



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA DE POSGRADO

PROGRAMA ACADÉMICO DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS DE LA CONSTRUCCIÓN

**Metodología BIM en la mejora del diseño de proyectos de
infraestructura en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros
S.R.L., Lima-2020**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE
EMPRESAS DE LA CONSTRUCCIÓN**

AUTORA:

Atahualpa Heras, Luz Enith (ORCID: 0000-0002-4796-8655)

ASESOR:

Dr. Visurraga Agüero, Joel Martin (ORCID: 0000-0002-0024-668X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Dirección de Empresas de la Construcción

LIMA — PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre, que es mi fortaleza entera, mi principal motivo para crecer en todos los aspectos de mi vida.

Agradecimiento

Agradezco a Dios, mi padre celestial, el que me guía a tomar las mejores decisiones, el que acompaña en mis aprendizajes de vida y el que nunca me abandonará. También, a mi señor padre quien con sus consejos y enseñanzas me motivan en cumplir mis objetivos.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	viii
Índice de gráficos y figuras	ix
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	17
3.1. Tipo y diseño de investigación	17
3.2. Variables y operacionalización	17
3.3. Población, muestra y muestreo	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
3.5. Procedimientos	22
3.6. Método de análisis de datos	23
3.7. Aspectos éticos	23
IV. RESULTADOS	24
V. DISCUSIÓN	34
VI. CONCLUSIONES	41
VII. RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS	44
ANEXOS	
Anexo 1. Matriz de Consistencia	52
Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables	54
Anexo 3. Instrumento de Recolección de Datos	55
Anexo 4. Certificado de Validación del Instrumento de recolección de datos	58
Anexo 5. Base de datos	61

Anexo 6. Autorización de aplicación del instrumento	63
Anexo 7. Comportamiento de las medidas descriptivas	64

Índice de tablas

Tabla 1	Matriz de Operacionalización de la Variable Dependiente- Diseño de proyectos de infraestructura	19
Tabla 2	Población de la investigación	20
Tabla 3	Ficha técnica del instrumento	21
Tabla 4	Expertos que validaron el instrumento de recolección de datos cuantitativos	21
Tabla 5	Estadísticas de Confiabilidad	22
Tabla 6	Elaboración propia en base a datos procesados en el Software IBM SPSS V25.	24
Tabla 7	Pruebas de normalidad de los indicadores	28
Tabla 8	Pruebas de Wilcoxon para los indicadores	30
Tabla 9	Pruebas t Student para el indicador	32

Índice de gráficos y figuras

Figura 1	Histograma de la media del rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económico	25
Figura 2	Histograma de la media de Interferencias detectadas entre especialidades	26
Figura 3	Histograma de la media de tiempos de trabajo	27
Figura 4	Representación gráfica de distribución del t de Student	33

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo general determinar que la metodología BIM mejora el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020. Mediante esta tesis se mide los resultados de la metodología tradicional vs la metodología BIM aplicada en la variable dependiente, para poder así identificar la mejora mediante los indicadores de rendimientos en la elaboración de documentos técnicos y económicos, interferencias detectadas entre especialidades y tiempos de trabajo.

El tipo de investigación empleada es aplicada y el diseño de investigación es experimental de la clase experimental puro. Asimismo, se tiene como población a 60 y 50 tomas de datos, como muestra a 50 y 30 tomas, estas obtenidas mediante el muestreo probabilístico del tipo aleatorio simple. La técnica de recolección de datos es la observación y como instrumento de recolección de datos es la ficha de observación. Se concluye que con la implementación de la metodología BIM mejora significativamente el diseño de proyectos de infraestructura, donde los puntos fuertes de mejora se evidencian a través de los indicadores, se demuestra que el primer indicador mejoró en su promedio en 58.00%, el segundo en su promedio en un 94.00%, y el tercero en un 29.29%.

Palabras claves: Metodología BIM, diseño de proyectos, rendimientos.

Abstract

The general objective of this research is to determine that the BIM methodology improves the design of infrastructure projects in the company A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020. Through this thesis, the results of the traditional methodology vs the BIM methodology applied in the dependent variable are measured, in order to identify the improvement through the performance indicators in the preparation of technical and economic documents, detection of interferences between specialties and working times.

The type of research used is applied and the research design is experimental of the pure experimental class. Likewise, the population is 60 and 50 data samples, as a sample of 50 and 30 samples, these obtained through probabilistic sampling of the simple random type. The data collection technique is observation and as a data collection instrument is the observation record. It is concluded that with the implementation of the BIM methodology the design of infrastructure projects significantly improves, where the strong points of improvement are evidenced through the indicators, it is shown that the first indicator improved in its average by 58.00%, the second in its average in 94.00%, and the third in 29.29%.

Keywords: BIM methodology, project design, performance.

I. INTRODUCCIÓN

Dentro del entorno mundial, la industria de la construcción ha sido una industria relegada respecto al uso de la tecnología, registrándose con un menor nivel de aprovechamiento. Sin embargo, en los últimos años la necesidad de avanzar en el rubro de la construcción es cada día más demandante, esto es debido a que los proyectos son cada vez más exigentes y complejos, teniendo limitación de tiempos y costos; por lo que actualmente se necesita de cambios representativos que provengan de la tecnología, buscando suplir las deficiencias del trabajo tradicional.

En el Perú, los proyectos de construcción tanto de carácter privado o público, se siguen desarrollando de la misma manera a décadas anteriores, por ejemplo: en el diseño de los proyectos se requiere la interacción de diversos profesionales tanto arquitectos e ingenieros de diferentes especialidades, estos actores deben intercambiar información relacionadas a actividades a desarrollarse, la cual en muchos de los casos debido a diversos factores como la complejidad del proyecto, el tamaño de este, etc. no se da de manera efectiva, presentando múltiples incongruencias que obstaculizan la etapa de diseño. Además, conlleva que el diseño final del proyecto tenga limitantes en la etapa de ejecución, es decir, un resultado deficiente en cuanto a la compatibilización del estudio técnico y en obra; ya que, no es optimizado y pueden existir interferencias entre distintas especialidades, generando tomar decisiones en plena construcción e rectificar el diseño, lo cual perjudica los plazos, genera sobrecostos y afecta a todos los involucrados en los proyectos.

El mayor Problema que se encuentra en el diseño de un proyecto de construcción se da en el flujo de trabajo, usando el método tradicional el CAD (Computer aided desing-Diseño asistido por computadora); este método de diseño en la actualidad se encuentra vigente y es una herramienta usada por los diferentes especialistas de los proyectos, lo cual genera un producto de trabajo final independiente ; teniendo como resultado un producto ineficiente y genera recursos limitantes para el proceso de diseño, ya que la frecuencia de interferencias o modificaciones por omisión es alta, y realizar estos cambios en los documentos ya elaborados demanda mucho tiempo y no siempre tiene buenos resultados.

De acuerdo con la investigación de Martínez (2019) menciona que los mayores problemas que se presentan durante la etapa de ejecución de una obra, es debido a un mal diseño. Teniendo como tres principales causas (a) la incompatibilidad de planos, representando el 34%, (b) las modificaciones en obra por errores arquitectónicos, siendo el 11%, (c) falta de coordinación entre los involucrados con el proyecto, 9%. Esta investigación evidencia las deficiencias del diseño tradicional de los proyectos de construcción, y es generado por la falta de una central de información del proyecto, la cual permita su manejo de manera integral, y disponga la información más actualizada posible para todos los especialistas y así se evite errores o confusiones.

Debido a la realidad problemática expuesta, se ha formulado lo siguiente para la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L. En cuanto al problema general se planteó la pregunta, ¿De qué manera la metodología BIM mejora el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C. Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020?

En cuanto a los problemas específicos, se indican a continuación: (a) ¿De qué manera la metodología BIM mejora el rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos en el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C. Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020?, (b) ¿De qué manera la metodología BIM mejora las interferencias detectadas entre especialidades en el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C. Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020? y (c) ¿De qué manera la metodología BIM mejora los tiempos de trabajo en el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C. Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020?

Los fundamentos que motivaron a realizar la presente investigación son las siguientes. La justificación epistemológica, declara que la investigación se encuentra acorde al enfoque del racionalismo, debido a que está corriente filosófica coincide con la forma de pensar del autor. Para Palma *et al.* (2018) afirma que para el racionalismo se considera como fuente principal del conocimiento la razón, no la experiencia.

La justificación teórica, afirma que el trabajo de investigación aportará conocimientos al objeto investigado y contrastará resultados en base a una teoría. El uso de la metodología BIM logrará un modelado en tres dimensiones y a la vez un modelado paramétrico, he aquí donde se demostrará su potencial y principal desigualdad con el sistema CAD o modelo convencional, debido a que los parámetros agregan dinamismo y flexibilidad en flujo de trabajo, ya que facilita exponencialmente al modelo en su modificación, codificación y medición.

La justificación práctica, alude que dará a conocer las grandes ventajas que se obtiene en la implementación de una nueva metodología de trabajo vs la metodología tradicional. Esta metodología aplicada en la industria de la construcción en etapas tempranas como el diseño, favorecerá a las empresas consultoras o constructoras, aportando eficiencia.

La justificación metodológica, afirma que la presente investigación es experimental puro y se logró con la aplicación de la metodología BIM (Building Information Modeling) optimizando rendimientos, detectando interferencias y reduciendo tiempos de trabajo en el diseño de proyectos de infraestructura; esta herramienta aplicada en los proyectos permitió la agilidad en el flujo de trabajo, control ante posibles cambios o modificaciones del proyecto, compatibilización y detección temprana de interferencias entre todas las especialidades. Teniendo los datos del pre y post se consiguió que con la implementación de esta metodología se beneficie al sector de la construcción.

Por otro lado, el presente trabajo tiene como propósito alcanzar ciertos objetivos, estas planteadas a partir del problema, por ello, se formula lo siguiente. De acuerdo al objetivo general es, Determinar que la metodología BIM mejora el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C. Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020.

A continuación se detallan los objetivos específicos: (a) Determinar que la metodología BIM mejora el rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos en el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C. ARQUITECTOS-INGENIEROS S.R.L., Lima-2020, (b) Determinar que la metodología BIM mejora las interferencias detectadas entre especialidades en el

diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C. Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020 y (c) Determinar que la metodología BIM mejora los tiempos de trabajo en el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C. Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020.

De igual modo, se ha presentado suposiciones sobre los resultados que se obtendrá en el presente trabajo. En cuanto a la hipótesis general de esta investigación se ha planteado lo siguiente: La metodología BIM mejora significativamente el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C. Arquitectos Ingenieros S.R.L, Lima-2020.

Con respecto a las hipótesis específicas, se menciona a continuación: (a) La metodología BIM mejora significativamente el rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos en el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C. Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020, (b) La metodología BIM mejora significativamente las interferencias detectadas entre especialidades en el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C. Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020 y (c) La metodología BIM mejora significativamente los tiempos de trabajo en el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C. Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020.

II. MARCO TEÓRICO

Para efectos de sustentar la presente investigación se hallaron estudios previos; respecto a los antecedentes nacionales a Murguía (2019), en su trabajo de investigación presenta los resultados de la macro adopción del BIM en el Perú, para el año 2019. El trabajo de investigación se basó en los modelos de Succar & Kassem (2015) y el estudio se dividió en cuatro etapas: (a) recopilación de datos n°1, (b) análisis de datos, (c) recopilación y análisis de datos n°2 y (d) difusión de los resultados. Los resultados de este presente estudio son muy relevantes, ya que permiten cuantificar el punto de arranque para el avance del Plan BIM Nacional de acuerdo con el D.S. N°237-2019-EF. Las conclusiones de este estudio fueron que existen empresas que usan la metodología BIM, este uso se encuentra limitado en los procesos de modelado y colaboración, estos ubicados en la fase de diseño y ejecución; asimismo, señalan que para avanzar en la industria de la construcción se debe atender a la etapa de la integración del proyecto. Finalmente se menciona, que en el estudio los formuladores de política tienen un enfoque pasivo en relación al BIM, y hoy en día el estado está teniendo un enfoque activo, la cual permitirán el avance de esta metodología.

Asimismo, Ybañez (2018), en su trabajo de investigación presenta como objetivo de estudio la optimización de la fase de diseño de una edificación para todas las especialidades excepto instalaciones eléctricas, en donde se implementó la metodología BIM para la solución a la problemática que enfrentaba el proyecto, a través de las interferencias detectadas entre especialidades, ahorro del tiempo y la disminución de costes. El tipo de estudio fue aplicada y el nivel descriptivo, con el tipo de diseño experimental-transversal, con enfoque cuantitativa. Se consideró como población a edificaciones de dos pisos con sus respectivos sótanos, la cual se buscó reproducir el proceso de la etapa de diseño para la absolución de los problemas frecuentes implementando la metodología BIM; como muestra tomaron un proyecto de edificación destinadas para oficinas, además la muestra fue del tipo no probabilístico e intencional; la técnica que se empleó fueron entrevistas, softwares y recopilación de información. Se obtuvo como resultado la comprobación

de las hipótesis general, señalando que la metodología BIM optimiza la fase de diseño en una edificación, permitiendo la anticipación de reconocimiento de incompatibilidades entre las diferentes especialidades, la cual generaría retrasos y gastos excesivos, la magnitud del beneficio se cuantifica en 270.83% en mejoría total del proyecto; el trabajo de investigación permitió detectar previamente interferencias aplicando la metodología BIM, en total 142; en cambio con la metodología tradicional 54. Por otro lado, se concluyó que la metodología BIM minimiza los costos durante la fase de diseño, esto se obtuvo gracias a la identificación de incompatibilidades, la cual representaba un 3.01% de adicionales. Y finalmente se sustentó como BIM intercede en la reducción de los tiempos de trabajo durante la fase de diseño, se calculó que gracias a la implementación de la metodología y a la detección temprana de interferencias se puede evitar hasta tres meses de retraso en obra.

Por su parte Rojas (2017), en su trabajo de investigación planteo como objetivo general analizar los rendimientos comparando la metodología tradicional vs la metodología BIM en el proceso de la elaboración de planos y metrados referente a la especialidad de estructuras, está enfocada en la etapa de diseño. En la investigación se tomó como estudio a un proyecto de inversión pública una edificación de infraestructura educativa, siendo IMTEK la empresa consultora. La investigación fue de diseño no experimental del tipo transversal con enfoque cuantitativa, de nivel descriptivo. La población estuvo formada por los rendimientos en la productividad de planos y metrados de un solo proyecto, la muestra fue del tipo no probabilístico e intencional cuantificándose en 1166 rendimientos (hh/m²) y la técnica empleada fue la recolección de datos en campo con pausas de 10 minutos tanto en la producción de metrados y planos con la metodología tradicional y BIM. Se obtuvo como resultado la comprobación de la hipótesis, en donde los rendimientos de producción de metrados y planos con la metodología BIM son mejores al compararlo con la metodología tradicional, logrando obtener en datos numéricos 0.0624 hh/m² menos, en otras palabras, se requiere mayor horas hombre aplicando el trabajo tradicional.

