

Project Budgeting with BIM and Traditional Methodology in Peru

Orlando Edilberto Llajaruna López, Bachiller¹ , Rubén Ronaldo Requena Vera, Bachiller¹  Josualdo Carlos Villar Quiroz, Maestro¹  Karina Jacqueline Cárdenas-Rodríguez, Maestra¹  Flor Alicia Calvanapon-Alva, Doctora¹ 

¹ Universidad Privada del Norte, Perú, N00131659@upn.pe, N00099642@upn.pe, josualdo.villar@upn.edu.pe, karina.cardenas@upn.edu.pe, flor.calvanapon@upn.pe

Abstract– The present research was carried out in Peru, comparing the budget of the multifamily project of a construction company with BIM and traditional methodology, for the realization of the article a non-experimental, descriptive design was used, considering as population and sample a multifamily project of Constructora Galilea with traditional and BIM methodology, data collection was carried out through the documentary review technique, the instrument used was the matrix of categories, to analyze the data used descriptive statistics, the problem arises from the budget of the multifamily project of Constructora Galilea which was prepared using traditional methodologies to be compared with the same budget but prepared using the BIM methodology in order to exploit its benefits such as the optimization of resources and costs, the budget prepared using the traditional methodology resulted in a total of S/. 1,238,541.36 while the budget elaborated using the BIM methodology was S/. 1,096,844.25, it was possible to compare the budget of the multifamily project of the Galilea construction company with BIM and traditional methodologies resulting in an optimization of 11.44% in costs in favor of the BIM methodology.

Keywords-- Budget, Building Information Modeling, traditional methodology, multifamily.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Presupuesto de un Proyecto con BIM y Metodología Tradicional en el Perú

Orlando Edilberto Llajaruna López, Bachiller¹ , Rubén Ronaldo Requena Vera, Bachiller¹ , Josualdo Carlos Villar Quiroz, Maestro¹ , Karina Jacqueline Cárdenas-Rodríguez, Maestra¹ , Flor Alicia Calvanapon-Alva, Doctora¹ 

¹ Universidad Privada del Norte, Perú, N00131659@upn.pe, N00099642@upn.pe, josualdo.villar@upn.edu.pe, karina.cardenas@upn.edu.pe, flor.calvanapon@upn.pe

Resumen- La presente investigación se realizó en el Perú, comparando el presupuesto del proyecto multifamiliar de una empresa constructora con metodología BIM y tradicional, para la realización del artículo se utilizó un diseño no experimental, descriptivo, considerando como población y muestra un proyecto multifamiliar de Constructora Galilea con metodología tradicional y BIM, la recolección de datos se realizó a través de la técnica de revisión documental, el instrumento utilizado fue la matriz de categorías, para analizar los datos se utilizó estadística descriptiva, el problema surge a partir del presupuesto del proyecto multifamiliar de Constructora Galilea el cual fue elaborado utilizando metodologías tradicionales para ser comparado con el mismo presupuesto pero elaborado utilizando la metodología BIM con la finalidad de aprovechar sus beneficios como la optimización de recursos y costos, el presupuesto elaborado utilizando la metodología tradicional dio como resultado un total de S/. 1,238,541.36 mientras que el presupuesto elaborado utilizando la metodología BIM fue de S/. 1,096,844.25, se pudo comparar el presupuesto del proyecto multifamiliar de la constructora Galilea con metodologías BIM y tradicional resultando una optimización de 11.44% en costos a favor de la metodología BIM.

Palabras clave-- Presupuesto, Building Information Modeling, metodología tradicional, multifamiliar.

I. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción está integrando sistemas de información (TI) con la finalidad de incrementar la productividad y efectividad en sus proyectos manteniendo la integridad de los parámetros básicos como tiempo, calidad y costo. A su vez dicha industria ha denotado un crecimiento notable en la última década, lo que a su vez genera más movimiento económico, por tal motivo es relevante la importancia en asegurar la rentabilidad de los proyectos. Es Building Information Modeling (BIM) una metodología enfocada en integrar información a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto teniendo como una de sus principales ventajas la optimización de presupuestos sin comprometer la calidad [1].

En China, como uno de los países más grandes en el sector construcción, distintos profesionales concluyen que los presupuestos son más exactos mediante la adopción de la metodología BIM, gracias a la reducción de incongruencias de diseño, la disminución de retrabajos, la optimización de

tiempos del proyecto, mejora en los flujos de trabajo, y a la interoperabilidad de las distintas partes al momento de elaborar el proyecto, Jin et. al [2].

En el Perú, los presupuestos de los distintos proyectos de construcción dependen de una serie de documentos elaborados durante la fase de diseño, licitación y constantemente actualizados durante la construcción, documentos desarrollados mediante metodologías tradicionales los cuales presentan deficiencias, conflictos entre sí, falta de coordinación interdisciplinaria, errores de constructibilidad, mala interpretación por presentación en planos 2D, entre otros. Los documentos antes mencionados son los planos, metrados, cronograma y especificaciones técnicas, los cuales, al ser elaborados de forma independiente, presentan los inconvenientes mencionados anteriormente, Bances y Falla [3].

