113	Rack De 42 U	u	1.00	1.00	0.00%
114	Organizador Horizontal 2U	u	1.00	1.00	0.00%
115	Multitoma Eléctrica De Rack	u	1.00	1.00	0.00%
116	Punto De Red Simple Certificado Categoría 6A Blindada	pto	25.00	25.00	0.00%

Ítem	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad M. BIM	Cantidad M. Tradicional	% Variación
Subcapítulo: Rubros Eléctricos					
117	Caja De Revisión 90X90 Cm	u	4.00	4.00	0.00%
118	Caja De Revisión 60X60 Cm	u	4.00	3.00	33.33%
119	Canalización 2'' 3 Vías	m	52.33	88.00	-40.53%
120	Canalización 4'' 3 Vías	m	58.24	95.00	-38.69%
121	Malla De Puesta A Tierra Suelda Exotérmica Cond # 1/0 Awg 3,6*3,6 M Para Transformador	u	1.00	1.00	0.00%
122	Malla De Puesta A Tierra Suelda Exotérmica Cond #1/0 Awg 8*8 M	u	1.00	1.00	0.00%
123	Acometida En Media Tensión 3X1/0, Xlpe (2)	m	87.00	90.00	-3.33%
124	Alimentador Bt 2X8(8)10	m	48.81	50.00	-2.38%
125	Alimentador Bt 3X8(8)10	m	48.81	50.00	-2.38%
126	Alimentador Bt (3X1/0) (2)+2 Ttu	m	10.00	10.00	0.00%
127	Centro De Carga De 12 Puntos Trifásico	u	3.00	3.00	0.00%
128	Centro De Carga De 6 Puntos Trifásico	u	6.00	6.00	0.00%
129	Tablero De Distribución Principal Trifásico	u	1.00	1.00	0.00%
130	Bandeja 200X50Mm (Incl.Tapa Y Accesorios)	m	71.04	100.00	-28.96%
131	Salida De Tomacorriente Trifásico (Emt)	pto	4.00	4.00	0.00%
132	Salida De Iluminación (Emt)	pto	65.00	65.00	0.00%
133	Lampara 3X18W Led (Emt) (Prov. E Inst.)	u	41.00	41.00	0.00%
134	Lampara 4X10W Led (Emt) (Prov. E Inst.)	u	13.00	12.00	8.33%

Ítem	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad M. BIM	Cantidad M. Tradicional	% Variación
Subcapítulo: Rubros Eléctricos					
135	Lampara De Emergencia (Prov. E Inst.)	u	4.00	4.00	0.00%
136	Lampara 90W Con Poste 6 M (Prov. E Inst.)	u	4.00	4.00	0.00%
137	Lampara 150W Led Con Brazo (Prov. E Inst.)	u	1.00	1.00	0.00%
138	Apliche De Pared 110V Iluminación Exterior	u	10.00	10.00	0.00%
139	Boquilla Y Foco 18W (Emt) (Prov. E Inst)	u	1.00	2.00	-50.00%
140	Tomacorriente Polarizado Doble 220V (Emt)	u	9.00	9.00	0.00%
141	Tomacorriente Polarizado Doble 110V (Emt)	u	86.00	86.00	0.00%
142	Derivación En Media Tensión	u	1.00	1.00	0.00%
143	Centro De Transformación 45Kva, Padmounted	u	1.00	1.00	0.00%
144	Poste De Hormigón 12M 500Kg	u	1.00	1.00	0.00%
145	Estructura Trifásica Centrada Doble Retención 3Cdt	u	1.00	1.00	0.00%
146	Estructura Trifásica Centrada Retención 3Crt	u	1.00	1.00	0.00%
147	Estructura 1 Vía Vertical Retención De Baja Tensionc/Accesorios (1Er)	u	2.00	2.00	0.00%
148	Estructura 1 Vía Vertical Doble Retención De Baja Tensión Con Accesorios 1Ed	u	2.00	2.00	0.00%
149	Extensión De Red Mt Aérea Acsr (3X2/0)+1/0	m	48.00	45.00	6.67%
150	Estructura Tensor Simple A Tierra En Mt C/Accesorios	u	1.00	1.00	0.00%
151	Pulsador De Emergencia Contra Incendios	u	1.00	1.00	0.00%
152	Ups 15 Kva (Prov. E Inst.)	u	1.00	1.00	0.00%

7.3 Anexo 3. Variación del costo

Ítem	Rubro/Descripción	Precio Global		% Variación
		M. BIM	M. Tradicional	
Subcapítulo: Preliminares				
01	Replanteo Y Nivelación Con Equipo Topográfico	468.00	468.00	0.00%
02	Desbanque A Maquina (Suelo Natural Tipo Sm)	2 445.56	1 379.25	77.31%
03	Excavación A Mano	463.81	110.80	318.60%
04	Excavación Manual De Plintos Y Cimientos	977.40	1 020.00	-4.18%
Subtotal		4 354.77	2 978.05	

Ítem	Rubro/Descripción	Precio Global		% Variación
		M. BIM	M. Tradicional	
Subcapítulo: Albañilería				
05	Sub-Base Compactada Clase 3 Maquinaria Pesada	4 252.94	3 793.50	12.11%
06	Hormigón S. F'C= 180 Kg/Cm2 En Replanteo	1 322.11	1 533.71	-13.80%
07	Hormigón S. F'C= 210 Kg/Cm2 En Plintos	4 471.08	4 552.71	-1.79%
08	Relleno Y Compactado Suelo Natural	478.12	274.50	74.18%
09	Hormigón Ciclópeo En Cimientos F'C=180Kg/Cm2	2 037.12	2 194.38	-7.17%
10	Hormigón S. F'C= 210 Kg/Cm2 En Cadenas Incl. Encofrado	1 878.58	1 936.68	-3.00%
11	Hormigón S. F'C= 210 Kg/Cm2 En Columnas Incl. Encofrado	3 866.58	4 090.59	-5.48%
12	Acero De Refuerzo Fy"4200Kg/Cm2 8-14Mm	20 392.15	18 432.00	10.63%
13	Acero Estructural	10 516.18	10 736.00	-2.05%
14	Malla Electrosold. 15X15X5.5 Mm	2 474.71	2 733.50	-9.47%

15	Contrapiso H.S. F'C=180 Kg/Cm2 H=8Cm Incl. Empedrado	5 824.97	6 279.00	-7.23%
16	Masillado Y Alisado De Piso Mortero 1:3	1 338.64	1 393.60	-3.94%
17	Alisado De Pisos (Incl. Endurecedor)	417.48	410.00	1.82%
18	Mampostería De Ladrillo Común	9 671.40	9 060.00	6.75%
19	Enlucido De Paredes	13 507.10	10 956.00	23.29%
20	Hormigón S. F'C= 210 Kg/Cm2 En Losa Incl. Encofrado	1 946.25	2 060.52	-5.55%
21	Hormigón S. F'C= 210 Kg/Cm2 En Vigas Incl. Encofrado	3 333.23	3 900.80	-14.55%
22	Bloque De Alivianamiento De 15X20X40	629.97	647.40	-2.69%
23	Aceras De H.S F'C=180 Kg/Cm2 E=6Cm + 15Cm Subbase Clase 3 Incl.Junta	9 998.79	9 319.50	7.29%
24	Bordillo De H.S F'C= 180 Kg/Cm2 H=0.50; Bm=0.20; Bm=0.15 Incl. Encofrado	1 938.77	396.25	389.28%
25	Juntas Simuladas	348.84	204.00	71.00%
26	Medias Cañas	102.73	105.00	-2.16%
27	Hormigón S. F'C= 210 Kg/Cm2	0.00	297.32	-100.00%
28	Mesón De Hormigón Armado	502.86	588.14	-14.50%
29	Dinteles De H. Simple F'C= 210 Kg/Cm2-Incl. Encofrado	388.30	878.50	-55.80%
Subtotal		101 638.90	96 773.60	