En cuanto a Murguía *et al.* (2017), cual meta fue realizar la primera investigación de la adopción de la metodología BIM en los proyectos de edificaciones en la ciudad de Lima y Callao, en el año 2017. La unidad de análisis del presente estudio fueron los proyectos de infraestructuras, se realizó trabajo en campo entre los meses de octubre a diciembre del año 2017. Siendo el 84% de encuestas realizados en campo y 16% de manera digital, logrando encuestar a 323 personas, estas responsables de los diversos proyectos de construcción. Este estudio es muy importante, debido a que permitió conocer la realidad del sector de la construcción y cuál es la brecha que se debe de cubrir para la adopción de la metodología BIM. En el estudio mencionan, que el BIM es usada aproximadamente desde el año 2010, y muestra que el 24.5% de proyectos de edificación, en otras palabras 1 de cada 4, han usado alguna aplicación del BIM. Los resultados de la investigación fueron que el 94% conocen de BIM, siendo el 6% personas encuestadas que ignoran la tecnología; al mismo tiempo, el 72% no poseen ninguna experiencia con la tecnología BIM y el 50% de empresas que han adaptado el BIM, lo han realizado tercerizando, es decir, contratando a consultores externos. Unos de los resultados más importantes fueron que la adopción del BIM crece a la medida del tamaño y complejidad del proyecto; además, las empresas más grandes son las que han adoptado el BIM, representando el 91%; las pequeñas y microempresas representan la adopción del BIM en 22% y 6% respectivamente. Finalmente, gracias a las encuestas demuestran que 61% inician la adaptación del BIM en etapas tempranas, en el diseño.

Finalmente, respecto a los antecedentes nacionales se tiene a Almonacid *et al.* (2015), en su respectivo trabajo de investigación tiene como objetivo plantear mejoras a la implementación de la metodología BIM en proyectos de edificaciones de la empresa IJ PROYECTA. La investigación es documental y de campo, teniendo como métodos de investigación las entrevistas, recopilación de datos, levantamientos de procesos. La investigación se basó en la situación actual de la empresa y en el marco teórico, abarcando la fase de diseño, hasta la entrega de planos para su ejecución. Se concluyó que las sesiones “ICE” produce una mejora en cuanto a la comunicación entre las diversas especialidades enriqueciendo de

manera integral el proyecto; por otro lado, esta metodología es una herramienta con gran relevancia para la detección de conflictos, y no solo se limita a eso; además, es muy útil en la revisión del diseño de la edificación, entre metrados y entre otras actividades que pertenecen a dicha etapa. Por su parte, la aplicación de esta metodología permite integrar mejoras en la fase de diseño, la cual se refleja en reducciones de tiempo de resolución de los RFI (información requerida); para concluir, estiman que la disminución de RFIs en la fase de ejecución sería del 90%, estas resueltas en la fase de diseño gracias a la coordinación BIM entre especialistas.

En cuanto a los antecedentes internacionales, se analizó a Cerón y Liévano (2017), en su trabajo de investigación, realizado en Colombia-Bogotá, cuyo objetivo es implementar la metodología BIM en una empresa constructora, bajo un plan de trabajo, con el fin de la mejora del ciclo de vida de los proyectos. La investigación tiene enfoque cuantitativo, la población fue la empresa constructora en estudio, siendo los instrumentos usados: foros, encuestas, entrevistas, levantamiento de información y trabajo en campo. La investigación se dividió en fases el primero en realizar la recopilación de la información, segundo en ejecutar el diagnóstico y tercero seleccionar las actividades con mayor relevancia. Como conclusiones determinaron que la metodología BIM se encuentra relacionado a la gerencia de obras civiles y sujeta a bases del PMI; asimismo, se determinó como necesaria esta metodología ya que mejora eficazmente la efectiva de cada proyecto, beneficiando de manera económica a cada compañía. Finalmente, se recomienda que es mejor adoptar esta nueva metodología, ya que al no hacerlo sería más costosa en el futuro, se debe perder el miedo al cambio, arriesgando recursos y tiempo, siempre y cuando se encuentren bajo una adecuada asesoría.

Para, Jobim *et al.* (2017), en su respectivo trabajo de investigación, realizado en Brasil, analizaron el proceso de implementación de la metodología BIM en oficinas y en obras de construcción, para que finalmente estas sean comparadas con la literatura. El presente trabajo tuvo como estudio a cinco oficinas ubicadas en Novo Hamburgo, Porto Alegre y Son Leopoldo. Como resultado, encontraron muchas dificultades en la implementación de la metodología BIM en las respectivas

empresas, por ejemplo, la falta de conocimiento de los procesos de ejecución de una edificación; para que el BIM tenga resultados certeros, el equipo de trabajo debe conocer y saber el proceso constructivo, las características de los materiales, se debe conocer el proyecto de manera integral. Finalmente, BIM genera grandes beneficios en la construcción; sin embargo, aún existe mucha resistencia al cambio de paradigma.

Al mismo tiempo, Porras *et al.* (2015), en su trabajo de investigación, realizado en Colombia-Bucaramanga, plantearon como objetivo implementar la tecnología BIM en la elaboración de presupuestos, referente a la especialidad estructuras. Lo que busca el presente trabajo es cuantificar el impacto generado por el BIM vs la metodología tradicional. El estudio analizo a la estación de buses alimentadores del transporte público, teniendo como muestra la estructura de concreto reforzado. Los resultados obtenidos en este trabajo fueron, que con BIM la elaboración de presupuestos resulta ser muy eficiente y beneficioso, ya que minimiza la opción de variabilidad del presupuesto real con el ejecutado. Además, recomiendan que las empresas opten por la implementación del BIM para dichos trabajos. Finalmente, concluyen que el modelo BIM en el cálculo del presupuesto, limita la opción de la omisión de alguna partida, ya que toda la información se encuentra en el modelo digital.

De igual manera, Gonzales (2015), en su trabajo de investigación, realizado en España-Valencia, planteo como objetivo realizar el análisis y la descripción general de la metodología BIM, así mismo ahondar los beneficios que aporta esta metodología en la gestión de proyectos de construcción. Esta investigación se basó en la recolección de información. Como conclusiones se sustentó lo siguiente: (a) la principal limitante que se encuentra en la implementación de la metodología BIM, es el trabajo tradicional; (b) para el uso del BIM, es necesario que todos los actores hablen en el mismo idioma, quiere decir, deben de generar un modelo central compartido y único; (c) los beneficios que se obtienen de la metodología BIM son muchos, por un lado, este modelo digital permite obtener la información que se requiera, por otro lado, la obtención de cuantificaciones y costes, es mucho más ágil y eficiente al compararlo con la metodología tradicional.

Finalmente, Maia *et al.* (2015) de Portugal, cuya meta es su trabajo de investigación es demostrar las ventajas y desventajas de la adopción de la metodología BIM en toda la etapa de diseño, usando el software Revit, en la investigación se tiene como estudio a un edificio, la cual ha sido modelado en BIM a partir de los planos en CAD, es decir en 2d. Los resultados obtenidos fueron que el tiempo a emplear en las primeras etapas de diseño con la metodología BIM, es superior al resto de etapas. Además, emplear la metodología BIM, es sinónimo de inversión, ya que exige a los aparatos electrónicos, gran capacidad de memorias RAM.

La presente investigación toma como base la siguiente teoría, Teoría de Difusión de la Innovación. De acuerdo con Urbizagátegui (2017) y Pretry *et al.* (2019), en sus respectivos trabajos de investigación, mencionan que esta teoría tiene como autor principal a Rogers Everett, el cual define esta teoría como la transformación de la comunicación de una nueva idea en el transcurso del tiempo, mediante canales, en una organización social, en la cual se difunde la innovación. Asimismo, Rogers indica que las innovaciones pasan por cinco fases o categorías: (a) innovadores, representan el 2.5%; (b) adoptadores-temprano, representan el 13.5%, (c) mayoría-temprana, representan el 34%; (d) mayoría-tardía, representan el 34%; (e) rezagados, representan el 16%. Estas categorías representan un idioma común para todos los investigadores de la innovación.

Por otro lado, otra teoría que respalda la presente investigación es la Teoría de las Restricciones (TOC), de acuerdo con Conexionesan (2020) y Mazumdar (2019) definen esta teoría como una filosofía de administración o gestión, la cual fue desarrollada en los años 80 por Eliyahu M. Goldratt; esta teoría plantea un sistema de procesos para la mejora continua, es todo aquello que restringe a una organización a cumplir con su objetivo, por lo que se tiene que identificar a las conexiones más débiles o los cuellos de botella, para la mejora. Hoy en día esta teoría es muy demandada por diversas organizaciones, ya que está conformado por una serie de conocimientos y herramientas que facilitan la gestión de los procesos. En otras palabras, esta teoría permite encontrar el problema de raíz. De la misma manera, Hernández *et al.* (2020), afirman que el TOC es un proceso de trabajo

continuo, la cual sus herramientas radica en pensamientos sistemático, que tiene como propósito ayudar a las empresas a acrecentar sus utilidades, con una perspectiva práctica, a través del reconocimiento de las limitaciones para lograr sus metas. Finalmente se puede decir que TOC, se basa en que cualquier empresa u organización tiene como meta obtener dinero, sin embargo, no lo logra por las restricciones existentes. La teoría TOC, se divide en cinco procesos: (a) la identificación de las restricciones, (b) la explotación de las restricciones, (c) la subordinación, (d) la elevación de las restricciones y (d) Retornar al primer paso.

La teoría de gestión de proyectos, según Rosales (2013) indica que esta teoría posee diversas herramientas y enfoques; gracias a ello ha colaborado con la administración de los procesos de inversión en las diferentes etapas de desarrollo de la sociedad, facilitando de una u otra manera las metodologías, el marco conceptual y las herramientas para la administración de los proyectos, ya sea del sector público o privado.

Además, se cuenta con la teoría del cambio, de acuerdo con Rogers (2014) lo define como un conjunto de actividades que genera una secuencia de resultados, los cuales ayudan y colaboran al logro de las metas previstas. Esta teoría puede aplicarse en cualquier área de intervención, un proyecto, una organización, etc. Asimismo, Sandoval (2014), menciona que Kurt Lewin es uno de los pioneros de esta teoría, ya que propuso un modelo de cambio de tres pasos: (a) descongelar, (b) cambiar y (c) recongelar; gracias a estos pasos Kurt plantea un sendero claro para el logro de los resultados esperados.

En cuanto a la definición de la variable independiente Metodología BIM, se ha considera lo siguiente. De acuerdo con Osello *et al.* (2017), Zardo *et al.* (2020), Almedia (2019), Sikiru *et al.* (2020) y Bohórquez *et al.* (2018) coinciden en definir BIM (Building Information Modeling), como una metodología y tecnología que permite desarrollar una mejor planificación en los proyectos de construcción, permitiendo gestionar la planeación, el diseño y la construcción de proyectos. Esta tecnología promete ofrecer beneficios de gestión de la información de manera eficiente, y esto es debido a que se basa en una metodología de trabajo colaborativa, en donde se crea modelos o base de datos digitales de proyectos,

favoreciendo su gestión en todo el ciclo del proyecto. Estos modelos permiten integrar todo tipo de información: geométrica, tiempo, costes, ambiental, operación y mantenimiento, etc.

Un beneficio más representativo de esta metodología se enfoca en la gestión financiera o la toma de decisiones, siendo este un reto para toda empresa, debido a que la gestión tradicional conllevaba pérdidas de horas hombre en los procesos de cambios, las cuales se hacían manualmente, provocando alteraciones o errores relevante que perjudican los indicadores financieros de los proyectos de construcción. Sin embargo, con el BIM se pueden minimizar esas alteraciones y mejorar la eficiencia aumentando la precisión de los resultados de los indicadores económicos que se examinan para la ejecución de proyectos de construcción. (Prieto & Rocha, 2019).

Por otro lado, Tauriainen *et al.* (2016) y Latorre *et al.* (2019) mencionan que el BIM, por sus siglas en inglés significa modelado de información de la construcción es considerada como una de las principales herramientas digitales que existen hoy en día para dar solución a problemas referente de productividad en el sector de la construcción. El uso del BIM implica una mejora del flujo de trabajo, en cuanto a la comunicación, coordinación y secuencia de este; además, aporta un mejor panorama en cuanto a la visualización integral del proyecto. La metodología BIM tiene como principal objetivo la aplicación de tecnologías que permiten y favorecen el aumento de colaboración entre todos los actores del proyecto. De acuerdo con EUBIM (2017), menciona que la metodología BIM es el protagonista principal de la transformación digital de la industria de la construcción. Se reconoce que esta metodología tiene un valor importante para cumplir con los objetivos en cuanto a costos de calidad y políticos. El BIM es un modelo de construcción digital de operación y mantenimiento, reúne tecnologías con el fin aumentar los resultados positivos de los clientes y de proyectos. El BIM ayuda en la toma de decisiones en todo el ciclo del proyecto, por ello se lo considera como un factor estratégico, por ejemplo, en la etapa de diseño esta metodología permite que los proyectos se ejecuten virtualmente antes de que se construya, en la cual se eliminan muchas de las deficiencias y problemas que se genera en obra. De acuerdo con estudios la

adopción del BIM permite obtener un ahorro entre el 15%-25% en el sector de infraestructuras. Esto es debido a que esta tecnología es un cambio de paradigma, que tiene como objetivo generar una transformación profunda en el sector de la construcción. The Boston Consulting Group (2016) menciona que para el 2025 la digitalización va a llegar a desarrollarse a gran escala, la cual generará un ahorro anual de entre 13-21 % a nivel mundial en las etapas de diseño, y construcción, y de entre un 10-17 % en la fase de operación y mantenimiento.