En la actualidad existen múltiples proyectos multifamiliares, los cuales están detenidos por suspensiones temporales por gastos no contemplados debido a la deficiencia en la formulación del proyecto en la etapa de diseño, planificación, presupuesto y normatividad, Ramírez [4]. El Instituto Peruano de Economía [5], informó que los gobiernos locales no ejecutaron 40% de los recursos, pues no logran pasar la etapa de elaboración Expediente técnico, el cual presenta excesivas incompatibilidades e incertidumbres entre las especialidades, que trae como problema la elaboración de un presupuesto inexacto que generará a futuro, prestaciones adicionales de obra y suspensiones innecesarios por consultas que se hacen al proyectista.

Por tanto, el principal problema que se afronta en la etapa de cualquier proyecto son los presupuestos deficientes y la mala planeación económica de los gastos que sufrirá un proyecto a lo largo de su ejecución y de su mantenimiento, cuyas causas varían en un inicio por el empleo de metodologías tradicionales, realización de metrados manuales, mala integración de las especialidades y los cambios que no son compatibilizados por las distintas revisiones que sufre el proyecto en etapa de diseño.

Ya existe múltiple evidencia de los beneficios que se obtienen al emplear la metodología BIM en proyectos de construcción, específicamente de infraestructuras

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

multifamiliares de la Constructora Galilea, frente a metodologías tradicionales basadas en planos 2D con diferentes archivos y documentos desvinculados que, a medida que se afinan detalles en el proyecto, es más complicado ejercer un control entre su compatibilidad sobre ellos. La metodología BIM se viene empleando en distintos proyectos del sector construcción en países desarrollados, donde ha demostrado un incremento en la eficiencia del sector, por lo que su implementación traería beneficio tanto a las entidades públicas como privadas, desde el punto de vista económico, en países que aún se resisten a la evolución natural de la forma de gestionar los proyectos de construcción.

En el plano nacional existe una serie de documentos, decretos y normativas impulsados por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) [6] por exigir la implementación de la metodología BIM en los proyectos públicos de construcción, a las empresas postulantes a las licitaciones, ya que gracias a la interoperabilidad con las que se manejan los proyectos, al aseguramiento de la constructibilidad de los mismos, y a la transparencia y precisión de los gastos, ha permitido poder controlar los distintos proyectos tanto desde un punto de vista técnico como presupuestal. Por tal motivo, la presente investigación sirve como un antecedente para el proceso del MEF [6] de lograr la implementación BIM en los todos proyectos públicos de construcción.

La resistencia al cambio siempre ha sido una limitante para las herramientas emergentes como la metodología BIM, debido a que durante muchos años los profesionales se han adecuado a la metodología tradicional, sin embargo, en la actualidad cada día los proyectos en el sector construcción se han vuelto más complejos, involucrando más especialidades, optimizando espacios y buscando siempre la reducción de los costos para generar rentabilidad, para lo cual BIM se presenta como una oportunidad de solucionar las complicaciones generadas por las exigencias actuales de los distintos proyectos del sector. La presente investigación pretende generar necesidad de la implementación BIM gracias a sus beneficios aplicativos que implica, traducéndose finalmente en optimización presupuestal.

La presente investigación es una tesis comparativa que aborda el empleo de la metodología BIM desde el punto de vista presupuestal. En un inicio, mediante la técnica del análisis documental, se consigue entender el flujo de trabajo de la constructora Galilea. Luego esa información se ordenará y sintetizará para determinar los pro y contras de la metodología tradicional. Los términos y definiciones que se emplean para el desarrollo de esta investigación son resultado de una revisión documental de tesis y artículos, los cuales han sido ordenados por fecha, relevancia, origen y autor; se ha utilizado una plataforma colaborativa virtual llamada Dropbox, para que los participantes de este artículo tengan acceso a las fuentes. Para el análisis comparativo se ha desarrollado fichas de recolección y comparación de *datos*,

basada en investigaciones que se han dedicado a identificar las principales interferencias entre especialidades, consultas que hay en obra sobre el proyecto que pudieron ser contempladas en la fase de planeación y las incompatibilidades más comunes que generan una variación del presupuesto, donde bondades de la metodología BIM permiten predecirlas.

La presente investigación tiene como objetivo comparar el presupuesto del proyecto multifamiliar de la Constructora Galilea con metodologías tradicional. Y se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Obtener el presupuesto tradicional del proyecto a partir de la información documental del proyecto elaborado con metodologías tradicionales.
- Identificar las interferencias entre las especialidades desde la compatibilización del modelo BIM.
- Determinar un costo potencial promedio de las interferencias detectada en la compatibilización del modelo BIM.
- Establecer un costo de los insumos no contemplados en el presupuesto a partir de la cuantificación de materiales del modelo BIM de las distintas partidas que involucra el proyecto.
- Determinar un presupuesto tradicional pragmático, adicionando los posibles adicionales y recursos no presupuestados al presupuesto inicial planteado.
- Precisar un presupuesto BIM elaborado mediante su metodología.