Ítem	Rubro/Descripción	Precio Global		% Variación
		M. BIM	M. Tradicional	
Subcapítulo: Recubrimientos				
30	Pintura Alto Trafico Pisos	1 402.63	1 377.50	1.82%
31	Prov. E Inst. De Cerámica Calidad AAA Para Pisos	3 829.95	3 987.20	-3.94%

32	Prov. E Inst. De Cerámica Calidad AAA Para Paredes	2 496.20	2 471.00	1.02%
33	Revestimiento Con Granito Importado E=2Cm	1 438.20	1 682.10	-14.50%
34	Cielo Raso Falso Tipo Fibra Mineral	5 833.09	5 970.00	-2.29%
35	Cielo Raso Falso Tipo Gypsum Con Diseño	737.51	757.20	-2.60%
36	Cielo Raso Falso Tipo PVC	1 402.76	2 356.00	-40.46%
37	Barredera De Cerámica	584.82	292.00	100.28%
38	Empaste Interior	1 973.46	1 974.00	-0.03%
39	Pintura Interior Satinada	2 309.37	2 310.00	-0.03%
40	Grafiado Exterior	3 157.97	3 757.50	-15.96%
41	Cubierta De Galvalumen	4 883.75	5 004.80	-2.42%
42	Cumbrero De Galvalumen	239.71	247.94	-3.32%
43	Lamina Asfáltica Autoprotegida Al Grofado	606.53	998.40	-39.25%
Subtotal		30 895.96	33 185.64	

Ítem	Rubro/Descripción	Precio Global		% Variación
		M. BIM	M. Tradicional	
Subcapítulo: Carpintería/Metal/Aluminio				
44	Puerta MDF (0.70X1.80M)	370.48	370.48	0.00%
45	Puerta MDF (0.90X1.80M)	377.24	377.24	0.00%
46	Puerta MDF (0.90*2.10M)	1 186.32	1 186.32	0.00%
47	Puerta De Aluminio Y Vidrio Arenado (Con Diseño) (0.90*2.10M)	200.56	200.56	0.00%
48	Puerta Corrediza Vidrio Templado 10Mm Con Riel Superior	2 703.36	2 867.20	-5.71%
49	Puerta De Aluminio Y Vidrio 6Mm Con Riel Superior	1 677.31	1 274.55	31.60%
50	Puerta Automática Eléctrica	4 130.19	4 130.19	0.00%

51	Ventana De Aluminio Corrediza Incl. Vidrio 4Mm	1 979.83	3 230.76	-38.72%
52	Mampara Serie 200 Vidrio 6Mm Con Diseño	5 947.09	4 507.65	31.93%
53	Perfiles De Aluminio Cuadrado 1 1/2 X 1 1/2	1 592.35	1 134.30	40.38%
54	Puerta Metálica Doble Hoja (2.00X2.05M)	0.00	356.50	-100.00%
55	Puerta Metálica Tamborada (1.00X2.10M)	281.60	281.60	0.00%
Subtotal		20 446.34	19 917.35	

Ítem	Rubro/Descripción	Precio Global		% Variación
		M. BIM	M. Tradicional	
Subcapítulo: Cisterna				
56	Hormigón S. F'C= 210 Kg/Cm2 Para Piso De Cisterna	386.45	287.44	34.44%
57	Hormigón S. F'C= 210 Kg/Cm2 Para Cisterna Incl. Encofrado	1 428.45	1 408.33	1.43%
58	Masillado Y Alisado Piso-Mortero 1:3 + Impermeabilizante	89.82	89.82	0.00%
59	Mortero Impermeabilizante Para Cisterna	422.23	404.63	4.35%
60	Enlucido Paleteado Fino-Alisado	408.77	391.73	4.35%
61	Tapa De Acero Inoxidable Para Cisterna	203.01	203.01	0.00%
62	Respiraderos Hg De 3"	43.04	43.04	0.00%
63	Acometida De Agua	154.93	52.00	197.95%
Subtotal		3 136.70	2 880.00	

Ítem	Rubro/Descripción	Precio Global		% Variación
		M. BIM	M. Tradicional	
Subcapítulo: Agua Potable				
64	Bomba 2 Hp Sumergible Con Equipo Eléctrico (Prov-Inst- Accesorios)	2 351.78	2 351.78	0.00%

65	Calentador Solar De Agua Capacidad 300 Litros	2 644.56	2 644.56	0.00%
66	Salida De Agua Potable PVC (Presión Roscable D=1/2")-	227.22	227.22	0.00%
67	Salida De Agua Caliente PVC (Presión Roscable D=1/2")-	174.30	174.30	0.00%
68	Tubería PVC 1 1/2" Roscable Incl. Accesorios-	184.03	180.30	2.07%
69	Tubería PVC 1" Roscable Agua Fría Incl. Accesorios-	233.56	257.70	-9.37%
70	Tubería PVC 3/4" Roscable Agua Fría Incl. Accesorios-	99.74	84.00	18.73%
71	Tubería PVC 3/4" Roscable Agua Caliente Incl. Accesorios-	328.99	568.00	-42.08%
72	Tubería PVC 1/2" Roscable Agua Fría Incl. Accesorios-	21.56	186.50	-88.44%
73	Tubería PVC 1/2" Roscable Agua Caliente Incl. Accesorios-	18.01	21.75	-17.20%
74	Toma De Agua De 1/2" Con Llave De Pico	31.54	15.77	100.00%
Subtotal		6 315.28	6 711.88	

Ítem	Rubro/Descripción	Precio Global		% Variación
		M. BIM	M. Tradicional	
Subcapítulo: Aparatos Sanitarios				
75	Lavamanos Una Llave Monomando+ Accesorios-	706.36	706.36	0.00%
76	Inodoro Tanque (Discapitados)-	302.16	302.16	0.00%
77	Inodoro Tanque Bajo (Prov. E Inst)-	224.78	224.78	0.00%
78	Fregadero Acero Inox. 1 Pozo Incl Llave Cuello De Ganso Manomando Y Sifon-	1 229.20	1 229.20	0.00%
79	Espejo Biselado De 4 Lados E=4 Mm (Prov. E Inst)	53.14	265.68	-80.00%
80	Dispensador De Papel Redonda (Prov. E Inst)	164.36	82.18	100.00%

81	Dispensador De Jabón Líquido (Prov. E Inst)	143.24	71.62	100.00%
82	Secador De Manos Sensor Automático (Encendido Y Apagado) (Prov. E Inst)	260.42	260.42	0.00%
83	Accesorios De Acero Inoxidable Para Discapacitados	517.36	517.36	0.00%
Subtotal		3 601.02	3 659.76	

Ítem	Rubro/Descripción	Precio Global		% Variación
		M. BIM	M. Tradicional	
Subcapítulo: Aguas Servidas				
84	Rejilla De Aluminio 3"	31.71	31.71	0.00%
85	Punto Desagüe PVC 75 Mm	310.80	362.60	-14.29%
86	Punto Desagüe PVC 110 Mm	122.72	153.40	-20.00%
87	Tubería PVC 75 Mm Desagüe	197.61	457.00	-56.76%
88	Tubería PVC 110 Mm Desagüe	613.69	1 182.00	-48.08%
89	Tubería PVC 160 Mm Desagüe	1 632.19	955.50	70.82%
90	Caja De Revisión	205.86	205.86	0.00%
91	Trampa De Grasas	103.98	103.98	0.00%
Subtotal		3 218.56	3 452.05	