En igual forma, la metodología BIM se puede entender como una metodología enfocada en la ejecución del modelado de la información de la construcción, la cual consiste en un trabajo colaborativo para la gestión integral en todo el ciclo del proyecto. El éxito de esta metodología radica en el trabajo colaborativo a tiempo real, ya que un modelado de la información es multidisciplinario, es decir, necesita de diferentes especialistas para poder llevar a cabo la ejecución del proyecto, los cuales dan soluciones tempranas a inconvenientes que se presentan en la etapa de diseño, y por lo tanto se puedan corregir antes de iniciar la construcción del proyecto. Los beneficios que brinda la metodología BIM abarca tanto en la reducción de costos, como en el control integral del proyecto; además, los beneficios que otorga los diferentes actores que participan en el proceso se pueden clasificar de acuerdo a la fase que se encuentra el proyecto. El beneficio más representativo es la disminución de errores, por ende, una mayor productividad, eficiencia y coordinación del proyecto, entre otros. (Meana, Bello & García, 2018)

Por otra parte, de acuerdo con Su *et al.* (2020), BIM es una metodología que se encuentra en constante evolución, esto es debido, a que el mercado de la construcción está en constante alza y este sector requiere de tecnología para su adecuada gestión. Además, esta tecnología impulsa la industrialización de la construcción, por lo que se puede decir que el BIM es la punta de la lanza que está reventando la burbuja de la construcción tradicional, está dirigiendo el camino de la automatización de la construcción hacia el futuro. Además, su implementación debe tener en claro un conjunto de prácticas, métodos y rutinas que favorezcan a disponer un mayor manejo del proceso. Asimismo, Nieto *et al.* (2017), mencionan

que el concepto BIM involucra un cambio completo en la manera de enfrentar los diseños y el ciclo de vida de los proyectos. El simple hecho que exista un involucramiento tanto en la cooperación y comunicación entre los diversos actores del proyecto, hace que BIM sea una de las mayores tecnologías en el mundo de la construcción. Por otro lado, Maia *et al.* (2015) mencionan que el gran potencial del BIM es que se encuentra estandarizado, es decir, existe normativa internacional que permite obtener métodos, para la realización del modelado, etc.

Finalmente, Jankowski *et al.* (2015), Peckienė *et al.* (2017), Eldik *et al.* (2020) y Costin *et al.* (2018), definen a la metodología BIM, como una herramienta tecnológica que aporta beneficios tanto en eficiencia en el flujo de trabajo en todo el ciclo del proyecto, dotando confianza en la ejecución de los proyectos de construcción. Además, señala que los proyectos que se desarrollan bajo esta metodología, tienen ventajas en cuanto a la eficiencia, incremento de la transparencia en el control de los recursos, ahorro de costos y tiempo, y mejora la supervisión en la etapa del diseño.

En cuanto a la variable dependiente, Diseño de proyectos de infraestructura MEF (2020), lo define como una etapa en donde se elaboran los estudios a nivel de detalle del proyecto, se incluye la planificación, las especificaciones técnicas, metrados, presupuestos, etc.; en otras palabras, todos los documentos necesarios para la ejecución el proyecto. Asimismo, comprende todo el estudio del proyecto de construcción, tanto el estudio arquitectónico y de ingenierías; a través del diseño de proyectos se sustenta su viabilidad económica y técnica. Por otro lado, de acuerdo con Minagawa *et al.* (2015) y Cárdenas *et al.* (2018), en el diseño de proyectos de infraestructura es donde se conceptualiza y se planifica el proyecto de manera general, en esta etapa se deben tomar todas las decisiones pertinentes referente al proyecto de construcción; además, en esta etapa se perciben los mejores beneficios de ciertas metodologías o tecnologías a adoptar en beneficio del proyecto. De acuerdo con Perez, AJCproyectos (2020) y Jalaei *et al.* (2020), afirman y coinciden que en esta etapa se requiere de una planificación absoluta, para evitar futuras modificación en obras, igualmente, cada aspecto del diseño del proyecto se

coordina. Finalmente, esta sería la etapa más adecuada para realizar cambios al proyecto, la cual permitirá mitigar errores y ahorro de tiempo.

La variable Diseño de proyectos de infraestructura va a ser medida por los siguientes indicadores: (a) rendimientos en la elaboración de documentos técnicos y económicos, (b) interferencias detectadas entre especialidades y (c) tiempos de trabajo. Se empieza a detallar cada uno a continuación.

Rendimientos en la elaboración de documentos técnicos y económicos, este indicador se refiere a los rendimientos en la producción de los planos, metrados y presupuesto manifestada en horas hombre (hh) por metro cuadrado (m²) del área techada del proyecto a analizar. Rojas (2017), define a los rendimientos como indicadores del desempeño referente a un proceso, mediante una conexión de los recursos usados y los resultados logrados. Asimismo, Vázquez, Cruelles (2013) y Bohórquez *et al.* (2018) coinciden en que los rendimientos es la cantidad o número de trabajo que realiza una cuadrilla en una jornada, para llevar a cabo una producción. Como se mencionó anteriormente, este indicador de rendimientos analizará documentos técnicos y económicos, la cuales integra los planos del proyecto, los metrados y el presupuesto. Según la norma técnica de metrados y Vázquez (2014), los planos son la representación gráfica y conceptual de un proyecto u obra, integradas por plantas, secciones transversales, perfiles y esquemas gráficos complementarios. Por otro lado, de acuerdo con el Reglamento de la ley de contrataciones del estado (2015), define a los metrados como el computo o la cantidad a obtener de una partida establecida en el presupuesto de obra. Finalmente define al presupuesto como una representación por escrito del costo estimado del proyecto, conocido como el valor referencial.

Para las interferencias detectadas entre especialidades, de acuerdo con BIMnD (2017) y Mehrbod *et al.* (2019), lo define como el proceso que se realiza para detectar los errores o dificultades que se encuentran en los planos, es decir, detectar que distintos elementos no se atraviesen y ocupen un espacio en común. Asimismo, según Martins *et al.* (2019), el objetivo es gestionar el proyecto e integrar todas las especialidades en un solo producto, buscando suprimir los conflictos que se presenten, de manera que el producto a obtener sea un diseño eficiente y

optimizado; además, se encuentre debidamente compatibilizado de manera holística entre las especialidades correspondientes. Por otro lado, JLVConsultores (2019) menciona que es un trabajo de compatibilización, la cual tiene como fin, detectar los problemas o errores que se presentan en los planos, debido a una defectuosa representación gráfica, cuando las distintas especialidades no se encuentran integradas, para evitar que en obra no exista inconvenientes. Continuando con Martins *et al.* (2019), menciona que el costo de un proyecto aumenta a la medida que incrementa las interferencias o incompatibilidades. Existen muchas maneras de realizar las interferencias detectadas entre especialidades; el primero es el método tradicional para detectar interferencias es a través del software CAD, la cual se superponen los planos de todas las especialidades que componen el proyecto, en donde se debe identificar todas las potenciales interferencias que se podrían acontecer en obra, este trabajo en la manera tradicional se basa en la experiencia del revisor y en su habilidad cognitiva. La otra forma en detectar interferencias es a través del BIM, de acuerdo con Sacks *et al.* (2018) y Di Giuda *et al.* (2020), mencionan que la metodología BIM brinda grandes beneficios, una de ellas es la facilidad en las interferencias detectadas entre especialidades, a través del modelado paramétrico, pues este resuelve muchos conflictos de representación gráfica, y favorece en la reducción de los errores de dibujo o errores de diseño basados en interferencias.

Para los tiempos de trabajo, según Ybañez (2018) lo define como la gestión del tiempo, en donde se deben incluir todos los procesos necesarios que se requieren en la administración de un proyecto, para que este finalice a tiempo de acuerdo al cronograma establecido. Asimismo, García (2015), menciona que la naturaleza de un proyecto es tener un inicio y un fin, es decir un tiempo determinado; es administrar el tiempo de trabajo adecuadamente, con el objetivo de obtener la mayor productividad y eficiencia posible. Finalmente, de acuerdo con Díaz (2017) menciona que para gestionar el tiempo es necesario la creación de cronogramas acertados, asegurando que las fechas planificadas se puedan cumplir.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La presente investigación es del tipo Aplicada, de acuerdo con Valderrama (2013), este tipo de investigación tiene como finalidad construir, modificar y aplicar una realidad concreta, buscando resolver problemas de manera rápida, teniendo como objetivo principal obtener beneficios prácticos y/o utilizar los resultados.

Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación es experimental del tipo puro, de acuerdo con Hernández *et al.* (2014), a través de este diseño se manipulará la variable independiente para examinar su efecto o sus cambios aplicado a la variable dependiente en una situación de control. Además, contará con la aleatorización de los sujetos. Se muestra a continuación el siguiente esquema de diseño con post-test únicamente y grupo de control:

$$RG_1: X O_1$$

$$RG_2: - O_2$$

R=Asignación al azar, G₁=Grupo Experimental, G₂=Grupo Control, X=Tratamiento- Aplicar la metodología BIM, O₁= mediciones post-test del grupo experimental, O₂=mediciones post-test del grupo de control.

3.2. Variables y Operacionalización

Variable Independiente: Metodología BIM

La variable Metodología BIM es una variable del tipo cuantitativa de naturaleza continua y con la escala de medición del tipo razón o proporción. De acuerdo con Hernández *et al.* (2014), se considera variable a toda característica o propiedad que sea posible medir observar; además, menciona que el enfoque cuantitativo busca recolectar datos para aprobar la hipótesis con base en una medición numérica.

Definición Conceptual de la variable Independiente-Metodología BIM

La metodología BIM (Building Information Modeling), es una metodología de trabajo colaborativa, en donde se crea modelos digitales de proyectos, favoreciendo su gestión en todo el ciclo del proyecto. Estos modelos permiten integrar todo tipo de información: geométrica, tiempo, costes, ambiental, operación y mantenimiento, etc. Su principal objetivo es la aplicación de tecnologías que permiten y favorecen el aumento de colaboración entre todos los actores del proyecto. (Latorre *et al.*, 2019).

Variable dependiente: Diseño de proyectos de infraestructura

La variable Metodología BIM es una variable del tipo cuantitativa de naturaleza continua y con la escala de medición del tipo razón o proporción. De acuerdo con Hernández *et al.* (2014), se considera variable a toda característica o propiedad que sea posible medir observar; además, menciona que el enfoque cuantitativo busca recolectar datos para aprobar la hipótesis con base en una medición numérica.

Definición Conceptual de la variable dependiente- Diseño de proyectos de infraestructura

El diseño de proyectos de infraestructura es la etapa en donde se elaboran los estudios a nivel de detalle del proyecto, se incluye la planificación, las especificaciones técnicas, metrados, presupuestos, etc.; en decir, todos los documentos necesarios para la ejecución del proyecto. (MEF,2020)

Definición Operacional de la variable dependiente- Diseño de proyectos de infraestructura

El Diseño de proyectos de infraestructura fue medido por tres indicadores: (a) rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos, siendo la unidad de medida la unidad; (b) interferencias detectadas entre especialidades, teniendo como unidad de medida la unidad; y (c) tiempos de trabajo; siendo la unidad de medida el porcentaje. Para los tres indicadores se usó como instrumento de recolección de datos la ficha de observación.

Tabla 1**Matriz de Operacionalización de la Variable Dependiente - Diseño de proyectos de infraestructura**

Indicador	Instrumento	Frecuencia de Toma	U.M.	Fórmula
Rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos	Ficha de observación	10 veces por semana	Und	$X = \frac{\text{Horas hombre empleadas}}{\text{Metro cuadrado de área techada}}$
Interferencias detectadas entre especialidades	Ficha de observación	10 veces por semana	Und	$X = \frac{\text{Cantidad de interferencias encontradas}}{\text{Cantidad de especialidades revisadas}}$
Tiempos de trabajo	Ficha de observación	10 veces por semana	%	$X = \frac{\text{Horas hombre empleadas}}{\text{Horas hombre proyectadas}} \times 100$

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de operacionalización de la variable Diseño de proyectos de infraestructura se muestra en el Anexo 02.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

De acuerdo con Hernández *et al.* (2014) indica que la población es el conjunto de elementos que serán estudiados y en donde se pretende extender los resultados, además la población debe de concordar con ciertas especificaciones. Para este estudio de investigación se consideró como población a la cantidad de datos a observar, es decir, 60 tomas de datos para los dos primeros indicadores y 50 tomas de datos para el tercer indicador.

Tabla 2**Población de la Investigación**

Población	Cantidad	Indicador
Toma de datos	60	Rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos
Toma de datos	60	Interferencias detectadas entre especialidades
Toma de datos	50	Tiempos de trabajo

Fuente: Elaboración propia.

Muestra

Para Hernández *et al.* (2014) define a la muestra como una subclase de la población, este formado por un subconjunto de muestra representativas. En el presente trabajo de investigación se utilizó como tamaño de muestra a 50 tomas de datos para los dos primeros indicadores y 30 tomas de datos para el tercer indicador; asimismo, se tomará la cantidad iguales para cada indicador en referencia al post-test del grupo de control y post-test del grupo experimental.

Muestreo

El tipo de muestreo seleccionado es probabilístico, de acuerdo con Hernández *et al.* (2014), menciona que en el muestreo probabilístico su elección se da mediante elementos que requiere de la probabilidad, selecciona una pequeña parte de la muestra a investigar; asimismo, toda la población tiene la misma probabilidad de ser escogidos para la muestra, y se obtiene estableciendo las propiedades o características de la población y el tamaño de muestra. La técnica usada fue muestro aleatorio simple sin reemplazo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

De acuerdo con Hernández *et al.* (2014), las técnicas de recolección de datos son las distintas maneras para conseguir información, y de ello depende de la validez del estudio. En la presente investigación se aplicó como técnica de recolección de datos la observación, según Hernández *et al.* (2014), menciona que la técnica observación consiste en recolectar información ordenada, válida y confiable del comportamiento y procesos observables a través de los indicadores.

Instrumentos de recolección de datos

De acuerdo con Hernández *et al.* (2014), los instrumentos de medición de recolección de datos son recursos que permiten la recolección de datos cuantitativos u obtener información. La presente investigación empleó como

instrumentos de recolección de datos la ficha de observación, mediante estas fichas se logró los objetivos establecidos y permitió recaudar la información requerida frente a un post-test del grupo de control y post-test del grupo experimental. A continuación, se muestra la ficha técnica del instrumento de recolección.

Tabla 3

Ficha Técnica del Instrumento

Nombre del instrumento:	Ficha de observaciones de medición del indicador
Autor:	Luz Enith Atahualpa Heras
Año:	2020
Descripción:	
Tipo de Instrumento:	Ficha de Observación
Objetivo:	Determinar que la metodología BIM mejora el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C. Arquitectos-Ingenieros S.R.L., Lima-2020.
Indicadores:	a) Rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos b) Interferencias detectadas entre especialidades c) Tiempos de trabajo
Número de tomas a recolectar :	50/30
Aplicación:	Directa

Fuente: Elaboración propia.