II. METODOLOGÍA

La presente investigación se ha clasificado según el propósito de tipo aplicada, pues emplea conocimientos existentes del área de estudio, según el diseño es no experimental de tipo transversal, al no manipularse las variables y al desarrollarse en un solo periodo de tiempo y según el nivel se clasifica como descriptiva comparativa.

La tabla I, muestra cómo se desarrolló el diseño de la investigación.

TABLA I
ESQUEMA DE INVESTIGACIÓN

Estudio	Tiempo
M: Proyecto de infraestructura multifamiliar de la Constructora Galilea, Huanchaco, 2022	O: Situación favorable para los presupuestos elaborados con metodologías BIM y tradicional

M: Muestra
O: Observación

Población y Muestra.

Un proyecto multifamiliar de la constructora Galilea con metodología tradicional, Huanchaco 2022.

Técnica de recolección de datos.

Para la recolección de datos se usó la técnica de la revisión documental, puesto que se hará un análisis exhaustivo de la información de un proyecto multifamiliar desarrollado por una constructora con metodología tradicional y luego de un modelo, desarrollado con softwares que aplican la metodología BIM que también permita obtener el presupuesto, y ante esto se realiza la comparación entre los presupuestos obtenidos.

Como instrumentos se emplearon dos matrices de recolección de datos, la primera denominada ficha de datos presupuestales: Permitted recolectar y ordenar los presupuestos de ambas metodologías, ya sea por especialidad, prestaciones adicionales, coste de materiales no contemplados. La segunda matriz, denominada ficha de requisitos de la información para el modelo, la cual se basa en la partir de la guía nacional BIM, nos permite seleccionar los usos a emplear según los objetivos planteados, especificar el nivel de desarrollo de LOD y la dimensión que comprende, también abarca un orden de los documentos CAD a emplear para iniciar la etapa de modelado.

Instrumento de recolección de datos.

En la etapa inicial, los instrumentos de recolección de datos requeridos son softwares con los que se trabaja comúnmente: AutoCAD, Excel; luego, para desarrollar la investigación se requiere adquirir los softwares BIM, tales son Revit, Navisworks, y como un entorno común de datos se usó el Dropbox, estos programas requieren un hardware con características mínimas en procesador, memoria RAM y tarjeta de video.

Procedimiento.

La figura I, muestra el desarrollo lógico de la investigación, en un inicio se realiza una revisión documental para ordenar y sintetizar la información existente y obtener un presupuesto tradicional, hay haber conseguido la información CAD, se desarrolla el modelado de las especialidades, con ello crear un ciclo iterativo en el cual se revisara las interferencias existente y se procederá a su solución y eliminación, para tener un modelo final del cual se obtendrá la documentación requerida para una presupuesto BIM, En la etapa de comparación se pondrá énfasis en desarrollar un presupuesto pragmático, el cual se refiere a suponer un costo potencial a futuro de las interferencias y los insumos no contemplados en el presupuesto inicial.