Ítem	Rubro/Descripción	Precio Global		% Variación
		M. BIM	M. Tradicional	
Subcapítulo: Aguas Lluvias				
92	Caja De Revisión 80X80X80 Cm	694.16	694.16	0.00%
93	Pozo De Revisión +Cerco+ Tapa Hasta 3M	605.08	605.08	0.00%
94	Canalón De Tool	678.08	714.60	-5.11%

95	Bajante AA.LL. PVC-D 110 Mm	368.16	406.00	-9.32%
96	Rejilla Tipo Cúpula	32.70	32.70	0.00%
Subtotal		2 378.18	2 452.54	

Ítem	Rubro/Descripción	Precio Global		% Variación
		M. BIM	M. Tradicional	
Subcapítulo: Sistemas Contra Incendios				
97	Bomba 5 Hp Incl. Equipo Eléctrico Y Accesorios	2 940.11	2 940.11	0.00%
98	Gabinete Contra Incendios	536.98	536.98	0.00%
99	Toma Siamesa D=2" De Cobre	273.73	273.73	0.00%
100	Tubería Hg 1 1/2" Incl. Accesorios-	107.87	134.00	-19.50%
101	Tubería Hg 2 1/2" Incl. Accesorios-	864.85	891.60	-3.00%
102	Detector De Humo	780.22	780.22	0.00%
103	Estación Manual	24.70	24.70	0.00%
Subtotal		5 528.46	5 581.34	

Ítem	Rubro/Descripción	Precio Global		% Variación
		M. BIM	M. Tradicional	
Subcapítulo: Acometida de Alcantarillado				
104	Corte De Asfalto	0.00	39.90	-100.00%
105	Rasanteo De Zanja	37.28	46.00	-18.96%
106	Sumidero Incluye Caja - Rejilla Hf B250 (25Kn)	0.00	483.88	-100.00%
107	Silla De PVC 200Mm A 250Mm Alcantarillado (Prov-Inst)	0.00	107.02	-100.00%
108	Silla De PVC 160Mm A 250Mm Alcantarillado (Prov-Inst)	0.00	113.92	-100.00%
Subtotal		37.28	790.72	

Ítem	Rubro/Descripción	Precio Global		% Variación
		M. BIM	M. Tradicional	
Subcapítulo: Rubros Electrónicos				
109	Fibra Óptica Multimodo 6 Hilos X Mt (Prov-Inst)	900.00	2 700.00	-66.67%
110	Switch 48 Puertos Acceso	4 219.66	4 219.66	0.00%
111	Ap. Internos	7 515.70	7 515.70	0.00%
112	Sfp (Gbic) 1000 Base Sx	800.06	800.06	0.00%
113	Rack De 42 U	1 000.85	1 000.85	0.00%
114	Organizador Horizontal 2U	30.28	30.28	0.00%
115	Multitoma Eléctrica De Rack	40.28	40.28	0.00%
116	Punto De Red Simple Certificado Categoría 6A Blindada	3 757.75	3 757.75	0.00%
Subtotal		18 264.58	20 064.58	

Ítem	Rubro/Descripción	Precio Global		% Variación
		M. BIM	M. Tradicional	
Subcapítulo: Rubros Eléctricos				
117	Caja De Revisión 90X90 Cm	347.08	347.08	0.00%
118	Caja De Revisión 60X60 Cm	252.20	189.15	33.33%
119	Canalización 2'' 3 Vias	542.70	912.56	-40.53%
120	Canalización 4'' 3 Vias	1 691.87	2 759.75	-38.69%
121	Malla De Puesta A Tierra Suelda Exotérmica Cond # 1/0 AWG 3,6*3,6 M Para Transformador	522.32	522.32	0.00%
122	Malla De Puesta A Tierra Suelda Exotérmica Cond #1/0 AWG 8*8 M	1 681.61	1 681.61	0.00%
123	Acometida En Media Tensión 3X1/0, Xlpe (2)	3 031.95	3 136.50	-3.33%
124	Alimentador Bt 2X8(8)10	425.62	436.00	-2.38%
125	Alimentador Bt 3X8(8)10	480.29	492.00	-2.38%
126	Alimentador Bt (3X1/0) (2)+2 Ttu	378.70	378.70	0.00%

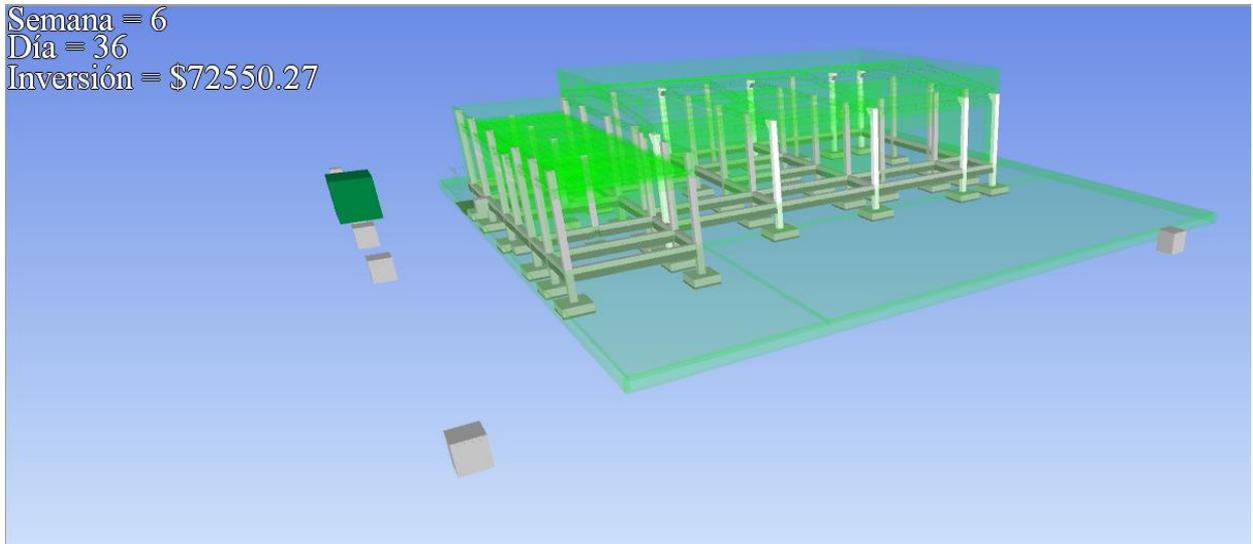
127	Centro De Carga De 12 Puntos Trifásico	712.29	712.29	0.00%
128	Centro De Carga De 6 Puntos Trifásico	1 205.04	1 205.04	0.00%
129	Tablero De Distribución Principal Trifásico	670.00	670.00	0.00%
130	Bandeja 200X50Mm (Incl.Tapa Y Accesorios)	1 153.69	1 624.00	-28.96%
131	Salida De Tomacorriente Trifásico (Emt)	549.92	549.92	0.00%
132	Salida De Iluminación (Emt)	2 423.20	2 423.20	0.00%
133	Lampara 3X18W Led (Emt) (Prov. E Inst.)	2 453.03	2 453.03	0.00%
134	Lampara 4X10W Led (Emt) (Prov. E Inst.)	688.09	635.16	8.33%
135	Lampara De Emergencia (Prov. E Inst.)	217.00	217.00	0.00%
136	Lampara 90W Con Poste 6 M (Prov. E Inst.)	2 786.60	2 786.60	0.00%
137	Lampara 150W Led Con Brazo (Prov. E Inst.)	780.62	780.62	0.00%
138	Apliche De Pared 110V Iluminación Exterior	403.40	403.40	0.00%
139	Boquilla Y Foco 18W (Emt) (Prov. E Inst)	8.60	17.20	-50.00%
140	Tomacorriente Polarizado Doble 220V (Emt)	605.79	605.79	0.00%
141	Tomacorriente Polarizado Doble 110V (Emt)	3 225.86	3 225.86	0.00%
142	Derivación En Media Tensión	1 371.34	1 371.34	0.00%
143	Centro De Transformación 45Kva, Padmounted	5 143.82	5 143.82	0.00%
144	Poste De Hormigón 12M 500Kg	697.12	697.12	0.00%
145	Estructura Trifásica Centrada Doble Retension 3Cdt	794.44	794.44	0.00%
146	Estructura Trifásica Centrada Retension 3Crt	495.44	495.44	0.00%
147	Estructura 1 Via Vertical Retención De Baja Tensión/Accesorios (1Er)	41.96	41.96	0.00%
148	Estructura 1 Via Vertical Doble Retención De Baja Tension Con Accesorios 1Ed	41.96	41.96	0.00%
149	Extensión De Red Mt Aerea Acsr (3X2/0)+1/0	1 142.88	1 071.45	6.67%