Validez

Hernández *et al.* (2014) define la validez como el grado en que un instrumento cuantifica la variable que intenta demostrar. La validez de la presente investigación se determinó a través juicio de expertos, compuesto por tres profesionales relacionados con la temática; de acuerdo con Valderrama (2013) menciona que el juicio de expertos está compuesto por un grupo de personas, en donde cada uno de ellos emiten un veredicto del instrumento, valorando la claridad, pertinencia y relevancia; este, con sentido lógico y empleando toda su expertiz.

Tabla 4

Expertos que validaron el instrumento de recolección de datos cuantitativos

DNI	Grado Académico, Apellido y nombres	Institución donde labora	Calificación
08146730	Mg. Nieto Fernández, Gaby Jessica	Universidad Cesar Vallejo	Aplicable
09619433	Mg. Alegre Milla, Marita Teodosia	J&MConstructores S.A.C	Aplicable
41077297	Mg. Mejía Izquierdo, Norma Rocio	Provías Nacional	Aplicable

Fuente: Elaboración propia.

Confiabilidad

De acuerdo con Hernández *et al.* (2014) declara que la confiabilidad es el grado en donde el instrumento produce resultados coherentes y consistentes; asimismo, la escala del cálculo de confiabilidad debe oscilar entre cero y uno, siendo el cero una confiabilidad nula y el uno la máxima confiabilidad. En el presente trabajo de investigación, para determinar la confiabilidad del instrumento se empleó el Coeficiente Alfa Cronbach, mediante el software IBM SPSS V25 en la prueba piloto para una muestra de 20 tomas de datos obteniendo un alto grado de confiabilidad por cada indicador. Asimismo, se corroboró la confiabilidad con la totalidad de la muestra de 50 y 30 tomas de datos, evidenciando que existe un alto grado de confiabilidad del instrumento, las cuales se presentan a continuación.

Tabla 5

Estadísticas de Confiabilidad

Indicador	N° de elementos	Registros	Alfa de Cronbach Aplicación Piloto	Registros	Alfa de Cronbach Aplicación total
Rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos	2	20	0.762	50	0.768
Interferencias detectadas entre especialidades	2	20	0.899	50	0.900
Tiempos de trabajo	2	20	0.849	30	0.868

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Procedimientos

Para la presente investigación se precisó de las variables dependiente e independiente; asimismo, para la recolección de datos se usó como técnica la observación; además, se construyó el instrumento de recolección de datos siendo en este caso la ficha de observación; luego, se emitió la validez del instrumento mediante el juicio de expertos, para la aplicación de la prueba piloto y la aplicación total, dónde se recolectó y verificó los resultados obtenidos de la muestra post-test del grupo de control y post-test del grupo experimental, las cuales se arrojó en una

base de datos usando el software Microsoft Excel, para que finalmente pueda determinarse el grado de confiabilidad mediante el coeficiente alfa de cronbach, mostrando la congruencia y coherencia del instrumento medido en esquemas adecuados.

3.6. Método de análisis de datos

De acuerdo al análisis de datos de la presente investigación, referente al post-test del grupo de control y post-test del grupo experimental, se usó herramientas digitales como Microsoft Excel y el software estadístico IBM SPSS V25.

En cuanto al análisis descriptivo, se usó tablas y figuras, exponiendo medidas de tendencia central usando la media, se realizó su interpretación o lectura por cada indicador, datos emitidos por el instrumento, lo cual ayudó a fijar de manera visual y estructurada la comprensión sencilla de todos los datos numéricos.

Finalmente, para el análisis inferencial, se comprobó la normalidad de los datos obtenidos mediante la prueba Test de Shapiro Wilk; Además, se usó para la contratación de la hipótesis la prueba no paramétrica de los rangos con signo de Wilcoxon, está proviene de la prueba paramétrica t para muestras relacionadas y la prueba t Student (para distribución normal).

3.7. Aspectos éticos

Para garantizar la integridad en la presente investigación, se cumplió con honestidad los estándares de ética de la Universidad Cesar Vallejo-Resolución de Consejo 0262-2020UCV, las cuales sostienen la correcta transparencia y veracidad de la información. Es importante mencionar que la investigación empleó codificaciones que estarán regidas bajo las normas APA. Tomando en cuenta la veracidad de todo lo exhibido en el siguiente proyecto, se asumió la responsabilidad y el compromiso de las políticas de uso jurídico y ético, respetando y manteniendo la privacidad de las mismas. Además, para la autenticidad de los datos recolectados y para respetar las políticas anti plagio, se hizo uso del software Turnitin.

IV. RESULTADOS

Análisis descriptivos

Tabla 6

Medidas descriptivas del indicador: rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos, Interferencias detectadas entre especialidades, tiempos de trabajo antes y después de implementar Metodología BIM

	N	Mín.	Máx.	Media	Desv.
Rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos-PosTest (G ₂)	50	0.0007	0.0122	0.005463	0.0036985
Rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos-PosTest (G ₁)	50	0.0004	0.0053	0.002295	0.0014868
Interferencias detectadas entre especialidades-PosTest (G ₂)	50	0.33	4.50	1.2433	0.83856
Interferencias detectadas entre especialidades-PosTest (G ₁)	50	1.00	7.50	2.4200	1.29505
Tiempos de trabajo-PosTest (G ₂)	30	50.00	96.67	73.7654	12.64828
Tiempos de trabajo-PosTest (G ₁)	30	33.33	71.79	52.1565	9.49050

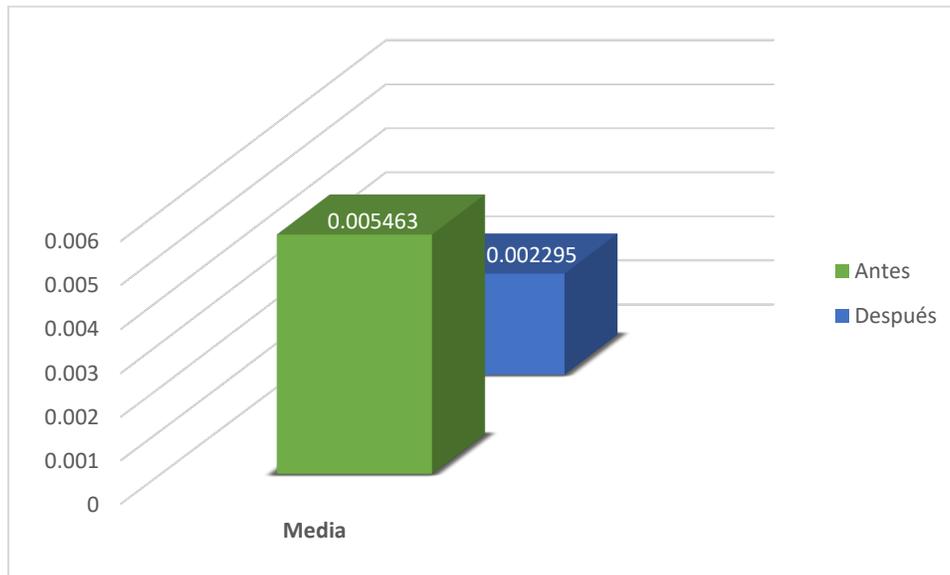
Fuente: Elaboración propia, datos procesados en el Software IBM SPSS V25.

Medidas descriptivas del indicador: rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos antes y después de implementar la Metodología BIM.

En la figura 1 se refleja el comportamiento del indicador rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos antes y después de la implementación de la Metodología BIM en base a los datos obtenidos en la ficha de observaciones, por lo cual, se puede concluir que el rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos mejoró un 58% o 0.0032 veces que se redujo los rendimientos.

Figura 1

Histograma de la media del Rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económico



En la tabla 6 se muestra los datos descriptivos del indicador rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económico, en el post-test(G_2) de la muestra la media es 0.005463 veces y el valor del post-test(G_1) fue de 0.002295 veces que se redujo los rendimientos. En resumen, existe una mejora significativa después de implementar la Metodología BIM. Asimismo, es necesario nombrar que la media para ambos casos se ubica más cerca a los rangos mínimos y que la desviación estándar promedio para el post-test(G_2) es 0.0036985 y para el post-test(G_1) es 0.0014868 veces que se desvían de la media.

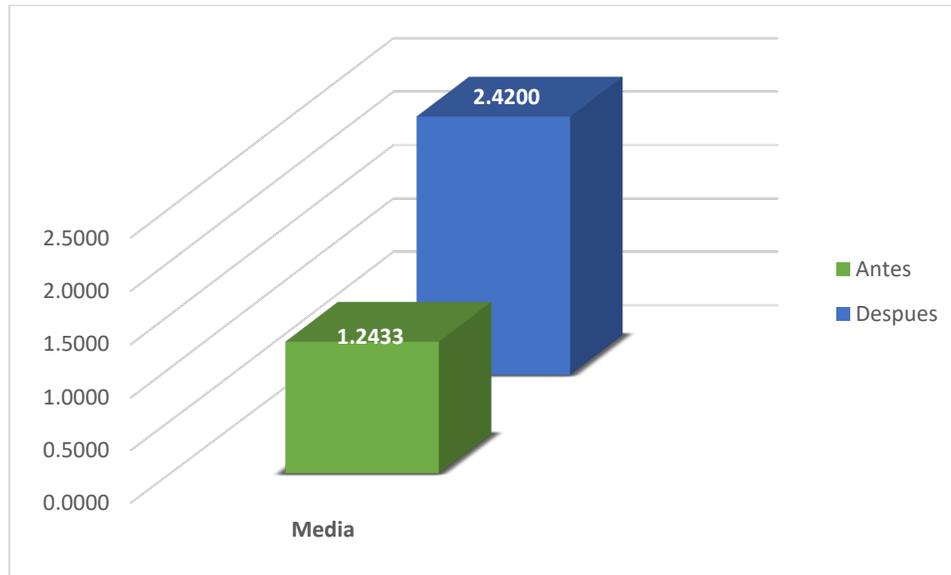
Medidas descriptivas del indicador: interferencias detectadas entre especialidades antes y después de implementar Metodología BIM.

En la figura 2 se refleja el comportamiento del indicador interferencias detectadas entre especialidades antes y después de la implementación de la Metodología BIM en base a los datos obtenidos en la ficha de observaciones, por lo cual, se puede

concluir que las interferencias detectadas entre especialidades mejoraron un 94% o 1.18 veces que se identifican las interferencias.

Figura 2

Histograma de la media de interferencias detectadas entre especialidades



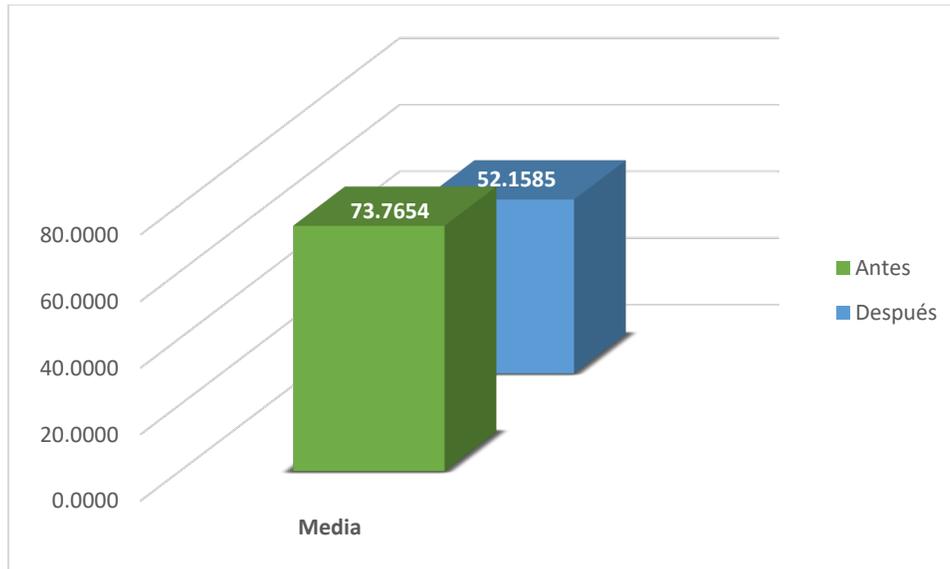
En la tabla 6 se muestra los datos descriptivos del indicador interferencias detectadas entre especialidades, en el post-test (G_2) de la muestra la media es 1.2433 veces y el valor del post-test (G_1) fue de 2.42 veces que se identifican las interferencias. En resumen, existe una mejora significativa después de implementar la Metodología BIM. Asimismo, es necesario nombrar que la media para ambos casos se ubica más cerca a los rangos mínimos y que la desviación estándar promedio para el post-test (G_2) es 0.83856 y para el post-test (G_1) es 1.2951 veces que se desvían de la media.

Medidas descriptivas del indicador: tiempos de trabajo antes y después de implementar Metodología BIM.

En la figura 3 se refleja el comportamiento del indicador tiempos de trabajo antes y después de la implementación de la Metodología BIM en base a los datos obtenidos en la ficha de observaciones, por lo cual, se puede concluir que los tiempos de trabajo mejoró un 29.29% o 21.61 veces que disminuye en el tiempo de trabajo.

Figura 3

Histograma de la media de tiempos de trabajo



En la tabla 6 se muestra los datos descriptivos del indicador tiempos de trabajo, en el post-test (G_2) de la muestra la media es 73.7654 veces y el valor del post-test (G_1) fue de 52.1585 veces que disminuye en el tiempo de trabajo. En resumen, existe una mejora significativa después de implementar la Metodología BIM. Asimismo, es necesario nombrar que la media para ambos casos se ubica más cerca a los rangos mínimos y que la desviación estándar promedio para el post-test (G_2) es 12.6483 y para el post-test (G_1) es 9.4905 veces que se desvían de la media.

Análisis inferencial

Prueba de normalidad

Se desarrolló con la prueba de Shapiro-Wilk, debido a que el número de toma de datos recolectadas es como máximo 50; esta prueba se aplicó mediante el software IBM SPSS V25, con un nivel de confianza del 95%, en donde se puede deducir que si el valor de significancia es menor a 0.05 acoge una distribución no normal, por lo que se emplea la prueba de Wilcoxon; en el caso que presentará una distribución normal se aplicaría la prueba t de Student.

Tabla 7

Pruebas de normalidad de los indicadores rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos, Interferencias detectadas entre especialidades y tiempos de trabajo antes y después de implementar la Metodología BIM

	Shapiro Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos-PosTest(G ₂)	0.890	50	0.000
Rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos-PosTest(G ₁)	0.906	50	0.001
Interferencias detectadas entre especialidades-PosTest(G ₂)	0.866	50	0.000
Interferencias detectadas entre especialidades-PosTest(G ₁)	0.866	50	0.000
Tiempos de trabajo-PosTest(G ₂)	0.946	30	0.130
Tiempos de trabajo-PosTest(G ₁)	0.985	30	0.943

Elaboración propia, datos procesados en el Software IBM SPSS V25.