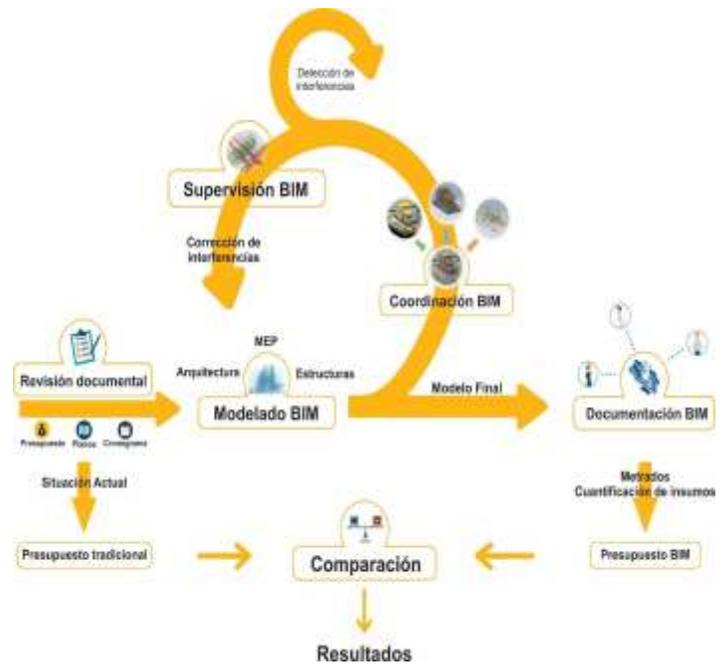


Fig.1 Mapa Sinóptico de Desarrollo de la Investigación

III. RESULTADOS

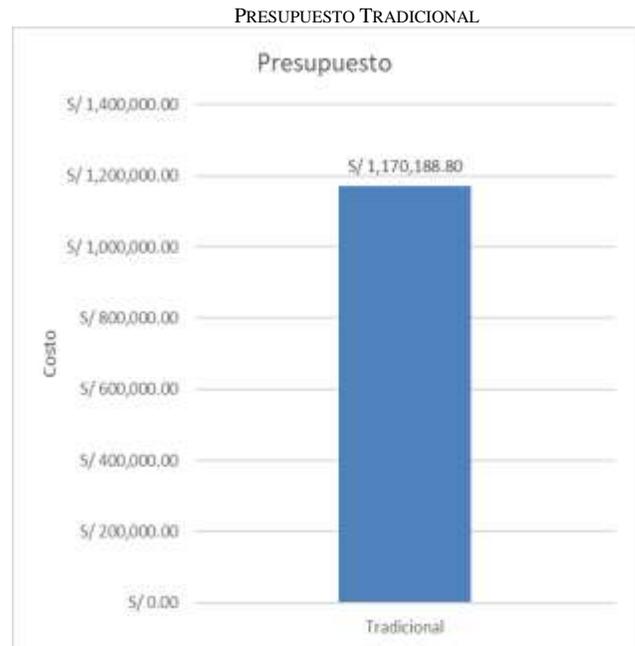


Fig. 2 Histograma de presupuesto tradicional

Nota. La figura presenta el total del presupuesto elaborado mediante la metodología tradicional recopilado de la información documental de la Constructora Galilea, con un total de S/1'170,188.80 soles.

INTERFERENCIAS ENTRE ESPECIALIDADES

TABLA II
NÚMERO DE CONSULTAS

N	Interferencia	Especialidad	Inciden- cia a mínima	Inciden- cia máxima
1	Espesor de muros de cisterna	Estructuras	Horas Hombre	Demolición y reconstrucción,
2	Ganchos en parapetos	Estructuras	Horas Hombre	Retrabajos,
3	Espesor de losa	Arq - Est	Horas Hombre	Material desperdiciado,
4	Acceso a cisterna	Arq - Est	Horas Hombre	Demolición parcial, retrabajos,
5	Enchape en pisos	Arquitectura	Horas Hombre	Retrabajos,
6	Enchape en muros de baños	Arquitectura	Horas Hombre	Material desperdiciado,
7	Mamparas en 1er Nivel	Arquitectura	Horas Hombre	Material desperdiciado, retrabajos.
8	Cerco perimetral	Arquitectura	Horas Hombre	Compra errónea de materiales,
9	Enchape de muro en cocina	Arquitectura	Horas Hombre	Material desperdiciado, retrabajos.
10	Ventana por celosía en cocina	Arquitectura	Horas Hombre	Material desperdiciado, retrabajos.
11	Superposición de cajas de paso	Instalaciones eléctricas	Horas Hombre	Retrabajos,
12	Luminaria en vacío	Instalaciones eléctricas	Horas Hombre	Retrabajos,
13	Montantes de cableado cortan muros	IIIEE - Est	Horas Hombre	Reparaciones estructurales, retrabajos,
14	Exceso de tuberías en muros	IISS - Est	Horas Hombre	Reparaciones estructurales, retrabajos,

Nota. En la tabla se ordenan las interferencias entre especialidades encontradas y consultadas en el modelo BIM del proyecto, ascendiendo a un total de 14 interferencias entre planos y/o especialidades.

COSTO POTENCIAL DE INTERFERENCIAS

TABLA III
COSTO TOTAL DE ADICIONALES

Cantidad de interferencias	Costo total promedio
14	S/. 43 152.36

Nota. En la tabla se estima un costo potencial promedio generado por la ocurrencia de las interferencias detectadas en la tabla II, determinando un promedio entre incidencias mínimas y máximas.

INSUMOS NO CONTEMPLADOS

TABLA IV
ADICIONAL AL PRESUPUESTO POR MATERIALES NO PRESUPUESTADOS

	Presupuesto
Inicial	S/. 1 170 188.80
Modificado	S/. 1 195 389.50
Diferencia	S/. 25 200.20

Nota. En la tabla se muestra el costo por los insumos no presupuestado, como la diferencia del presupuesto modificado con dichos insumos adicionados, con el presupuesto inicial.