150	Estructura Tensor Simple A Tierra En Mt C/Accesorios	37.12	37.12	0.00%
151	Pulsador De Emergencia Contra Incendios	87.19	87.19	0.00%
152	Ups 15 Kva (Prov. E Inst.)	10 154.83	10 154.83	0.00%
Subtotal		47 245.57	49 101.45	
TOTAL		247061.58	247548.96	-0.20%

7.4 Anexo 4. Simulación del proceso constructivo BIM 5D

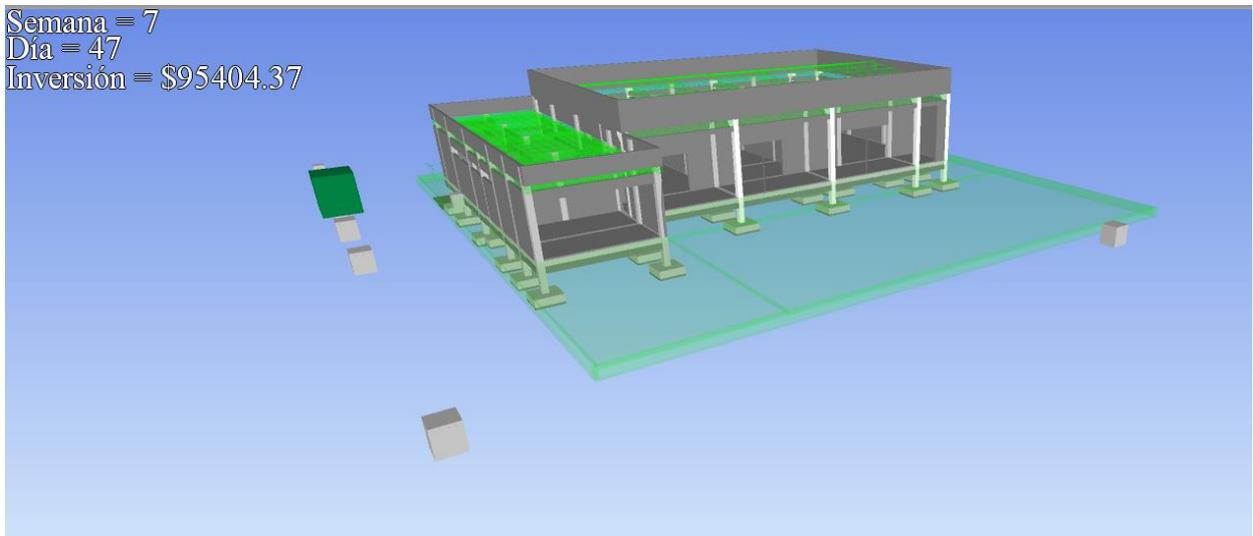
Ejecución de la cimentación, cadenas, vigas y columnas

Semana = 6
Día = 36
Inversión = \$72550.27



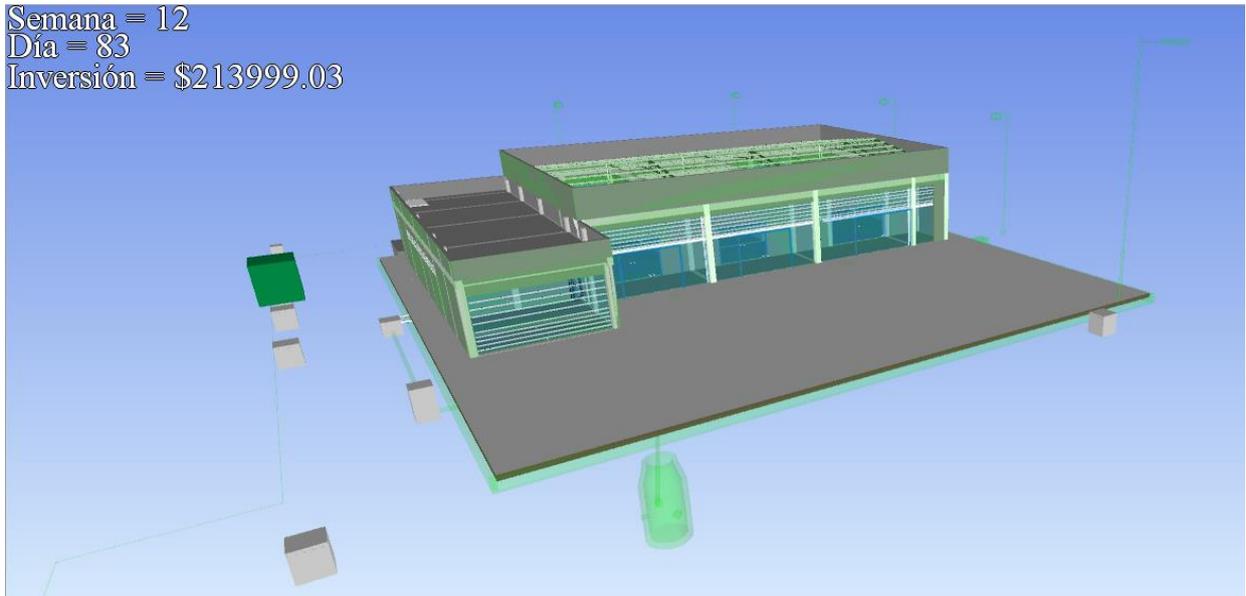
Realización de pisos, divisiones de mampostería, preparación de losa y estructura metálica