A continuación, se describen los resultados de las pruebas de normalidad de los respectivos indicadores: rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos, Interferencias detectadas entre especialidades y tiempos de trabajo antes y después de implementar la Metodología BIM.

Pruebas de normalidad del indicador: rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos

Formulación de hipótesis estadística:

H₀: Los datos del indicador rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos presentan una distribución normal.

H₁: Los datos del indicador rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos no presentan una distribución normal.

En la tabla 7, los resultados alcanzados en la prueba reflejaron que el valor de significancia de la muestra del indicador rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos antes fue 0.000 y después fue 0.001 cuyos valores son menores al error asumido de 0.05 entonces se rechaza la hipótesis nula, deduciendo que el indicador no se distribuye normalmente.

Pruebas de normalidad del indicador: Interferencias detectadas entre especialidades

Formulación de hipótesis estadística:

H₀: Los datos del indicador interferencias detectadas entre especialidades presentan una distribución normal.

H₁: Los datos del indicador interferencias detectadas entre especialidades no presentan una distribución normal.

Asimismo, los resultados alcanzados en la prueba reflejaron que el valor de significancia de la muestra del indicador interferencias detectadas entre especialidades antes y después fue 0.000 cuyo valor es menor al error asumido de 0.05 entonces se rechaza la hipótesis nula, deduciendo que el indicador no se distribuye normalmente.

Pruebas de normalidad del indicador: tiempos de trabajo

Formulación de hipótesis estadística:

H₀: Los datos del indicador tiempos de trabajo presentan una distribución normal.

H₁: Los datos del indicador tiempos de trabajo no presentan una distribución normal.

Además, los resultados alcanzados en la prueba reflejaron que el valor de significancia de la muestra del indicador tiempos de trabajo antes fue 0.130 y después fue 0.943 cuyos valores son mayores al error asumido de 0.05 entonces no se rechaza la hipótesis nula, deduciendo que el indicador se distribuye normalmente.

Prueba de hipótesis

Tabla 8

Pruebas de Wilcoxon de los indicadores rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos, Interferencias detectadas entre especialidades antes y después de implementar la Metodología BIM

	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
	Z	Sig. Asint. (bilateral)
Rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos PostTest (G ₂)- Post Test(G ₁)	-6.154	0.000
Interferencias detectadas entre especialidades PostTest(G ₂) - Post Test(G ₁)	-6.069	0.000

Fuente: Elaboración propia en base a datos procesados en el Software IBM SPSS V25.

Hipótesis específica 1: Indicador rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos

Formulación de la hipótesis estadística:

H₀: La aplicación de la metodología BIM no mejora significativamente el rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos en la empresa A.B.C. Arquitectos-Ingenieros S.R.L., Lima-2020.

H₁: La aplicación de la metodología BIM mejora significativamente el rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos en la empresa A.B.C. Arquitectos-Ingenieros S.R.L., Lima-2020.

Contrastación de hipótesis:

Para la contrastación de la hipótesis se realizó la prueba de Wilcoxon, se visualiza en la tabla 8 que el valor de significancia es de 0.000 hallándose menor al valor alfa de 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula. De igual forma, el valor de Z es de -6.154, se ubica en la zona de rechazo de la hipótesis nula.

Hipótesis específica 2: Indicador Interferencias detectadas entre especialidades

Formulación de la hipótesis estadística:

H₀: La aplicación de la metodología BIM no mejora significativamente las Interferencias detectadas entre especialidades en la empresa A.B.C. Arquitectos-Ingenieros S.R.L., Lima-2020.

H₁: La aplicación de la metodología BIM mejora significativamente las interferencias detectadas entre especialidades en la empresa A.B.C. Arquitectos-Ingenieros S.R.L., Lima-2020.

Contrastación de hipótesis:

Para la contrastación de la hipótesis se realizó la prueba de Wilcoxon, se visualiza en la tabla 8 que el valor de significancia es de 0.000 hallándose menor al valor alfa de 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula. De igual forma, el valor de Z es de -6.069, se ubica en la zona de rechazo de la hipótesis nula.

Tabla 9

Prueba de t de Student para medidas de muestras relacionadas del indicador tiempos de trabajo antes y después de implementar la Metodología BIM

		<i>Diferencias relacionadas</i>							
		Media	Desv. Deviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					inferior	Superior			
Par 1	Tiempos de trabajo PosTest(G ₂) - Post Test(G ₁)	21.60890	7.64881	1.39648	18.75279	24.46502	15.474	29	0.000

Fuente: Elaboración propia en base a datos procesados en el Software IBM SPSS V25.

Hipótesis específica 3: Indicador tiempos de trabajo

Formulación de la hipótesis estadística:

H₀: La aplicación de la metodología BIM no mejora significativamente los tiempos de trabajo en la empresa A.B.C. Arquitectos-Ingenieros S.R.L., Lima-2020.

H₀: $\mu_1 \leq \mu_2$

H₁: La aplicación de la metodología BIM mejora significativamente los tiempos de trabajo en la empresa A.B.C. Arquitectos-Ingenieros S.R.L., Lima-2020.

H₁: $\mu_1 \geq \mu_2$

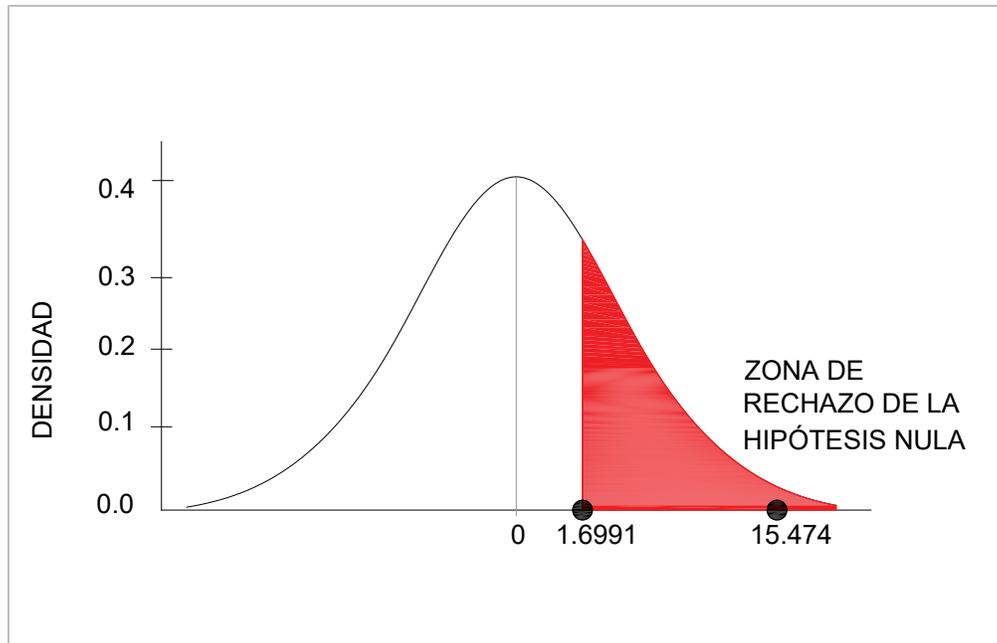
Contrastación de hipótesis:

Para la contrastación de la hipótesis se realizó la prueba de t Student, se visualiza en la tabla 9 que el valor estadístico de t de Student de 15.474, este ubicándose en la zona de rechazo de la hipótesis nula, como se muestra en la figura 4. De igual forma, presenta un valor de significancia de 0.000 hallándose menor al valor alfa de 0.05, por lo cual se rechaza la hipótesis nula.

En la figura 4 se observa la representación gráfica de la prueba t de Student con grados de libertad (gl)= n -1 = 29 y un nivel de significancia de 0,05, se ha ubicado en la tabla de la distribución del t, el valor del t-crítico, cuyo valor es igual a +1.6991. Siendo el valor t mayor al valor crítico (+1.6991), ubicándose en la zona de rechazo, por lo cual se rechaza la hipótesis nula.

Figura 4

Representación gráfica de distribución del t de Student



V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación realizada señalan los cambios mostrados en los tres indicadores pertenecientes a la variable dependiente - Diseño de proyectos de infraestructura, después de la implementación de la variable independiente- Metodología BIM en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020.

Indicador N°1: Rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos

En el análisis descriptivo se visualizó la diferencia de rendimientos de 50 tomas realizadas, muestras que en el Post-test(G_2) y Post-test(G_1) experimento una mejoría en un 58%, es decir, los rendimientos disminuyen con la metodología BIM, con una diferencia numérica en la media de 0.0032, lo que significa que en promedio se requiere menos horas hombre aplicando la metodología BIM.

Asimismo, en el análisis inferencial referente a la prueba de normalidad se tuvo como resultado que el valor P es menor a 0.05, tanto como para el Post-Test(G_2) es de 0.000 y para el Pos-Test(G_1) es de 0.001, el resultado confirmó que la distribución es, no normal, y para la contrastación de la hipótesis se utilizó la prueba no paramétrica de Rango de Wilcoxon y se confirmó que el valor de la significancia es de 0.000, el cual definitivamente es menor que el valor alfa de 0.05, por lo tanto la hipótesis nula es rechazada, en consecuencia, se concluye que al implementar la metodología BIM mejora significativamente el rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020.

Los resultados contrastan y son mejores con los antecedentes siguientes: Rojas (2017) quien confirma que el uso adecuado de la Metodología BIM en la elaboración de planos y metrados en la etapa de diseño mejora los rendimientos de producción de ello; los rendimientos con la metodología BIM son mejores al compararlo con la metodología tradicional, logrando obtener en datos numéricos

0.0624 hh/m² menos o en porcentaje mejora en 43.00%, en otras palabras, se requiere mayor horas hombre aplicando el trabajo tradicional.

Además, Murguía *et al.* (2017) confirma que en Lima y Callao el 61% de empresas que usan la metodología BIM inician en etapas tempranas, es decir, en el diseño de proyectos de infraestructura lo cual involucra a la elaboración de documentos técnicos y económicos, con el fin de obtener todas las ventajas en cuanto a la mejoría de rendimientos, tiempo, etc.

Asimismo, Porras *et al.* (2015), afirma que con BIM la elaboración de presupuestos o metrados resulta ser muy eficiente y beneficioso, ya que minimiza la opción de variabilidad y para ejecutar dichas tareas se requiere menos horas hombre.

De igual manera, Gonzales (2015), reafirma que la metodología BIM aporta muchos beneficios en la gestión de proyectos de construcción. Además, la principal limitante que se encuentra en la implementación de la metodología BIM, es el trabajo tradicional; por otro lado, para el uso del BIM, es necesario que todos los actores hablen en el mismo idioma, quiere decir, deben de generar un modelo central compartido y único; y finalmente, los beneficios que se obtienen de la metodología BIM son muchos, por un lado, este modelo digital permite obtener la información que se requiera, por otro lado, la obtención de cuantificaciones y costes, es mucho más ágil y eficiente al compararlo con la metodología tradicional, por lo que se requiere menos hh/m².

Alineado con el escenario conceptual del indicador se encuentra a Rojas (2017), Vázquez & Cruelles (2013), coinciden en que los rendimientos son indicadores del desempeño referente a un proceso, mediante una conexión de los recursos usados y los resultados logrados. Además, mencionan que los rendimientos es la cantidad o número de trabajo que realiza una cuadrilla en una jornada, para llevar a cabo una producción. Este indicador analiza los documentos técnicos y económicos.

Indicador N°2: Interferencias detectadas entre especialidades

En el análisis descriptivo se visualizó la diferencia en cantidad de Interferencias detectadas de 50 tomas realizadas, muestras que en el Post-test(G_2) y Post-test(G_1) experimento una mejoría en un 94%, con una diferencia numérica en la media de 1.18, lo que significa que en promedio se identifican mayor cantidad de interferencias entre especialidades aplicando la metodología BIM a comparación de la metodología tradicional.

Asimismo, en el análisis inferencial referente a la prueba de normalidad se tuvo como resultado que el valor P es menor a 0.05, tanto como para el Post-Test(G_2) es de 0.000 y para el Pos-Test(G_1) es de 0.000, el resultado confirmó que la distribución es, no normal, y para la contrastación de la hipótesis se utilizó la prueba no paramétrica de Rango de Wilcoxon y se confirmó que el valor de la significancia es de 0.000, el cual definitivamente es menor que el valor alfa de 0.05, por lo tanto la hipótesis nula es rechazada, en consecuencia, se concluye que al implementar la metodología BIM mejora significativamente las interferencias detectadas entre especialidades en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020.

Los resultados contrastan con los antecedentes siguientes: Ybañez (2018) quien confirma que el uso adecuado de la Metodología BIM en la fase de diseño de una edificación mejora las interferencias detectadas entre especialidades. De manera que optimiza la fase de diseño en una edificación, permitiendo la anticipación de reconocimiento de incompatibilidades entre las diferentes especialidades, la cual generaría retrasos y gastos excesivos, la magnitud del beneficio se cuantifica en 270.83% en mejoría total del proyecto; el trabajo de investigación permitió detectar previamente interferencias aplicando la metodología BIM, en total 142; en cambio con la metodología tradicional 54.

Asimismo, Almonacid *et al.* (2015) confirma que el uso adecuado de la Metodología BIM en la fase de diseño mejora y tiene gran relevancia para las interferencias detectadas entre especialidades o conflictos, ya que produce una mejora en cuanto

a la comunicación entre las diversas especialidades enriqueciendo de manera integral el proyecto.

Alineado con el escenario conceptual del indicador se encuentra Martins *et al.* (2019) menciona que las interferencias detectadas entre especialidades tienen como objetivo gestionar el proyecto e integrar todas las especialidades en un solo producto, buscando suprimir los conflictos que se presenten, de manera que el producto a obtener sea un diseño eficiente y optimizado; además, se encuentre debidamente compatibilizado de manera holística entre las especialidades correspondientes.

Indicador N°3: Tiempos de trabajo

En el análisis descriptivo se visualizó la diferencia en la disminución del tiempo de 30 tomas realizadas, muestras que en el Post-test(G₂) y Post-test(G₁) experimento una mejoría en un 29.29%, con una diferencia numérica en la media de 21.61, lo que significa que en promedio se disminuye el tiempo de trabajo aplicando la metodología BIM a comparación de la metodología tradicional.