PRESUPUESTO TRADICIONAL PRAGMÁTICO

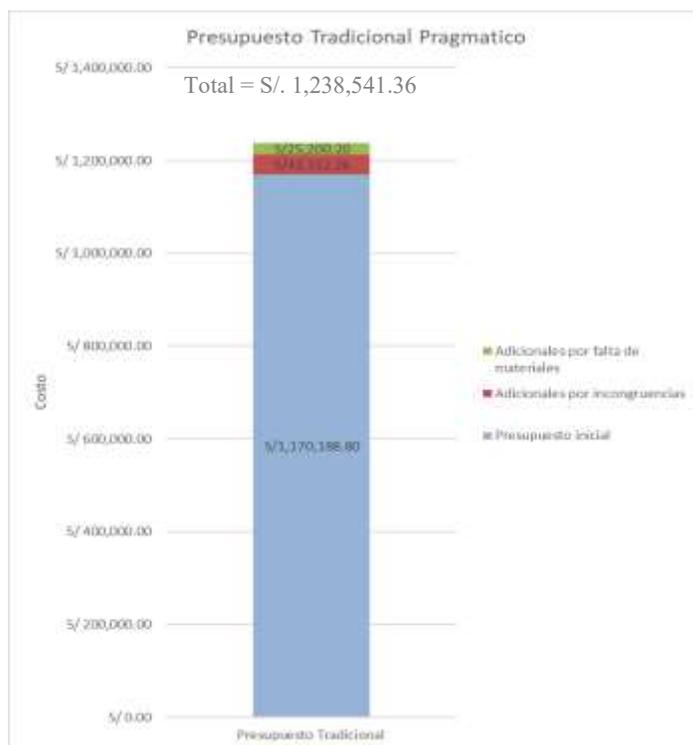


Fig. 3 Histograma del presupuesto Tradicional pragmático.

Nota. En la figura se observa el incremento del presupuesto tradicional, por una adición presupuestal debido a adicionales

por falta de materiales e interferencias entre especialidades considerando un presupuesto tradicional llevado a la práctica ascendiendo la suma del presupuesto tradicional a S/. 1 238 541.36.

PRESUPUESTO BIM

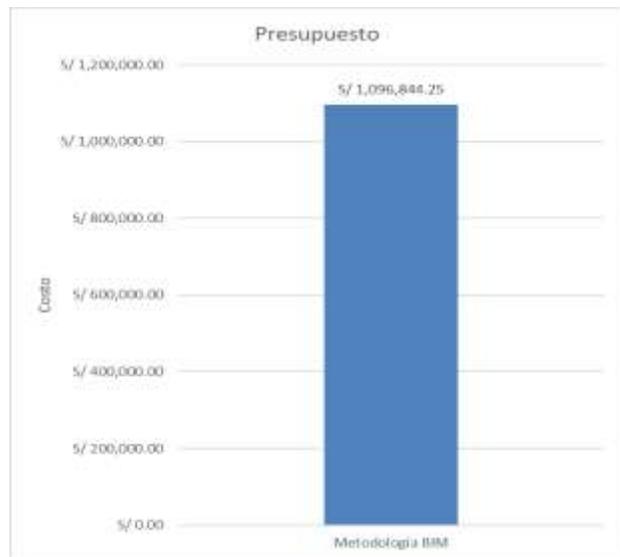


Fig. 4 Histograma del presupuesto BIM

Nota. La figura presenta el total del presupuesto elaborado mediante la metodología BIM tras la elaboración del modelo BIM de los autores de la tesis, con un total de S/1'096,844.25 soles.

COMPARACIÓN

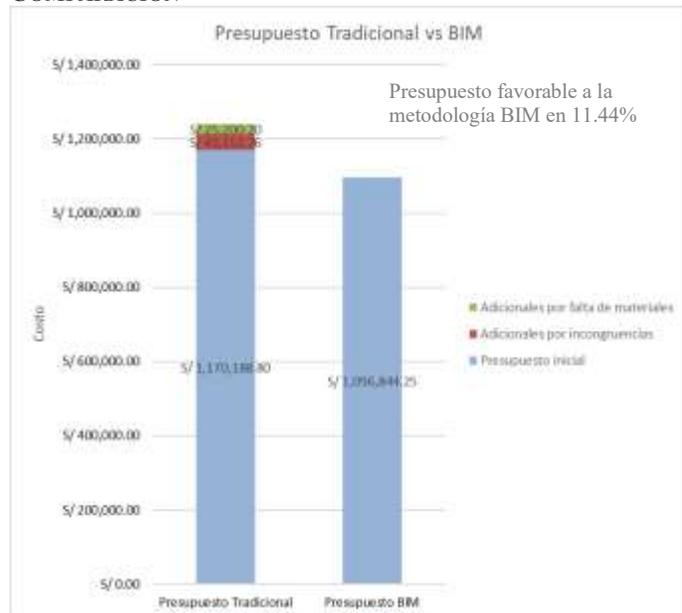


Fig. 5 Histograma comparativo entre presupuestos tradicional y BIM

Nota. La figura presenta una comparativa entre los presupuestos elaborados con metodología tradicional y BIM

mostrando una situación favorable y óptima al elaborado con metodología BIM en un 11.44% correspondiente a una suma de S/. 141 697.11.