Semana = 7
Día = 47
Inversión = \$95404.37



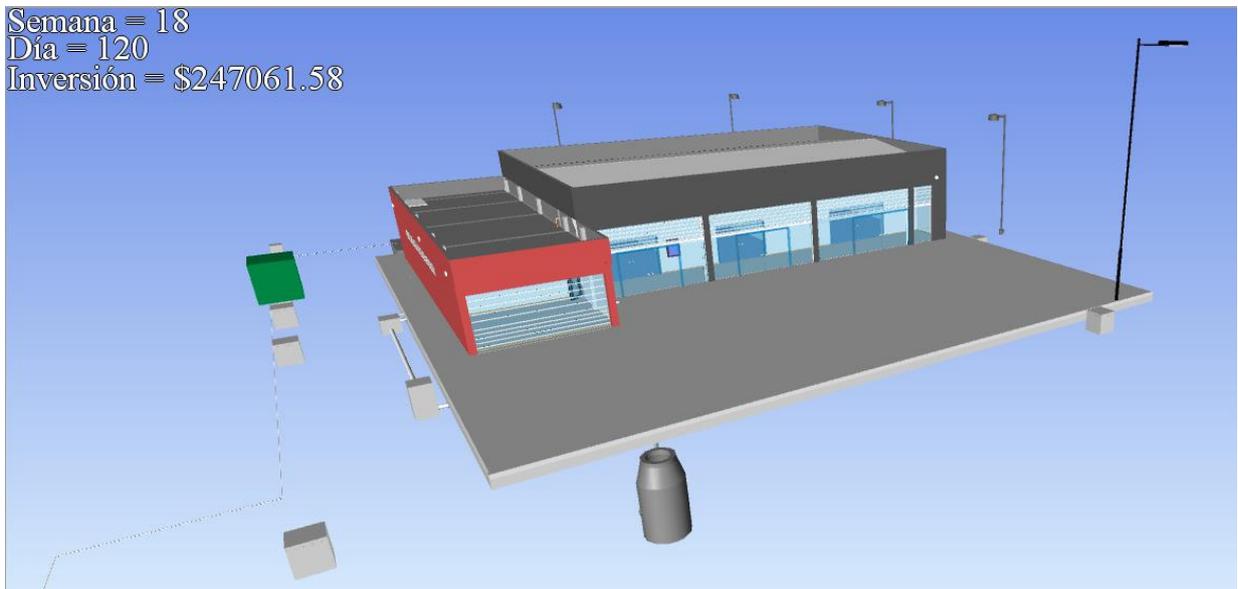
Realización de las instalaciones, colocación de puertas y ventanas

Semana = 12
Día = 83
Inversión = \$213999.03



Ejecución de acabados: cubierta, pintura interior y exterior, revestimientos en pisos y paredes y cielo raso

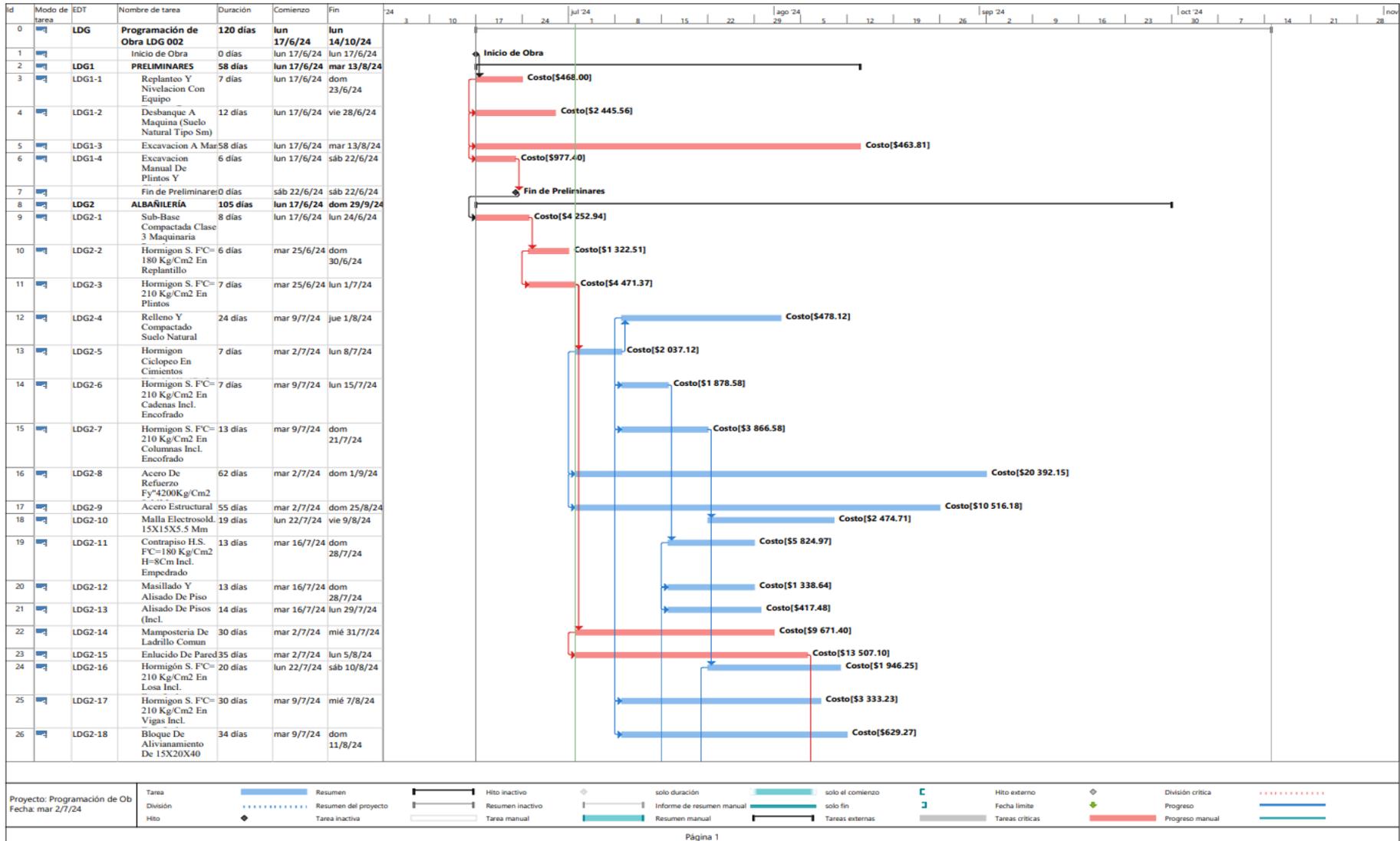
Semana = 18
Día = 120
Inversión = \$247061.58