Asimismo, en el análisis inferencial referente a la prueba de normalidad se tuvo como resultado que el valor *P* es mayor a 0.05, tanto como para el Pos-Test(G₂) es de 0.130 y para el Pos-Test(G₁) es de 0.943, el resultado confirmó que la distribución es, normal, y para la contrastación de la hipótesis se utilizó la prueba paramétrica *t* de Student, siendo el valor de 15.474, este ubicado en la zona de rechazo y se confirmó que el valor de la significancia es de 0.000, el cual definitivamente es menor que el valor alfa de 0.05, por lo tanto la hipótesis nula es rechazada, en consecuencia, se concluye que al implementar la metodología BIM mejora significativamente los tiempos de trabajo en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020.

Los resultados contrastan con los antecedentes siguientes: Ybañez (2018), Cerón y Liévano (2017) & Almonacid *et al.* (2015) quienes confirman que el uso adecuado de la Metodología BIM en la fase de diseño de una edificación mejora los tiempos de trabajo. De manera que optimiza la fase de diseño en una edificación,

permitiendo la disminución de tiempo requerido. la cual se refleja en reducciones de tiempo de resolución de los RFI (información requerida).

Además, Gonzales (2015), afirma que la metodología BIM, gracias al modelo digital permite obtener la información que se requiera de manera más rápida, por otro lado, la obtención de cuantificaciones, es mucho más ágil y eficiente al compararlo con la metodología tradicional.

Finalmente, Maia *et al.* (2015), niega que la metodología BIM aporte tiempos de trabajo; mencionando que el tiempo a emplear en las primeras etapas de diseño con la metodología BIM, es superior al resto de etapas.

Alineado con el escenario conceptual del indicador se encuentra a Ybañez, (2018) define a los tiempos de trabajo como la gestión del tiempo, en donde se deben incluir todos los procesos necesarios que se requieren en la administración de un proyecto, para que este finalice a tiempo de acuerdo al cronograma establecido. Asimismo, García (2015), menciona que la naturaleza de un proyecto es tener un inicio y un fin, es decir un tiempo determinado; es administrar el tiempo de trabajo adecuadamente, con el objetivo de obtener la mayor productividad y eficiencia posible. Finalmente, de acuerdo con Díaz (2017) menciona que para gestionar el tiempo es necesario la creación de cronogramas acertados, asegurando que las fechas planificadas se puedan cumplir.

Referente al objetivo general

La consecuencia de la implementación de la metodología BIM, en el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020, se obtuvo resultados positivos como es del indicador rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos que el valor en mejoría es de un 58.00%, en donde los rendimientos disminuyeron obteniendo menor hh/m² para realizar una función con la metodología BIM, lo cual muestra beneficios a a corto y largo plazo. Es decir, usando los métodos tradicionales tendrán la necesidad que requerir más hh/m² vs la metodología BIM.

Así mismo, también se visualizó que sucedió algo similar en el indicador interferencias detectadas entre especialidades, ya que el valor que se obtuvo de mejoría después de la implementación de dicha herramienta, es de un 94.00%, este dato señaló que la metodología BIM mejora y puede anticipar con mayor detalle un evento de incompatibilidad entre las especialidades, las cuales generarían sobrecostos y retrasos posteriormente, por lo que se convierte en un beneficio significativo para la variable dependiente. Finalmente, los resultados obtenidos en el tercer indicador que son tiempos de trabajo, confirma una disminución en el tiempo de trabajo usando la metodología BIM, esta mejora representa un 29.29%, con relación al escenario anterior.

En consecuencia, la metodología BIM mejora significativamente el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C. Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020. Estos resultados contrastan con los antecedentes siguientes: Ybañez (2018), Jobim *et al.* (2017) & Rojas (2017) quienes confirman que la Metodología BIM emplea grandes beneficios en un proyecto de construcción, sobre todo mejora la fase de diseño, es decir mejora la producción de planos y metrados, permite la anticipación de reconocimiento de incompatibilidades y permite la reducción de los tiempos de trabajo. Asimismo, Murguía (2019) confirma que el uso más frecuente de la metodología BIM, se encuentra ubicado en la fase de diseño de proyectos de infraestructura, esto por sus beneficios.

Referente a la metodología

La metodología utilizada ha permitido fortalecer la investigación, ya que, al ser del diseño de investigación experimental puro, posibilita controlar la validez interna del experimento mediante la asignación aleatoria. Asimismo, mediante las pruebas post-test(G₂) y post-test(G₁) se pudo medir el cambio aplicado con mayor exactitud, con el propósito de describir sus resultados, identificando la relación de causa y efecto, es decir, la relación directa entre las variables de la investigación. Además, permitió conocer la situación actual del flujo de trabajo de la empresa en relación a los indicadores.

Es importante señalar que el uso de las fichas de observación como instrumento de recolección de datos favoreció en gran medida la obtención de estos, ya que estos fueron extraídos en situ o en campo de manera inmediata; finalmente, los indicadores establecidos en el trabajo de investigación permitieron conocer que la empresa en estudio se encuentra preocupada por disponer de la información necesaria para la medición de la variable dependiente.

En cuanto a la relevancia social científica, la investigación proporciona la expansión de conocimiento en el área de diseño de proyectos de infraestructura bajo el entorno BIM; por otro lado, esta metodología puede ser aplicada en otros procesos similares de la organización y organizaciones del mismo rubro.

VI. CONCLUSIONES

1. A raíz de los resultados obtenidos en esta investigación realizada en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L, se determina que con la implementación de la metodología BIM, mejora significativamente el diseño de proyectos de infraestructura, donde los puntos fuertes de mejora son los indicadores, como se demuestra que el rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos mejoro, es decir disminuyo en su promedio en un 58.00% ,como también las interferencias detectadas entre especialidades mejoró en su promedio en un 94.00%, con este dato se reflejó que se identifican en mayor cantidad las interferencia entre especialidad aplicando la metodología BIM y por último el indicador tiempos de trabajo, mejoro en su promedio en un 29.29%, en la disminución en el tiempo de trabajo.
2. En cuanto al primer indicador que es rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos, se visualizó la mejora después de la aplicación de la metodología BIM en el diseño de proyectos de infraestructura, ya que aumentó en un 58.00% en promedio, en la disminución de rendimientos, lo que significa que se requiere menos horas hombre aplicando la metodología BIM.
3. Para el segundo indicador que es Interferencias detectadas entre especialidades, la mejora después de la aplicación de la metodología BIM en el diseño de proyectos de infraestructura, ya que aumentó en un 94.00% en promedio, en la identificación de interferencias, este incremento porcentual señala que se identifican mayor cantidad de interferencias entre especialidades aplicando la metodología BIM a comparación de la metodología tradicional.

4. Para el tercer indicador que es tiempos de trabajo, se visualizó la mejora después de la aplicación de la metodología BIM en en el diseño de proyectos de infraestructura, ya que aumentó en un 29.29% en promedio, reflejando la eficiencia en tiempos de trabajo de horas hombres empleadas vs las horas hombres proyectadas.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para sostener los resultados positivos en los tres indicadores, obtenidos por la investigación realizada a la empresa A.B.C. Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020, después de la implementación de la metodología BIM para el diseño de proyectos de infraestructura, se precisa al gerente de proyectos realizar constantes capacitaciones para la integración de los especialistas en la metodología BIM, así mismo una mayor inversión en los softwares; además, que la integración de la información en entornos compartidos de datos debe darse en todo el ciclo del proyecto y finalmente se recomienda que esta metodología se siga implementando con el objetivo de lograr todos los beneficios en el proceso de diseño de infraestructura.
2. En cuanto al indicador rendimientos en la elaboración de documentos técnicos y económicos, se recomienda al gerente de proyectos, implementar la metodología BIM en toda la etapa del proyecto, para clientes del sector privado y del estado, pues se ha corroborado la reducción de los tiempos en la ejecución de trabajos referente al diseño de proyectos de infraestructura. Además, se recomienda desarrollar y mejorar la medición de la productividad en la elaboración de los trabajos, para el cálculo de tiempo y de acuerdo a ello, tener un mejor cronograma.
3. Para el indicador interferencias detectadas entre especialidades, se recomienda al gerente de proyectos de infraestructura, usar la metodología BIM para fines de identificación de conflictos entre todas especialidades, si bien es cierto que se usan en las principales especialidades, este se debe aplicarse a todas. Debido a que se ha corroborado el aumento en cantidad de las interferencias detectadas usando la metodología BIM.
4. Para el indicador tiempos de trabajo, se recomienda al gerente de proyectos, a mejorar el cronograma de trabajo a tiempos con mayor exactitud, para obtener un mejor cálculo de diferencia entre horas hombres empleadas vs horas hombres proyectadas.

REFERENCIAS

- AJCproyectos (2020), Ingeniería de proyectos. Ajcproyectos. Recuperado de <http://www.ajcproyectos.com/ingenieria-de-proyectos/?gclid>
- Almonacid, K., Navarro, J. & Rodas, I. (2015). *Propuesta de metodología para la implementación de la tecnología BIM en la empresa constructora e inmobiliaria "IJ Proyecta"*. [Tesis de maestría]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/617477/Proyecto%20Tesis_MDC.pdf?sequence=5
- Almeida, A. (11 de abril 2019). BIM en el Perú. RPP noticias. Recuperado de <https://rpp.pe/columnistas/alexandrealmeida/bim-en-el-peru-noticia-1190692>
- BIMnD (2017). Clash Detection o Interferencias detectadas/Imprescindible. España. Recuperado de <https://www.bimnd.es/clash-detection-deteccion-interferencias-bim-sencillamente-imprescindible/>
- Bohórquez, J., Porras, H., Sánchez, O. & Mariño, M. (2018). Planificación de recursos humanos a partir de la simulación del proceso constructivo en modelos BIM 5D. *Entramado*, 14(1), 252-267. doi.org/10.18041/entramado.2018v14n1.27106
- Cárdenas, C., Zapata, P., & Lozano, N. (2018). Integración de las metodologías Building Information Modeling 5D y Earned Value Management a través de una herramienta computacional. *Revista ingeniería de construcción*, 33(3), 263-278. doi.org/10.4067/S0718-50732018000300263
- Cerón, I. & Liévano, D. (2017). *Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida en un proyecto*. [Tesis de pregrado]. Universidad Católica de Colombia. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15347/1/PLAN%20DE%20IMPLEMENTACION%20DE%20METODOLOGIA%20BIM.pdf>
- Costin, A., Adibfar, A., Hu, H. & Chen, S. (2018). Building Information Modeling (BIM) for transportation infrastructure – Literature review, applications,

challenges, and recommendations. *Automation in Construction*, 94 (1), 257-281. doi.org/10.1016/j.autcon.2018.07.001.

Cruelles, A. (2013). *Productividad e incentivos: Cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. Barcelona-España, Marcombo S.A.

Díaz, J. (2017). La gestión del alcance y el tiempo de un proyecto. [Gestión de proyectos]. Conexión Esan. Recuperado de <https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2017/03/27/la-gestion-del-alcance-y-el-tiempo-de-un-proyecto/>

Di Giuda, G. M., Giana, P., Paleari, F., Schievano, M., Seghezzi, E., & Villa, V. (2020). A BIM-based process from building design to construction: A case study, the school of melzo. *Building for education*, 163-173. doi:10.1007/978-3-030-33687-5_14

EUBIM Task Group (2017). Handbook for the introduction of Building Information Modeling by the European Public Sector. Co-funded by the European Union. Recuperado de http://www.eubim.eu/downloads/EU_BIM_Task_Group_Handbook_FINAL.PDF

Eldik, M., Vahdatikhaki, F., Oliveira dos Santos, J. & Visser, M. (2020). BIM-based environmental impact assessment for infrastructure design projects. *Automation in Construction*, 120 (1), 103379. doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103379.

Fundamentos de la teoría de las restricciones y su importancia en la gestión de procesos (2020, 30 de enero). Conexión Esan. Recuperado de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2020/01/fundamentos-de-la-teoria-de-las-restricciones-y-su-importancia-en-la-gestion-de-procesos/>

González, C. (2015). *Building Information Modeling metodología, aplicaciones y ventajas. Casos prácticos en gestión de proyectos*. [Tesis de maestría]. Universitat Politècnica de València. Recuperado de

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/56357/TFM%202015%20CARLOS%20GONZALEZ.pdf?sequence=1>

García, O. (2015). Gestión del tiempo del proyecto. del post. Projectum. Recuperado de <https://www.projectum.com/sistema/blog/gestion-del-tiempo-del-proyecto/>

Hernández, H., Solórzano J. & Jinete, J. (2020). La Teoría de restricciones para los procesos de gestión y control en las IPS del Caribe Colombiano. *Investigación E Innovación En Ingenierías*, 8(1), 54-68. doi.org/10.17081/invinno.8.1.3624

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6ª. Edición). México: Mc Gram-Hill. Recuperado de https://uvcv.edu.pe/pluginfile.php/1068298/mod_resource/content/1/S01-09.%20MetodologiadeInvestigacion-SextaEdicion-HernandezR.pdf

Jalaei, F., Jalaei, F., Mohammadi, S. (2020). An integrated BIM-LEED application to automate sustainable design assessment framework at the conceptual stage of building projects. *Sustainable Cities and Society*, 53, 101979. doi.org/10.1016/j.scs.2019.101979.

Jankowski, B., Prokocki, J. & Krzemiński, M. (2015). Functional Assessment of BIM Methodology Based on Implementation in Design and Construction Company. *Procedia Engineering*, 111(1), 351-355. doi.org/10.1016/j.proeng.2015.07.100

Jobim, C., Stumpf, M., Edelweiss, R., & Kern, A. (2017). Análisis de la implantación de tecnología BIM en oficinas de proyecto y construcción en una ciudad de Brasil en 2015. *Revista ingeniería de construcción*, 32(3), 185-194. doi.org/10.4067/S0718-50732017000300185

JLV consultores (2019). ¿Por qué es importante la compatibilización de un proyecto?. Perú. Recuperado de <https://www.jlvconsultores.com/por-que-es-importante-la-compatibilizacion-de-un-proyecto/>

- Latorre, U., A., Sanz, C., & Sánchez, B. (2019). Aplicación de un modelo Lean-BIM para la mejora de la productividad en redacción de proyectos de edificación. *Informes de la Construcción*. 71(556),2-7. doi.org/10.3989/ic.67222
- Maia, L., Mêda, P., Páez, H. & Freitas, J. (2015). BIM Methodology, a New Approach - Case Study of Structural Elements Creation. *Procedia Engineering*, 114, 816-823. doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.032.
- Martínez, A. (2019). *Propuesta de una metodología para implementar las tecnologías VDC/BIM en la etapa de diseño de los proyectos de edificación*. [Tesis de Pregrado]. Universidad nacional de Piura. Recuperado de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1935/CIV-MAR-AYA-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martins, L., Schmidt, M. & Alencar, A. (2019). Graphical representation analysis of complementary civil projects using "CAD 2D", "BIM" AND "RA" AND IDENTIFICATION OF INTERFERENCES. *Bulletin of Geodetic Sciences*, 25 (2), 1982-2170. doi.org/10.1590/s1982-21702019000200011
- Mazumdar, K. (2019). Production planning and control: A comprehensive approach. 28, 339-407. McGraw Hill. doi.org/10.1016/C2018-0-03856-6
- Meana, V., Bello, A., & García, R. (2019). Análisis de la implementación de la metodología BIM en los grados de ingeniería industrial españoles bajo la perspectiva competencial. *Revista ingeniería de construcción*, 34 (2), 169-180. doi.org/10.4067/S0718-50732019000200169
- Mehrbod, S., Staub-French, S., Mahyar, N. & Tory, M. (2019). Characterizing interactions with BIM tools and artifacts in building design coordination meetings. *Automation in Construction*, 98(1), 195-213. doi.org/10.1016/j.autcon.2018.10.025.
- Minagawa, M. & Kusayanagi, S. (2015). Study on BIM Utilization for Design Improvement of Infrastructure Project. *Procedia Engineering*, 125 (1), 431-437. doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.113.