ADICIONALES EVITADOS EN LA EJECUCIÓN



Fig. 6 Histograma de costos de adicionales evitados en la etapa de ejecución de la obra

Nota. La figura presenta el total de los adicionales del presupuesto, mostrando como un ahorro del proyecto en la etapa de ejecución, destacando la ventaja que implica haber implementado la metodología BIM en la etapa de elaboración del expediente técnico.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

El análisis comparativo del proyecto multifamiliar de una empresa constructora con metodologías BIM y tradicional, realizado en la investigación es favorable a la metodología BIM en 11.44%, gracias a la interoperabilidad que ofrece, a la precisión en la cuantificación de materiales y al poder identificar incongruencias entre especialidades que, identificadas en plena ejecución, implican gastos de retrabajos y reparaciones, aceptando y validando con el sustento respectivo la hipótesis planteada inicialmente en la presente investigación, tal y como se puede identificar en la Figura IV, lo cual infiere una optimización presupuestal gracias a la precisión en los metrados partiendo desde un modelo BIM detallado y caracterizado lo cual además permitió detectar interferencias entre especialidades las cuales fueron absueltas simulando la fase de planificación del proyecto, además de poder identificar insumos no presupuestado que, al momento de la ejecución retrasan aún más las actividades de obra debido a las gestiones necesarias para su cuantificación y adquisición.

En la figura I histograma del presupuesto tradicional, se puede identificar el presupuesto elaborado mediante la

metodología tradicional elaborado por la Constructora para la ejecución de su proyecto inmobiliario multifamiliar con un costo de S/. 1 170 188.80, enfocado en recabar información existente del proyecto multifamiliar de la Constructora, la cual no fue elaborado siguiendo un procedimiento específico que permita un control adecuado de recursos arrastrando errores que se detectan durante la ejecución, lo cual se ve reflejado en un incremento en los costos, Benavides [7], principalmente porque los procesos son manuales y dan bastante cabida al error humano.

En la tabla III costo total de adicionales, y, consecuentemente a lo anterior, las interferencias pueden llegar a generar adicionales de obra y generar retrabajos por lo que la presente investigación optó por cuantificar un costo probable para solución de dichas interferencias mediante un promedio entre el mínimos y máximos posibles resultando en un monto de S/. 43 152.36, generándose como un adicional de obra debido al error constructivo, cambio de diseño y/o modificaciones imprevistas generando excesos en el presupuesto. Benavides [7].

En la tabla IV adicional al presupuesto por materiales no presupuestados, presenta la diferencia del presupuesto inicial entre el presupuesto con los insumos no presupuestados y a adicionados, generando un adicional de S/. 25 200.20. debido a la falta de algunos materiales necesarios para la ejecución del proyecto. La metodología BIM logra una mayor eficiencia reduciendo costos y empujando racionalmente los recursos. MEF [6], gracias a la precisión que ofrecen la cuantificación de materiales, lo cual permitió identificar insumos no presupuestado que generan adquisidores no previstas y por consiguientes adicionales al presupuesto inicial.

En la figura II histograma del presupuesto tradicional pragmático se presenta la suma del presupuesto tradicional inicial, adicionándose los adicionales por las interferencias y por los insumos no presupuestados, ascendiendo el monto del presupuesto tradicional a la suma de S/. 1,238,541.36. Si bien es cierto la comparación es entre el presupuesto tradicional determinado en el primer resultado con el elaborado con la metodología BIM, sin embargo, como consecuencia un mal flujo de información, participaciones tardías de los ejecutores del proyecto y generación de fallas en el proyecto que inciden en un costo más elevado del planteado inicialmente Basualdo [8], la investigación adicionó al presupuesto tradicional inicial una estimación de los posibles adicionales que podrían generarse debido al empleo de la arcaica metodología.

En la figura III histograma del presupuesto BIM, presenta el resultado del presupuesto elaborado mediante la metodología BIM, obteniendo la suma de S/. 1,096,844.25 anticipándose a las incongruencias entre especialidades, deficiencias entre planos y falta de materiales. La metodología BIM ofrece una toma de decisiones más con una visión más ágil y adaptable a los cambios, anticipando cambios en fases previas al de la ejecución, con una mayor capacidad de influir en los costos mediante un modelo digital detallado rico en información. Barco [9] permitiendo una estimación más precisa de los costos del proyecto.

En la figura V histograma comparativo entre presupuestos tradicional y BIM, finalmente, tras la obtención de ambos presupuestos, la comparación denota una optimización del 11.44% del presupuesto elaborado mediante la metodología BIM frente a la elaborada con metodología tradicional concordando con uno de los beneficios BIM que es la reducción de costos como los estipula el Plan BIM Perú, MEF [6].

En la figura VI histograma de costos de adicionales evitados en la etapa de ejecución de la obra, se plantea que teniendo previsto el desarrollo del presupuesto en una concepción virtual, se llega a detectar los adicional por incongruencia e insumos no contemplados, consiguiendo que estos se eviten, generándose un ahorro económico de S/ 68,352.46, además, una reducción de los días perdidos por retrabajos o falta de información y por último, un mejor control del cronograma de obra, de la misma manera que Millasaky obtuvo en sus investigación [11].

