

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DECISIÓN DE LA ALTA GERENCIA PARA
LA ADOPCIÓN ORGANIZACIONAL DE BIM**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

AUTORES:

Echavaudis de la Cruz, Yhon Kevin

Sutta Delgado, Cristhian Daniel

ASESOR

Danny Eduardo Murguía Sánchez

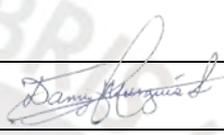
Lima, Septiembre, 2024

Informe de Similitud

Yo, Danny Eduardo Murguía Sánchez, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada: "FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DECISIÓN DE LA ALTA GERENCIA PARA LA ADOPCIÓN ORGANIZACIONAL DE BIM", de los autores Echavaudis de la Cruz, Yhon Kevin y Sutta Delgado, Cristhian Daniel, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 18%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 18/09/2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 18 de septiembre de 2024

Apellidos y nombres del asesor: <u>Murguía Sánchez, Danny Eduardo</u>	
DNI: 42283195	Firma 
ORCID: 0000-0003-1009-4058	



RESUMEN

La presente investigación mantiene como principal objetivo identificar los principales factores que influyen en la adopción organizacional de la metodología BIM (Building Information Modeling) por parte de la alta gerencia en empresas del sector construcción en Perú. Para el cumplimiento de esta labor se toma como marco teórico a un conjunto de teorías, tales como, la difusión de innovaciones, el isomorfismo institucional, la teoría unificada de aceptación y uso de la tecnología (UTAUT) y la lógica institucional. A partir de ello se plantea un modelo de adopción de BIM el cual es validado por la opinión de la alta gerencia en Perú.

Para lograr los objetivos establecidos, se desarrolla una encuesta en la cual se describen las distintas variables de adopción del modelo planteado y para cada variable se coloca un conjunto de premisas con la finalidad de conocer la percepción de la alta gerencia. La encuesta se remite a gerentes generales, partners, directores y, tomadores de decisiones en empresas de arquitectura, ingeniería y construcción, obteniendo una respuesta de un total de 99 profesionales de la alta gerencia en Perú.

Los resultados obtenidos de la encuesta se analizan y, posteriormente, se discuten para obtener conclusiones que permitan esclarecer las reacciones de la alta gerencia frente a la adopción organizacional de BIM. La conclusión principal indica que los factores que influyen en la adopción organizacional de BIM por parte de la alta gerencia son los siguientes: mimético, coercitivo y ventaja relativa. Finalmente, la investigación pretende establecer las bases para futuras investigaciones cuyos objetivos incluyan conocer el estado actual de BIM en el contexto peruano a nivel de directores.



A nuestras familias por su apoyo incondicional durante toda nuestra vida y formación académica, la cual nos permitió llegar a donde estamos ahora, todos nuestros logros se los debemos a ustedes entre aquellos está incluido este.

A nuestro asesor Danny Murguía por su tiempo, paciencia y conocimientos brindados.

INDICE

1	CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1	Planteamiento del Tema, Justificación e Hipótesis de la investigación	1
1.2	Objetivos de la Investigación	3
1.2.1	Objetivo General	3
1.2.2	Objetivos Específicos.....	3
1.3	Preguntas de Investigación.....	3
2	CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	4
2.1	Estado del Arte	5
2.2	Conceptos Fundamentales.....	7
2.2.1	Definición de BIM	7
2.2.2	Usos de BIM	7
2.2.3	Alta gerencia en Empresas del Sector Construcción	8
2.3	Teorías de Adopción de Innovaciones	9
2.3.1	Teoría de Difusión de Innovaciones	9
2.3.2	Teoría de Isomorfismo Institucional.....	11
2.3.3	Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Nuevas Tecnologías.....	13
2.3.4	Teoría de la Lógica Institucional	14
2.4	Relación entre Teorías Presentadas y la Adopción de BIM por Parte de la Alta Gerencia	15
2.5	Descripción de Variables Teóricas.....	19
2.5.1	Factor Educación	19
2.5.2	Factor Estándares	20
2.5.3	Factor Costo	20
2.5.4	Factor Procura Cliente	20
2.5.5	Factor Coercitivo	20