- Ministerio de economía y Finanzas (2020). Ciclo del proyecto-Inversión. Recuperado de https://www.mef.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=311&Itemid=101138&lang=es
- Ministerio de economía y Finanzas (2015). Aprueban Reglamento de la Ley N°30225, Ley de Contrataciones del Estado-Decreto Supremo N°350-2015-EF. Recuperado de https://portal.osce.gob.pe/osce/sites/default/files/Documentos/legislacion/ley/Reglamento%20de%20la%20Ley%20N%C2%BA%2030225_0.pdf
- Murguía, D., Tapia, G. & Collantes, J. (2017). Primer estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima y Callao 2017. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Departamento de Ingeniería. Recuperado de <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/134474>
- Murguía, D. (2019). Estudio de macro adopción BIM en Perú 2019. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Departamento de Ingeniería. Recuperado de <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/166976>
- Nieto, E., Rico, F., Moyano, J., Díaz, P. & Antón, D. (2017). Implantación de metodología BIM en el Grado de Edificación. Modelo de taller-integrador en la asignatura de Expresión Gráfica de Tecnologías. *Advances in Building Education*, 1(3), 34-52. doi.org/10.20868/abe.2017.3.3668
- Osello, A., Rapetti, N. & Semeraro, F. (2017). BIM Methodology Approach to Infrastructure Design: Case Study of Paniga Tunnel. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 245(6), 062052. doi:10.1088/1757-899X/245/6/062052
- Palma, E., Gondim, S. & Aguiar, C. (2018). Epistemic Orientation Short Scale: Development and Validity Evidence in a Sample of Psychotherapists. *Paidéia (Ribeirão Preto)*, 28, e2817. doi.org/10.1590/1982-4327e2817

- Pérez, A. (2020). Gestión de proyectos de construcción: 5 estrategias para gerentes. [Industria de la construcción]. Recuperado de <https://blog.wearedrew.co/gestion-de-proyectos-de-construccion-5-estrategias-para-gerentes>
- Peckienė, A. & Ustinovičius, L. (2017). Possibilities for Building Spatial Planning using BIM Methodology. *Procedia Engineering*, 172(1), 851-858. doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.085.
- 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. *Entramado*, 11(1), 230-249. doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21116
- Rogers, P. (2014). Theory of change, Methodological Brefs. Impact Evaluation n.º 2. UNICEF, Florencia. Recuperado de https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/Brief%20%20Theory%20of%20Change_ES.pdf
- Rojas, J. (2017). *Análisis comparativo del rendimiento en la producción de planos y metrados, especialidad estructuras usando métodos tradicionales y la metodología de trabajo BIM en la empresa IMTEK*. [Tesis de Pregrado]. Universidad Andina del Cusco. Recuperado de <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/1775>
- Rosales, R. (2013). Procesos de desarrollo y la teoría de gestión de proyectos. *ICAP-Revista Centroamericana de Administración Pública*, 64, 9-29. Recuperado de http://biblioteca.icap.ac.cr/rcap/64/ramon_rosales.pdf
- Prieto, W., Rocha, S., Páez, H. & Lozano, N. (2019). Propuesta de Herramienta para Integrar BIM y Decisiones Financieras en Proyectos de Construcción. *Ingeniería Y Ciencia*, 15 (29), 75-101. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.15.29.3>
- Sandoval, J. (2014). Los procesos de cambio organizacional y la generación de valor. *Estudios Gerenciales*, 30 (131), 162-171. ISSN: 0123-5923. Recuperado <https://www.redalyc.org/pdf/212/21231108008.pdf>

- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G & Teicholz, P. (2018). *BIM Handbook: A guide to building information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*. (n° 3 ed.). United States, New Jersey. John Wiley & Sons.
- Sikiru, A., Lukumon, O., Olugbenga, A., Hakeem, O., Lukman, A. & Abdulqayum, G. (2020). BIM Competencies for Delivering Waste-efficient Building Projects in a Circular Economy. *Developments in the Built Environment*, 4, ISSN 2666-1659. doi.org/10.1016/j.dibe.2020.100036.
- Succar, B., Kassem, M. (2015). Macro-BIM adoption: Conceptual structures. *Automation in Construction*, 57, 64-79. doi.org/10.1016/j.autcon.2015.04.018
- Su, S., Wang, Q., Han., L., Hong, J. & Liu, Z. (2020). An integrated dynamic environmental impact assessment model for buildings. *Building and Environment*, 183(1). 107218. doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107218.
- Tauriainen, M., Marttinenc, P., Bhargav, D., Koskela, L. (2016). The effects of BIM and lean construction on design management practices. *Procedia Engineering*, 164, 567-574. doi: 10.1016/j.proeng.2016.11.659
- Urbizagástegui, R. (2019). El modelo de difusión de innovaciones de Rogers en la bibliometría mexicana. *Palabra Clave*, 9 (1), e071. En Memoria Académica. Recuperado de: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.11362/pr.13162.pdf
- Valderrama, S. (2013). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. (2ª ed.). Perú, Lima. Editorial San Marcos
- Vásquez, O. (2014). *Todo sobre Norma Técnica Metrados para Obras de edificaciones y habilitaciones Urbanas*. (1ª ed.). Perú, Lima. OSCAR VASQUEZ SAC.
- Ybañez, J. (2018). *BIM, para optimizar la etapa de diseño en una edificación, distrito Villa El Salvador, Lima*. [Tesis de Pregrado]. Universidad Cesar Vallejo. Recuperado de

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26425/Yba%c3%b1ez_MJB.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Zardo, P., Mussi, A. & Silva, J. (2020). Tecnologias digitais no processo de projeto contemporâneo: potencialidades e desafios à profissão e à academia. *Ambiente Construído*, 20(2),425-440. doi.org/10.1590/s1678-86212020000200407

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

TÍTULO: Metodología BIM en la mejora del diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C ARQUITECTOS INGENIEROS S.R.L., Lima-2020.				
AUTOR: LUZ ENITH ATAHUALPA HERAS				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	
<p>Problema principal: ¿De qué manera la metodología BIM mejora el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020.?</p> <p>Problemas específicos: PE1: ¿De qué manera la metodología BIM mejora el rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos en el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020?</p> <p>E2: ¿De qué manera la metodología BIM mejora las Interferencias detectadas entre especialidades en el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C</p>	<p>Objetivo principal: Determinar que la metodología BIM mejora el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020.</p> <p>Objetivos específicos: OE1: Determinar que la metodología BIM mejora el rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos en el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020.</p> <p>OE2: Determinar que la metodología BIM mejora las Interferencias detectadas entre especialidades en el diseño de proyectos de infraestructura en la</p>	<p>Hipótesis principal: La metodología BIM mejora significativamente el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020.</p> <p>Hipótesis específicos: HE1: La metodología BIM mejora significativamente el rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos en el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020.</p> <p>HE2: La metodología BIM mejora significativamente las Interferencias detectadas entre especialidades en el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020.</p>	Variable - 1: Metodología BIM	
			Variable - 2: Diseño de proyectos de infraestructura	
			Indicadores	Unidad de medida
			Rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos	unidad
			Interferencias detectadas entre especialidades	unidad
Tiempos de trabajo	porcentaje			

TÍTULO: Metodología BIM en la mejora del diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C ARQUITECTOS INGENIEROS S.R.L., Lima-2020.			
AUTOR: LUZ ENITH ATAHUALPA HERAS			
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES
Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020? PE3: ¿De qué manera la metodología BIM mejora los tiempos de trabajo en el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C. Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima -2020?	empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020. OE3: Determinar que la metodología BIM mejora los tiempos de trabajo en el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C. Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020.	HE3: La metodología BIM mejora significativamente los tiempos de trabajo en el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020.	

Metodología

TIPO Y DISEÑO	POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	ESTADÍSTICA POR UTILIZAR
Tipo: Básica Diseño: Experimental- Experimental puro	Población: 60 y 50 Toma de datos Tamaño de muestra: 50 y 30 Toma de datos Muestreo: Probabilístico del tipo Aleatorio simple.	Técnicas: Observación Instrumentos: Fichas de Observación.	Descriptiva: Para el análisis descriptivo, se usará tablas y figuras, exponiendo medidas de tendencia central usando la media, se realizará su interpretación o lectura por cada indicador, datos emitidos por el instrumento, lo cual ayudará a fijar de manera visual y estructurada la comprensión sencilla de todos los datos numéricos. Inferencial: Para el análisis inferencial, se comprobará la normalidad de los datos obtenidos mediante la prueba Test de Shapiro Wilk; Además, se usará para la contratación de la hipótesis las pruebas de los rangos con signo de Wilcoxon y t de student.

Anexo 2: Matriz de Operacionalización de Variables

TÍTULO: Metodología BIM en la mejora del diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C ARQUITECTOS INGENIEROS S.R.L., Lima-2020.				
AUTOR: Luz Enith Atahualpa Heras				
INDICADOR	DEFINICIÓN	INSTRUMENTO	UNIDAD DE MEDIDA	FÓRMULA
Rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos	Los rendimientos son indicadores del desempeño referente a un proceso, mediante una conexión de los recursos usados y los resultados logrados (Rojas, 2017).	Fichas de observación	Unidad	$x = \frac{\text{Horas hombre empleadas}}{\text{Metro cuadrado de área techada revisada}}$
Interferencias detectadas entre especialidades	Es gestionar el proyecto e integrar todas las especialidades en un solo producto, buscando suprimir los conflictos que se presenten, de manera que el producto a obtener sea un diseño eficiente y optimizado (Martins <i>et al.</i> , 2019).	Ficha de observación	Unidad	$x = \frac{\text{Cantidad de interferencias encontradas}}{\text{Cantidad de especialidades revisadas}}$
Tiempos de trabajo	Es el periodo destinado para la ejecución de procesos necesarios que se requieren en la administración de un proyecto, para que este finalice a tiempo de acuerdo al cronograma establecido (Ybañez, 2018).	Ficha de observación	Porcentaje	$x = \frac{\text{Horas hombre empleadas} \times 100}{\text{Horas hombre proyectadas}}$

Anexo 3: Instrumento de Recolección de Datos

Ficha de observación N° 1. Indicador Rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos

Ficha de observación de medición del indicador Rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos / Post-test(G ₂)					
Investigador:			Luz Enith Atahualpa Heras		
Proceso observado:			Diseño de proyectos de infraestructura		
Pre-Test					
N° de Obs.	Producción	Fecha	Horas hombre empleadas (hh)	Metro cuadrado de área techada revisada (m2)	Rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos = (Horas hombre empleadas) / (Metro cuadrado de área techada revisada)
1					
2					
3					
4					
5					
N					

Ficha de observación de medición del indicador Rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos / Post-test (G ₁)					
Investigador:			Luz Enith Atahualpa Heras		
Proceso observado:			Diseño de proyectos de infraestructura		
Post-Test					
N° de Obs.	Producción	Fecha	Horas hombre empleadas (hh)	Metro cuadrado de área techada revisada (m2)	Rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos = (Horas hombre empleadas) / (Metro cuadrado de área techada revisada)
1					
2					
3					
4					
5					
N					

Ficha de observación N° 2. Interferencias detectadas entre especialidades

Ficha de observación de medición del indicador Interferencias detectadas entre especialidades/ Pre-test (G ₂)					
Investigador:			Luz Enith Atahualpa Heras		
Proceso observado:			Diseño de proyectos de infraestructura		
Pre-Test					
N° de Obs.	Producción	Fecha	Cantidad de interferencias encontradas (Und)	Cantidad de especialidades revisadas (Und)	Interferencias detectadas entre especialidades = (Cantidad de interferencias encontradas) / (Cantidad de especialidades revisadas)
1					
2					
3					
4					
5					
N					

Ficha de observación de medición del indicador Interferencias detectadas entre especialidades/ Post-test(G ₁)					
Investigador:			Luz Enith Atahualpa Heras		
Proceso observado:			Diseño de proyectos de infraestructura		
Post-Test					
N° de Obs.	Producción	Fecha	Cantidad de interferencias encontradas (Und)	Cantidad de especialidades revisadas (Und)	Interferencias detectadas entre especialidades = (Cantidad de interferencias encontradas) / (Cantidad de especialidades revisadas)
1					
2					
3					
4					
5					
N					

Ficha de observación N° 3. Tiempos de trabajo

Ficha de observación de medición del indicador Tiempos de trabajo / Post-test(G ₂)					
Investigador:			Luz Enith Atahualpa Heras		
Proceso observado:			Diseño de proyectos de infraestructura		
Pre-Test					
N° de Obs.	Producción	Fecha	Horas hombre empleadas (hh)	Horas hombre proyectadas (hh)	Tiempos de trabajo= ((Horas hombre empleadas) / (Horas hombre proyectadas)) x100
1					
2					
3					
4					
5					
N					

Ficha de observación de medición del indicador Tiempos de trabajo / Post-test(G ₁)					
Investigador:			Luz Enith Atahualpa Heras		
Proceso observado:			Diseño de proyectos de infraestructura		
Post-Test					
N° de Obs.	Producción	Fecha	Horas hombre empleadas (hh)	Horas hombre proyectadas (hh)	Tiempos de trabajo= ((Horas hombre empleadas) / (Horas hombre proyectadas)) x100
1					
2					
3					
4					
5					
N					

Anexo 4: Certificado de Validación del Instrumento de Recolección de Datos
Validación del Experto N°1

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

VARIABLE: Diseño de proyectos de infraestructura

N°	INDICADORES	Claridad ¹		Pertinencia ²		Relevancia ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos	X		X		X		SUFICIENTE
2	Interferencias detectadas entre especialidades	X		X		X		SUFICIENTE
3	Tiempos de trabajo	X		X		X		SUFICIENTE

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [X] **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** []

Apellidos y nombres del juez evaluador: NIETO FERNANDEZ GABY JESSICA

22 de octubre del 2020
DNI: 08146730

Especialista: **Metodólogo** [X] **Temático** []

Grado: **Maestro** [X] **Doctor** []

¹ **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

² **Pertinencia:** Si el ítem pertenece a la dimensión.