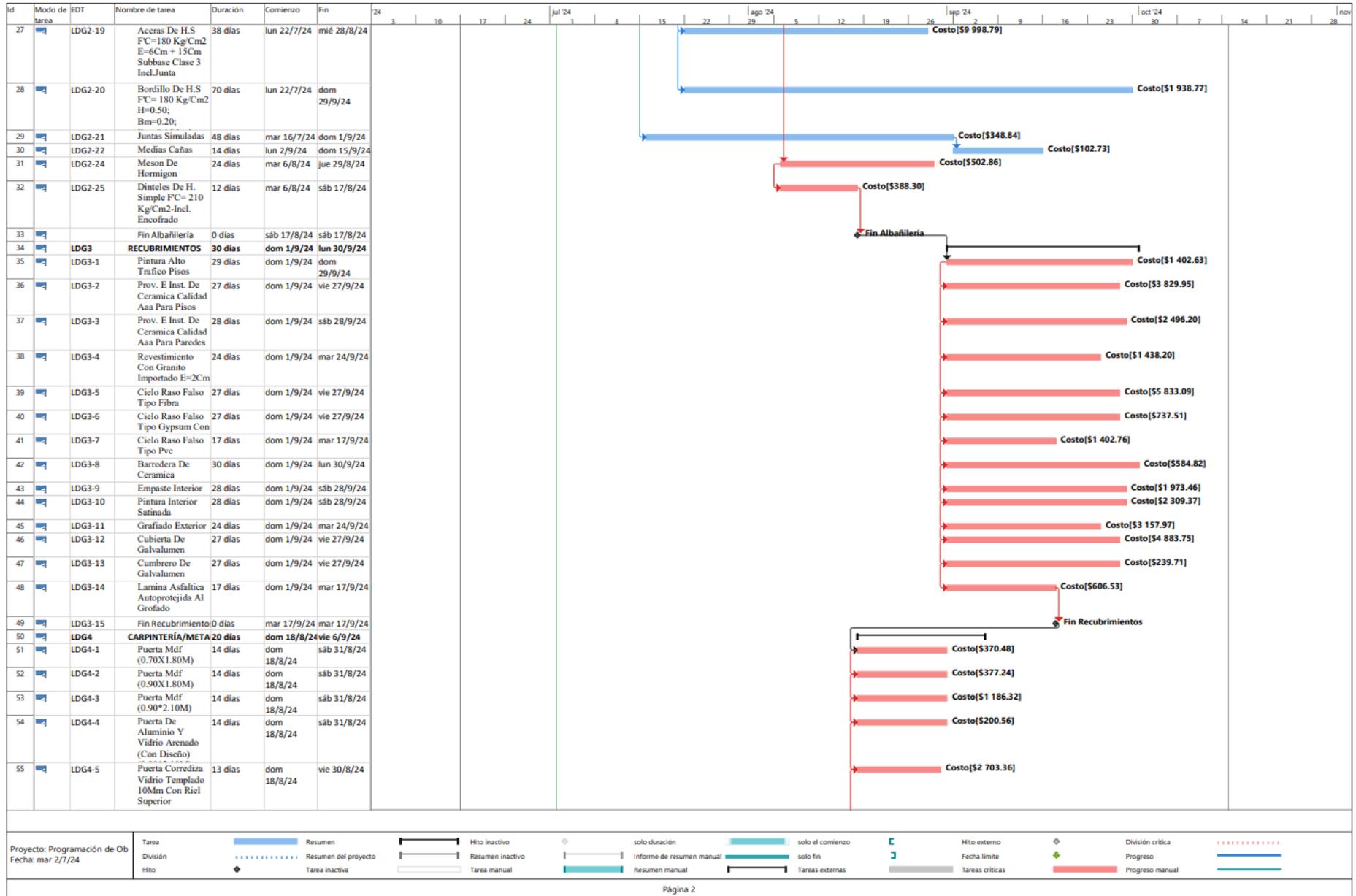


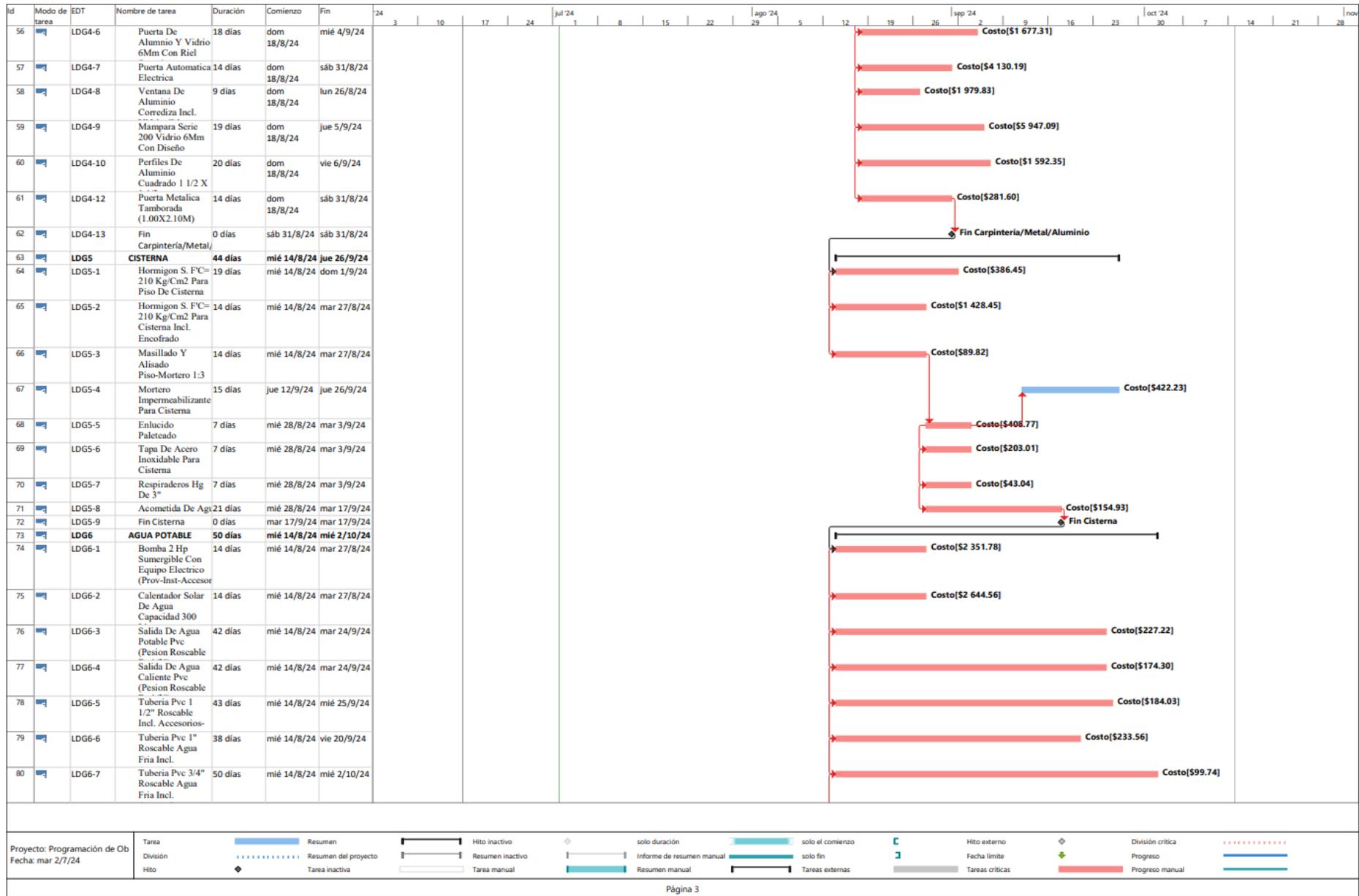
Para acceder a la simulación 5D completa visitar el siguiente link:

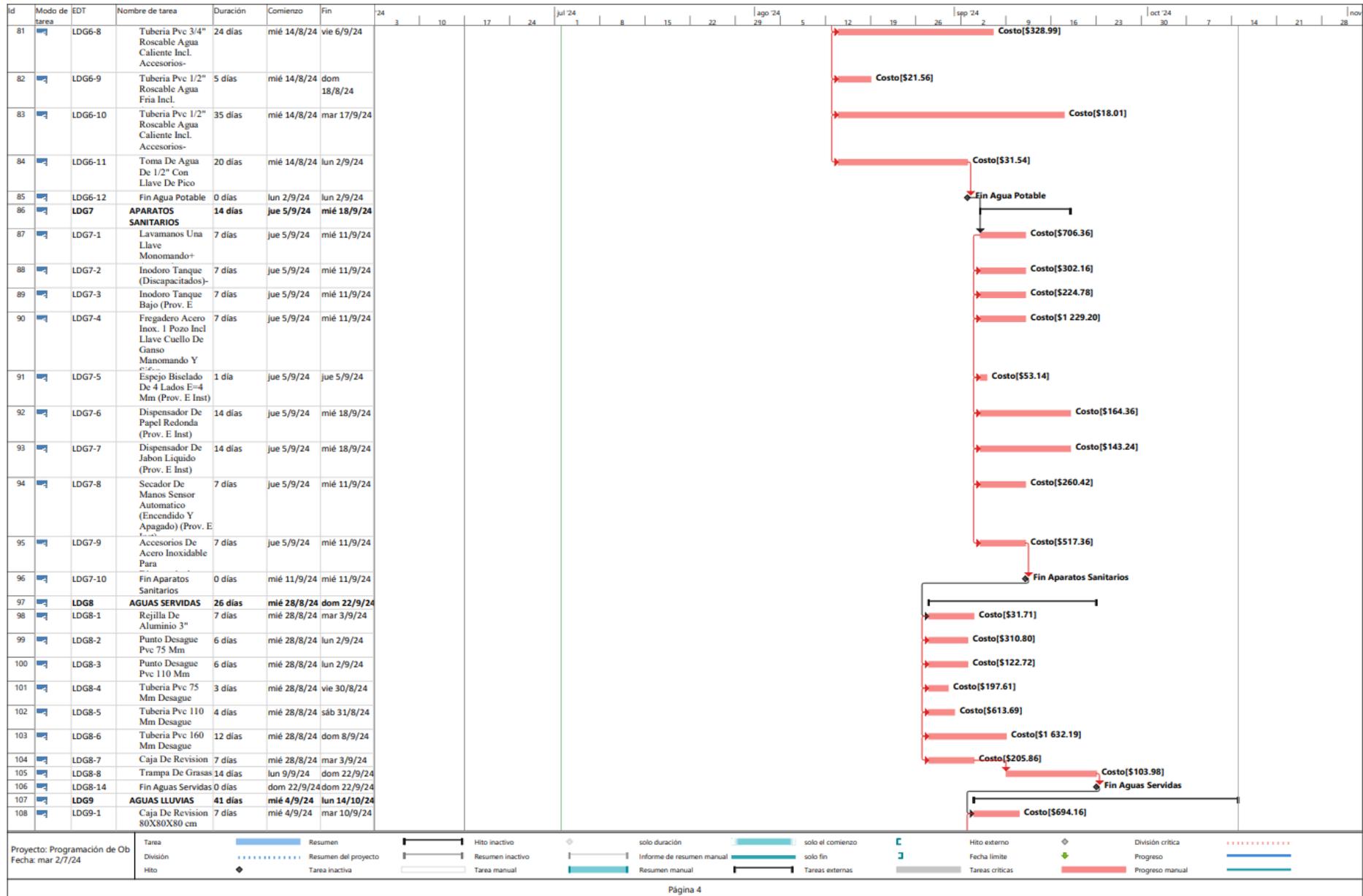
https://drive.google.com/file/d/1ag2cc7_rSeKr1_CTFmfJ7VzCyciXFIYK/view?usp=sharing