El primer antecedente titulado “Eficiencia de la metodología BIM a través de la simulación 4D, 5D en el control de tiempos y costos para la obra mejoramiento del servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Puno 2017-2018” Ramos [10]. concluyó una reducción del 6.84% frente al costo programado del proyecto investigado, considerando un modelo BIM correctamente ejecutado y precisión en los metrados tal y como se considera en la investigación, además de simulaciones constructivas para precisar más el cronograma de ejecución y la mano de obra.

El segundo antecedente titulado “Aplicación de BIM (Building Information Modeling) en la formulación de proyectos inmobiliarios” Ramirez [4]. Evaluó los costos de un proyecto inmobiliario analizando también a los profesionales y sus conocimientos en la metodología BIM, sin embargo, para la estimación de costos, al igual que la presente investigación, consideró las interferencias entre especialidades, precisión en los metrados y ampliaciones de plazos concluyendo en una optimización de hasta el 10% del valor contratado.

El tercer antecedente titulado “Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y la construcción” Trejo [11], concluyó la facilidad en la interoperabilidad de la metodología BIM, tal y como se demostró en la investigación al contar con una única fuente de información al momento de la coordinación, generando una facilidad en la planificación, control, ejecución de los costos, tiempo y calidad de los proyectos.

El cuarto antecedente titulado “Coordinación de un proyecto de edificación mediante metodologías BIM – Caso de estudio edifico Tequendama II - Permoda” Ángel [12], identificó las ventajas de la metodología BIM en la etapa de planificación de un proyecto de edificación, dividiéndolo en 3 etapas una etapa analítica de recopilación de información de proyectos elaborados mediante la metodología BIM, equivalente a la recopilación de información realizada en la presente investigación, con la diferenciada que la presenten se enfoca en la revisión de un proyecto elaborado bajo

metodologías tradicionales. La siguiente etapa es la del modelado propiamente dicho de la edificación en sus distintas especialidades, equivalente al procedimiento de modelado, coordinación y supervisión BIM de la presente investigación, y la última etapa de análisis en la cual el empleó el modelo BIM para la estructuración de simulaciones constructivas y estimación de diagramas de Gantt, a diferencia de la presente investigación que realizó el presupuesto a fin de compararlo con el inicial elaborado bajo metodologías tradicionales.

El quinto antecedente titulado “Impacto de la filosofía BIM en el plazo y presupuesto de un proyecto multifamiliar de viviendas masivas” Guevara y Quinto [13], determinó la influencia de la filosofía BIM, en el plazo y costo del caso de una etapa del proyecto de construcción masiva Condominio Nuevo Nogales el cual logró optimizar el costo del casco estructural hasta en 6% con énfasis en las partidas de acero, encofrado y concreto ya que son las de mayor presupuesto, a diferencia de la presente investigación que realizó el metrado de todas las especialidades logrando una optimización aún mayor. La investigación, al igual que la presente se basó en metrados obtenidos a partir de un modelo BIM, y optimización de recursos a fin de mejorar la rentabilidad y productividad.

El sexto antecedente titulado “Cuantificación de los beneficios económicos de subcontratar servicios BIM (Building Information Modeling) en la etapa de diseño para proyectos de edificaciones en Lima Metropolitana” Millasaky [14] determinó si subcontratar a una empresa para modelar planos en 3D es beneficioso para una inmobiliaria en Lima Metropolitana, centrándose en detectar incompatibilidades en el diseño de las distintas especialidades que involucra el proyecto, logrando un ahorro promedio de 0.35% al presupuesto contractual. La investigación consideró un apartado para las incompatibilidades entre especialidades del proyecto multifamiliar, traduciéndolo en un costo de reparación y/o solución del error o inconveniente presentado el cual se consideró como un adicional de obra al presupuesto elaborado con metodología tradicional inicial.

Esta investigación está sujeta a procesos de la empresa Constructora, por lo que no es posible estimar con exactitud el retraso en mano de obra para los insumos no presupuestados debido al procedimiento interno necesario para poder incluirlos en las partidas respectivas, por lo que no se consideró para la presente investigación considerándose como un resultado aún más favorable para la metodología BIM al obtener metrados precisos. Sin embargo, una estandarización de procesos internos de cualquier empresa con la metodología BIM evitaría este inconveniente.

La investigación deja en evidencia los múltiples beneficios que trae la metodología BIM para la elaboración de proyectos y las empresas en el Perú y limítrofes, principalmente en la ciudad de Trujillo al ser una de las ciudades más importantes del país, generando mayor rentabilidad al negocio inmobiliario, así como una mejoría en la calidad de los proyectos.

La unidad de estudio es la empresa constructora la cual fue evaluada desde el presupuesto del proyecto que originalmente fue elaborado mediante la metodología tradicional, la presente investigación resulto en comparar dicho presupuesto con uno elaborado por los autores pero mediante la metodología BIM la cual es más moderna y debido a los antecedentes se propone como el futuro de la construcción y la elaboración de proyectos tanto privados, como es el caso de la presente investigación, así como públicos.