³ **Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



.....
Firma del Experto Informante
 Mgr. Gaby Jessica Nieto Fernández

Validación del Experto N°2

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

VARIABLE: Diseño de proyectos de infraestructura

N°	INDICADORES	Claridad ¹		Pertinencia ²		Relevancia ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Rendimiento en la elaboración de documentos técnicos económicos	/		/		/		
2	Interferencias detectadas entre especialidades	/		/		/		
3	Tiempos de trabajo	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): *si hay suficiencia*

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

21 de *10* del 2020

Apellidos y nombres del juez evaluador: *Alegre Milla Manta Teodora* DNI: 09619433

Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

¹ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

² Pertinencia: Si el ítem pertenece a la dimensión

³ Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Firma del Experto Informante

Validación del Experto N°3

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

VARIABLE: Diseño de proyectos de infraestructura

N°	INDICADORES	Claridad ¹		Pertinencia ²		Relevancia ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos	✓		✓		✓		
2	Interferencias detectadas entre especialidades	✓		✓		✓		
3	Tiempos de trabajo	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): *SÍ, HAY SUFICIENCIA*

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez evaluador: *MEJÍA IZQUIERDO, NORMA ROCÍO*

DNI: *41077297* *20* de *10* del 2020

Especialista: Metodólogo [] Temático

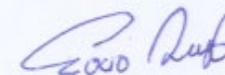
Grado: Maestro Doctor []

¹ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

² Pertinencia: Si el ítem pertenece a la dimensión.

³ Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante

Anexo 5: Base de datos

	Indicador 1		Indicador 2		Indicador 3	
	I1PostTest(G ₂)	I1PostTest(G ₁)	I2PostTest (G ₂)	I2PostTest(G ₁)	I3PostTest(G ₂)	I3PostTest(G ₁)
1	0.0083	0.0047	0.50	2.00	68.89	50.00
2	0.0095	0.0045	2.50	4.00	83.33	59.03
3	0.0088	0.0045	1.00	1.50	82.50	64.81
4	0.0098	0.0046	4.50	7.50	86.67	60.00
5	0.0122	0.0042	1.50	4.00	85.00	57.97
6	0.0113	0.0037	2.00	4.50	82.78	51.85
7	0.0107	0.0043	1.50	2.50	78.33	53.33
8	0.0114	0.0044	1.00	1.50	83.89	55.00
9	0.0080	0.0047	1.50	4.00	75.00	48.61
10	0.0098	0.0053	2.00	3.50	72.22	44.44
11	0.0085	0.0047	2.50	4.50	79.17	46.67
12	0.0109	0.0044	2.00	3.00	81.33	55.00
13	0.0065	0.0025	2.50	4.50	96.67	71.79
14	0.0059	0.0022	1.50	2.50	87.22	55.56
15	0.0061	0.0021	2.00	3.50	92.00	66.67
16	0.0046	0.0019	2.00	3.50	67.22	44.12
17	0.0031	0.0018	2.50	4.00	77.78	60.61
18	0.0032	0.0013	1.50	3.50	70.83	50.00
19	0.0033	0.0013	1.00	3.00	83.33	64.44
20	0.0031	0.0027	3.00	3.00	76.67	66.67
21	0.0020	0.0011	1.33	2.33	50.00	36.36
22	0.0093	0.0026	0.67	1.67	66.67	50.00
23	0.0007	0.0006	1.00	1.00	55.56	46.67
24	0.0025	0.0011	1.67	2.00	54.17	41.67
25	0.0087	0.0024	0.67	1.33	76.67	45.83
26	0.0009	0.0004	0.33	1.00	69.44	55.56
27	0.0020	0.0013	1.33	2.33	50.00	41.67
28	0.0076	0.0033	0.67	1.67	62.96	46.30

	Indicador 1		Indicador 2		Indicador 3	
	I1PostTest(G ₂)	I1PostTest(G ₁)	I2PostTest (G ₂)	I2PostTest(G ₁)	I3PostTest(G ₂)	I3PostTest(G ₁)
29	0.0009	0.0007	0.33	1.00	66.67	33.33
30	0.0023	0.0015	1.00	2.00	50.00	40.74
31	0.0085	0.0035	0.33	1.33		
32	0.0011	0.0008	0.33	1.00		
33	0.0021	0.0013	1.33	3.00		
34	0.0093	0.0033	0.67	1.33		
35	0.0009	0.0007	0.33	1.00		
36	0.0025	0.0013	0.67	2.00		
37	0.0081	0.0024	1.00	1.67		
38	0.0010	0.0005	0.67	1.33		
39	0.0023	0.0012	0.67	2.00		
40	0.0079	0.0025	0.67	1.33		
41	0.0009	0.0005	0.33	1.00		
42	0.0032	0.0010	1.33	2.33		
43	0.0087	0.0020	1.00	1.67		
44	0.0011	0.0004	0.33	1.33		
45	0.0029	0.0013	1.33	2.33		
46	0.0082	0.0026	1.00	2.00		
47	0.0009	0.0005	0.67	1.67		
48	0.0029	0.0012	1.00	3.33		
49	0.0077	0.0026	0.67	1.67		
50	0.0009	0.0006	0.33	1.33		

Anexo 6: Autorización de aplicación del instrumento

AUTORIZACIÓN DE APLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Lima, 22 de diciembre de 2020

Arq. Julio Felipe Atahualpa Bermúdez

Gerente General de A.B.C. Arquitectos-Ingenieros S.R.L

Por medio de la presente tengo el agrado de saludarlo cordialmente y al mismo tiempo informar que soy estudiante de la Maestría en Ingeniería Civil con Mención en Dirección de Empresas de la Construcción de la Universidad César Vallejo – Lima – Perú, y estoy desarrollando un Trabajo de Investigación titulado "Metodología BIM en la mejora del diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020 "; por tal motivo se solicita me permita tener acceso a su empresa para aplicar el instrumento de recolección de datos, las fichas de observación, con el fin de obtener datos cuantitativos.

Sin otro particular me despido agradeciendo anticipadamente la atención que le dé, a la presente.

Atentamente,

Luz Enith Atahualpa Heras

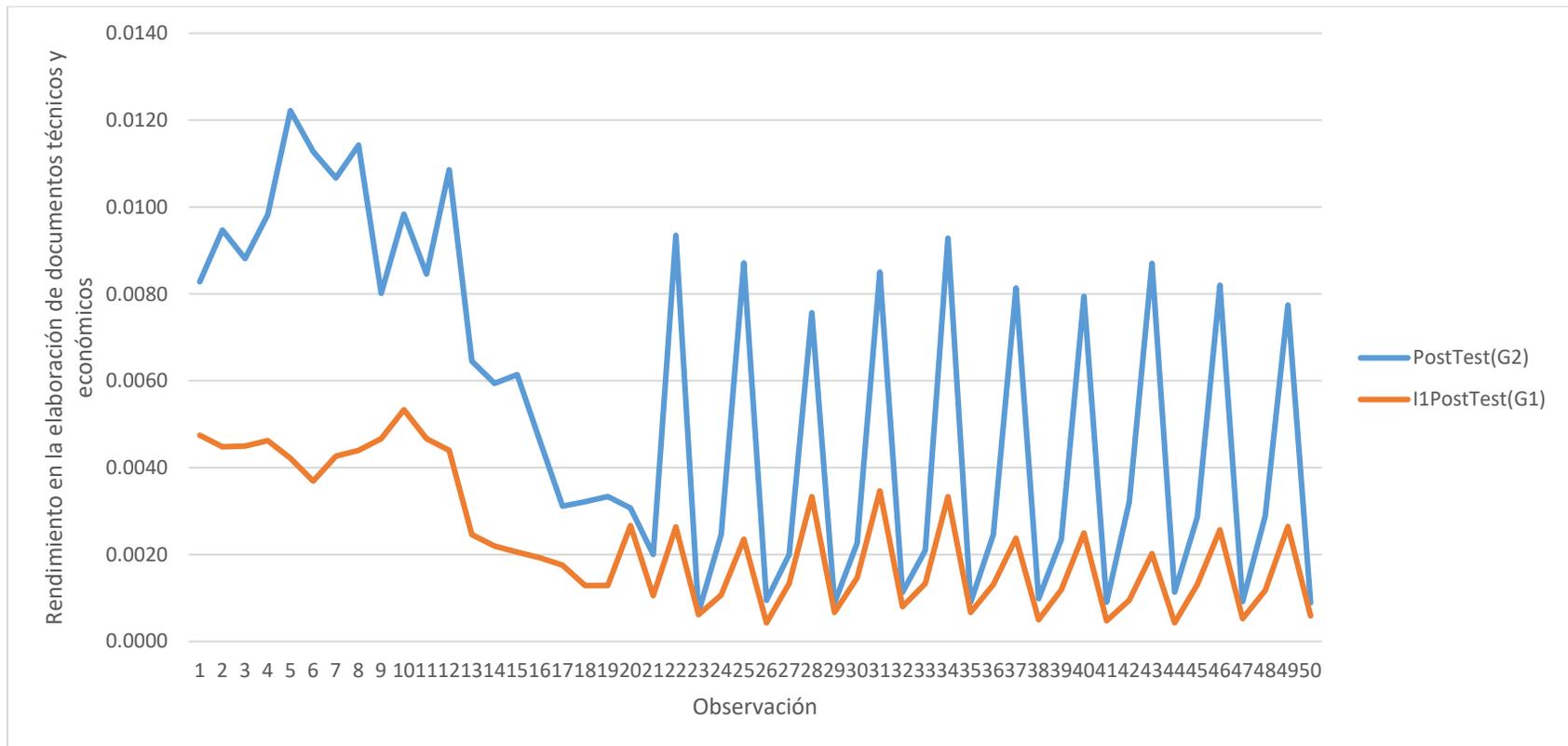
DNI:74087534

R.B.O. ADMINISTRACION
DE A.B.C. S.R.L.

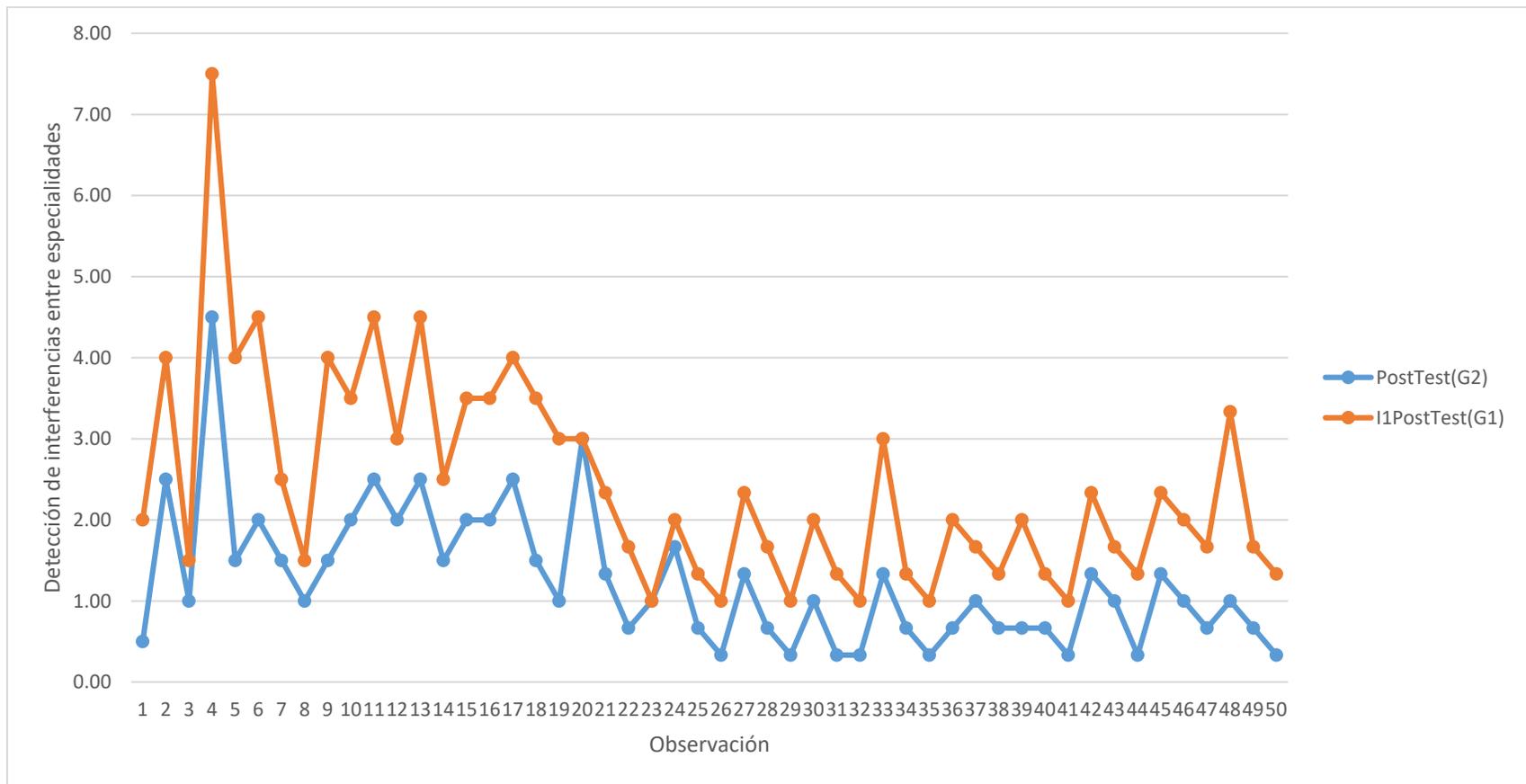
ARQ. JULIO F. ATAHUALPA BERMUDEZ
GERENTE GENERAL

Anexo 7: Comportamiento de las medidas descriptivas

Indicador 1: Comportamiento de las medidas descriptivas del indicador rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos antes y después de implementada la metodología BIM.



Indicador 2: Comportamiento de las medidas descriptivas del indicador interferencias detectadas entre especialidades antes y después de implementada la metodología BIM.



Indicador 3: Comportamiento de las medidas descriptivas del indicador tiempos de trabajo antes y después de implementada la metodología BIM.