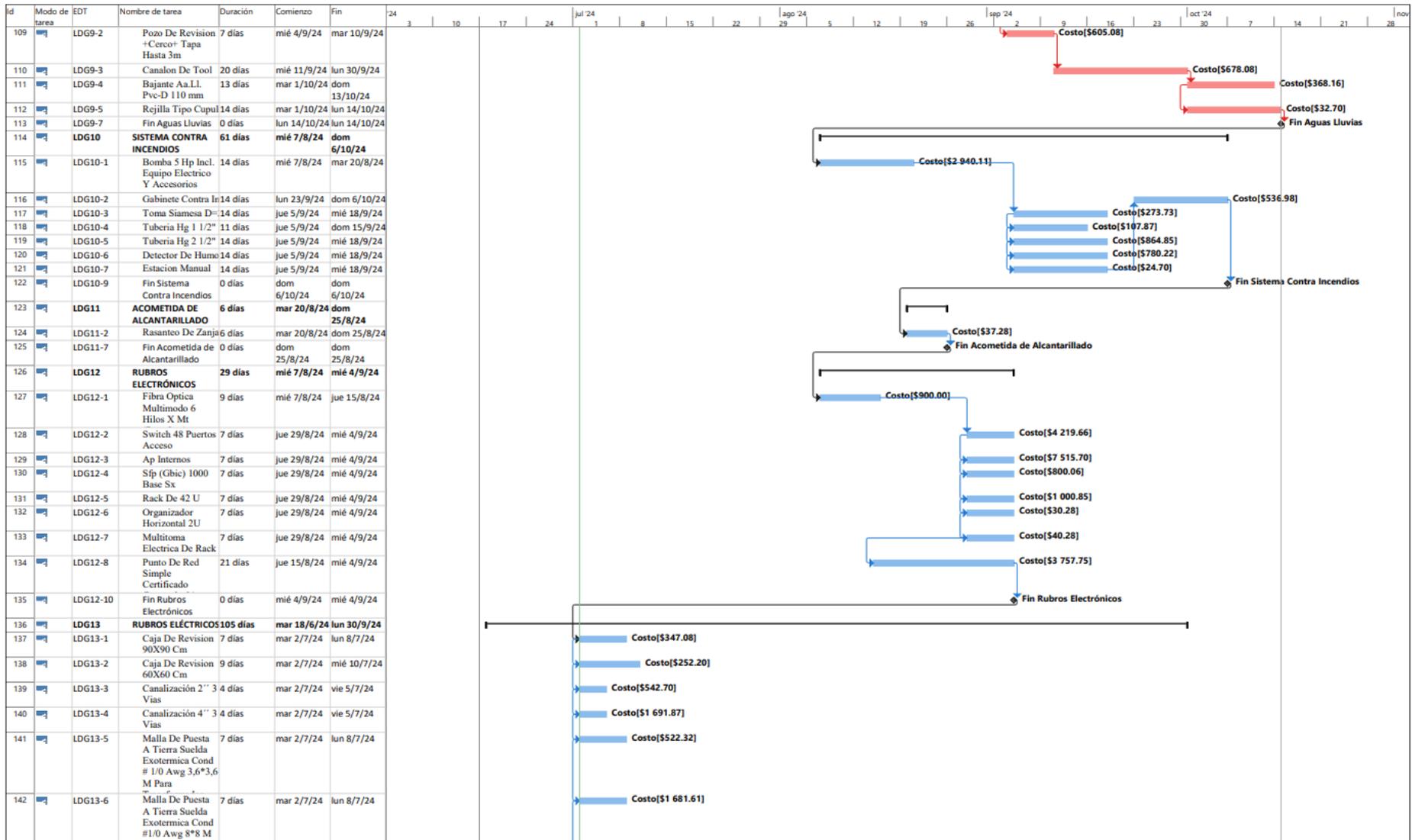
7.5 Anexo 5. Diagrama de Gantt





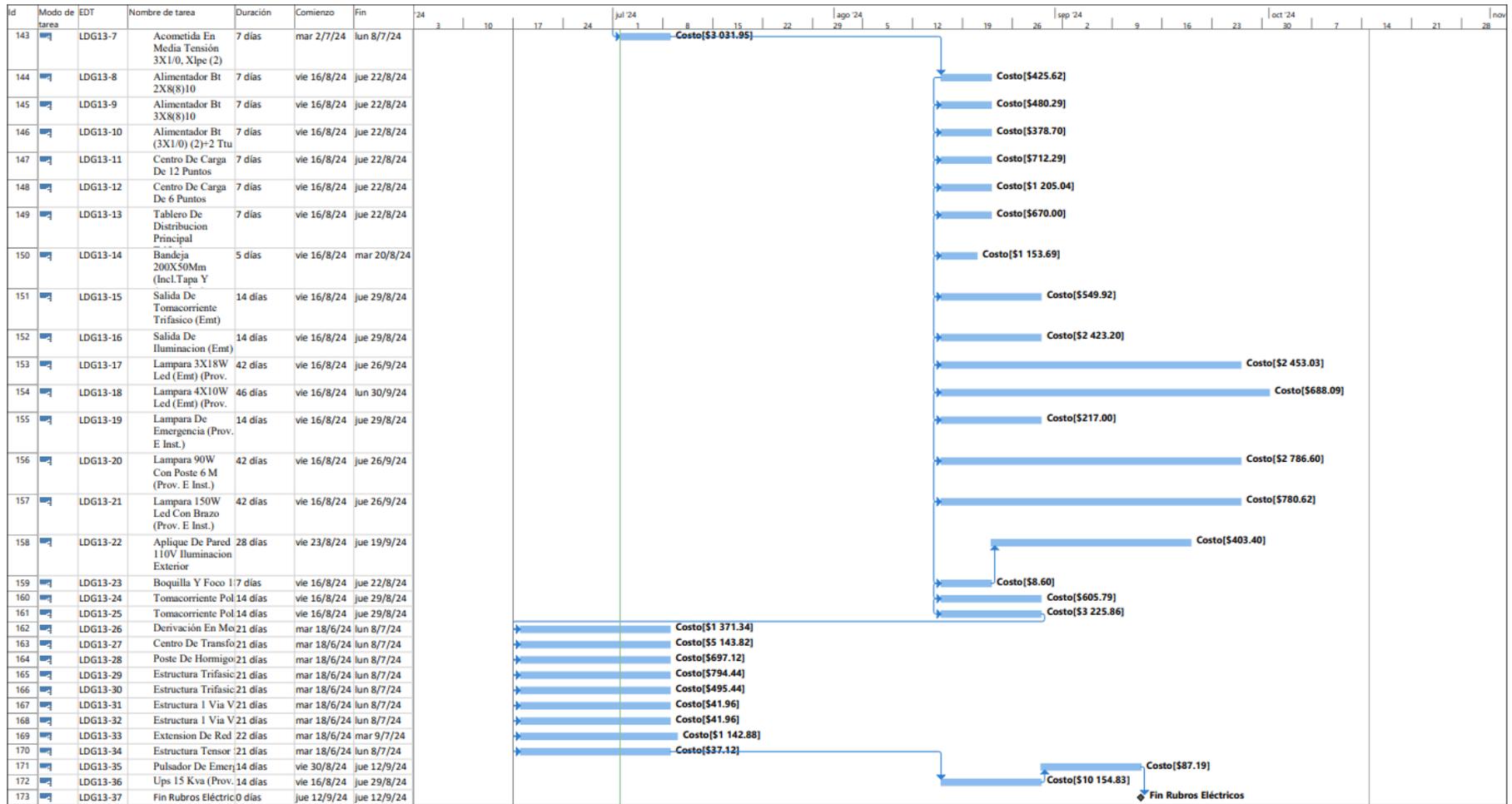






Proyecto: Programación de Ob
 Fecha: mar 2/7/24

Resumen	Hitos inactivos	solo duración	solo el comienzo	Hitos externos	División crítica
Resumen del proyecto	Resumen inactivo	Informe de resumen manual	solo fin	Fecha límite	Progreso
Hitos	Tarea manual	Resumen manual	Tareas externas	Tareas críticas	Progreso manual

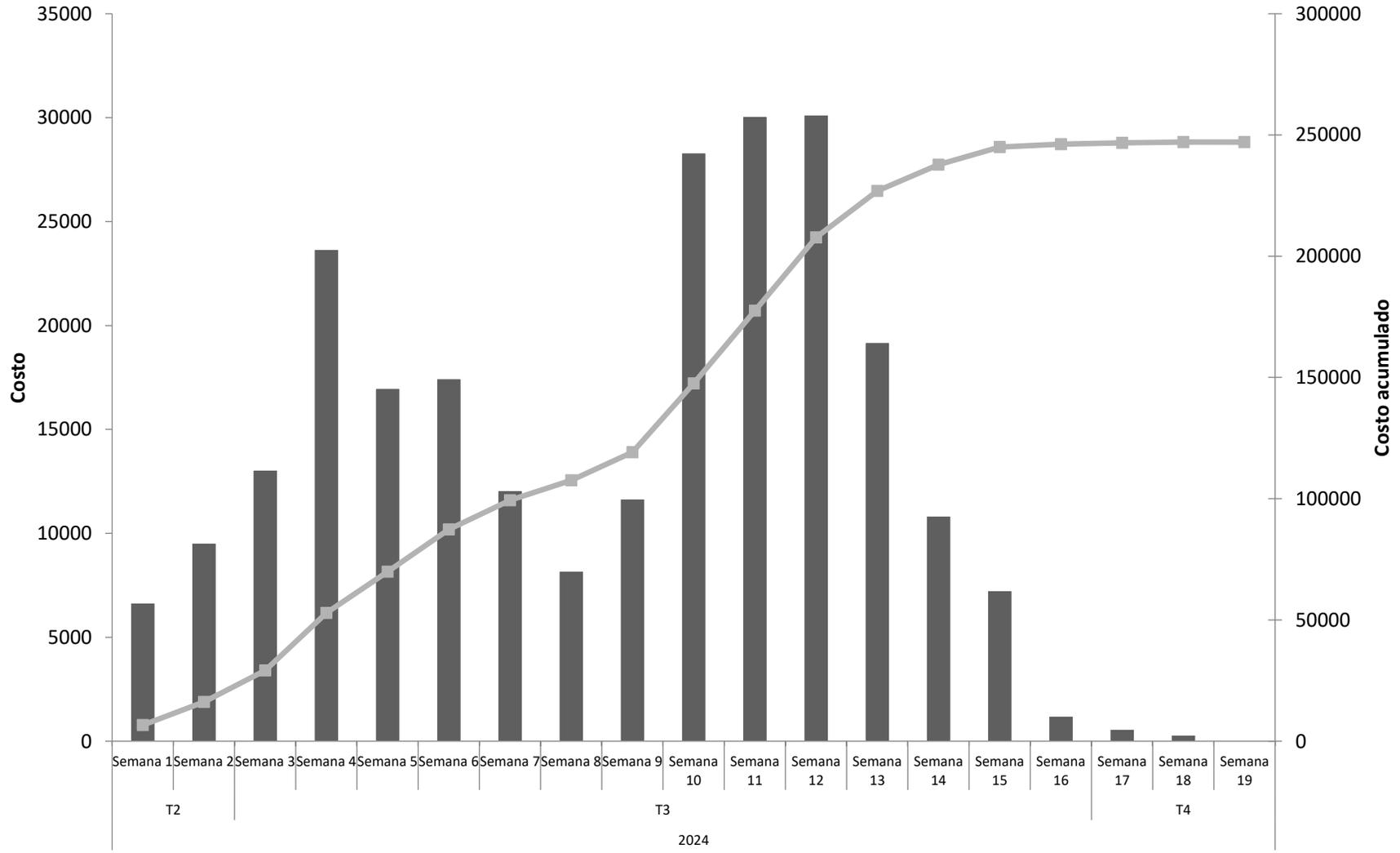


Proyecto: Programación de Ob
 Fecha: mar 2/7/24

Resumen	Hito inactivo	solo duración	solo el comienzo	Hito externo	División crítica
Resumen del proyecto	Resumen inactivo	Informe de resumen manual	solo fin	Fecha límite	Progreso
Tarea inactiva	Tarea manual	Resumen manual	Tareas externas	Tareas críticas	Progreso manual

Curva de Inversión

■ Costo ■ Costo acumulado



7.6 Anexo 6. Planos recopilados del proyecto