Conclusiones

- Se comparó el presupuesto del proyecto multifamiliar de la constructora galilea con metodologías BIM y tradicional, Huanchaco 2022, resultando favorable a la metodología BIM en 11.44%.
- Se obtuvo el presupuesto elaborado mediante la metodología tradicional mediante la recopilación de información documental del proyecto multifamiliar de la Constructora Galilea dando un total de S/. 1 170 188.80.
- Se identificaron 14 interferencias entre especialidades desde la compatibilización BIM durante el modelado de las especialidades que involucra el proyecto.
- Se logró determinar un costo potencial promedio para las interferencias detectadas en la compatibilización del modelo BIM, dando un total de S/. 43 152.36.
- Se estableció un costo de los insumos no contemplados en el presupuesto inicial, a partir de la cuantificación de materiales del modelo BIM de las distintas partidas que involucra el proyecto, dando un adicional al presupuesto inicial de S/. 25 200.20.
- Se determino un presupuesto tradicional pragmático, adicionando los posibles adicionales y recursos no presupuestados al presupuesto inicial planteado, dando un total de S/. 1 238 541.36.
- Se precisó un presupuesto elaborado mediante la metodología BIM resultando en un costo de S/. 1 096 844.25 como total del proyecto.
- Se planteo un ahorro de S/ 68,352.46, que se conseguirán en la etapa de ejecución de obra al haber determinado las interferencias he incongruencias en los metrados del expediente técnico.

REFERENCIAS

- [1] Abazid, M., Gökçekus, H., y Celik, T. “Study of the quality concepts implementation in the construction of projects in Saudi Arabia by using building information modelling (BIM)”. International journal of innovative technology and exploring engineering. 2019.
- [2] Jin, R., Hancock, C., Tang, L., Chen, C., Wanatowski D., y Yang, I. “Empirical study of bim implementation-based perceptions among chinese practitioners”. Journal of management in engineering. 2017.
- [3] Bances Nuñez, P. X., y Falla Ravines, S. H. “La tecnología BIM para el mejoramiento de la eficiencia del proyecto multifamiliar” los claveles” en Trujillo-Perú”. 2016

- [4] Ramírez, D. “Aplicación de BIM (Building Information Modeling) en la formulación de proyectos inmobiliarios”. [tesis de maestría]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Autónoma de México. https://ru.dgb.unam.mx/handle/dgb_unam/tes01000775966. 2018.
- [5] Instituto Peruano de Economía. “Perú no ejecutó el 83% del fondo para inversión pública”. <https://www.ipe.org.pe/portal/peru-no-ejecuto-el-83-del-fondo-para-inversion-publica/2020>.
- [6] MEF. “Guía nacional BIM: Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM”. https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia_nacion_al_bim.pdf 2020.
- [7] Benavides Rojas, E. J. Método de análisis del proceso de construcción virtual: una aplicación de la tecnología BIM, para evaluar la rentabilidad desde el expediente técnico. Trabajo para optar el grado académico de Maestro en Ciencias con mención en: Gerencia en la Construcción. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/unsa/8737>. 2019.
- [8] Basualdo Urbano, A. P., Morales Romero, P. A., García Castañeda, A., Torres Córdova, J. A., y Herrera Maquera, J. A. “Sistemas y herramientas digitales para la gestión colaborativa”. [tesis para optar el título de ingeniero civil]. Repositorio Institucional de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/20877>. 2021.
- [9] Barco, D. Guía para implementar y gestionar proyectos BIM. España: Independently. 2018.
- [10] Ramos Mamani, J. F. “Eficiencia de la metodología BIM a través de la simulación 4d, 5d en el control de tiempos y costos para la obra mejoramiento del servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Puno”, 2017-2018. 2019.
- [11] Trejo Carvajal, N. “Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción”. Repositorio institucional de la Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/168599> .2018.
- [12] Ángel-Torres, y. A. “Coordinación de un proyecto de edificación mediante metodologías BIM. Caso de estudio: Edificio Tequendama II – Permoda”. Trabajo de grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Bogotá, Colombia. <https://hdl.handle.net/10983/23896> .2019.
- [13] Guevara Contreras, G. R., y Quinto Cruzado, C. E. “Impacto de la filosofía BIM en el plazo y presupuesto de un proyecto multifamiliar de viviendas masivas” [tesis para optar el título de Ingeniero civil]. Repositorio Institucional de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/20884> .2019.
- [14] Millasaky Avilés, C. A. “Cuantificación de los beneficios económicos de subcontratar servicios BIM (Building Information Modeling) en la etapa de diseño para proyectos de edificaciones en lima metropolitana”. [tesis para optar el título de Ingeniero civil]. Repositorio Institucional de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/12112>. 2018.