2.5.6	Factor Mimético.....	21
2.5.7	Factor Normativo.....	21
2.5.8	Ventaja Relativa.....	21
2.5.9	Apoyo de la Alta Gerencia.....	22
2.6	Presentación del modelo propuesto.....	22
3	CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
3.1	Tipo de Investigación.....	24
3.2	Descripción de las Etapas de la Metodología.....	24
3.3	Técnicas en Instrumentos de Investigación.....	26
3.4	Diseño de Cuestionario.....	28
3.4.1	Introducción.....	28
3.4.2	Recolección de Datos.....	30
4	CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE DATOS.....	32
4.1	Resultados de Encuestas.....	32
4.1.1	Tipo de Organización que Lidera el Profesional.....	32
4.1.2	Experiencia laboral del profesional.....	33
4.1.3	Tamaño de la empresa que lidera.....	35
4.1.4	Rol del profesional.....	36
4.2	Contraste entre resultados de encuestas y variables teóricas.....	37
4.2.1	Codificación de variables.....	37
4.2.2	Fiabilidad de los resultados obtenidos.....	38
4.2.3	Confiabilidad de los resultados obtenidos.....	39
4.2.4	Análisis estadístico de tipo descriptivo.....	42
4.2.5	Análisis estadístico de tipo inferencial.....	56
5	CAPÍTULO 5: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	60
5.1	Introducción.....	60
5.2	Resumen de los resultados.....	60

5.3	Discusión transversal de las variables	64
5.4	Resumen de discusión de resultados	66
6	CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES, COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES.....	68
	Conclusiones respecto a los objetivos	68
6.1	68	
6.2	Conclusiones respecto a las preguntas de investigación	69
6.3	Sobre la variable teórica estándares	69
6.4	Propuestas para futuras líneas de investigación	70
7	CAPÍTULO 7: BIBLIOGRAFÍA	71



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pasos para la adopción de innovaciones según Rogers	10
Figura 2. Clasificación de los adoptantes de innovaciones de acuerdo a su nivel de adopción de estas.....	11
Figura 3. Modelo de la Teoría Unificada de la Aceptación y Uso de la Tecnología.....	14
Figura 4. Modelo propuesto aplicado a la adopción de BIM.....	23
Figura 5. Estructura de la metodología de investigación adoptada	26
Figura 6. Distribución del tipo de organización que lidera el profesional.....	33
Figura 7. Distribución de los años de experiencia en el sector arquitectura, ingeniería y/o construcción	34
Figura 8. Gráfico Boxplot de los años de experiencia en el sector arquitectura, ingeniería y/o construcción	34
Figura 9. Gráfica Boxplot de los años de experiencia usando BIM	35
Figura 10. Gráfica Boxplot de los años de experiencia usando BIM	35
Figura 11. Distribución del tamaño de las empresas que lideran los profesionales	36
Figura 12. Distribución del tipo de organización que lidera el profesional.....	37
Figura 13. Gráfica Boxplot de resultados para la variable costos.....	43
Figura 14. Gráfica Boxplot de resultados para la variable educación	44
Figura 15. Gráfica Boxplot de resultados para la variable estándares.....	46
Figura 16. Gráfica Boxplot de resultados para la variable procura cliente.....	47
Figura 17. Gráfica Boxplot de resultados para la variable ventaja relativa	48
Figura 18. Gráfica Boxplot de resultados para la variable soporte de la alta gerencia.....	50
Figura 19. Gráfica Boxplot de resultados para la variable intención de uso	51
Figura 20. Gráfica Boxplot de resultados para la variable adopción de BIM.....	52
Figura 21. Gráfica Boxplot de resultados para la variable coercitivo.....	54
Figura 22. Gráfica Boxplot de resultados para la variable mimético	55
Figura 23. Gráfica Boxplot de resultados para la variable normativo	56
Figura 24. Modelo de adopción resultado del doble análisis de regresión lineal.	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 <i>Hipótesis del modelo adaptado para la adopción de BIM</i>	22
Tabla 2 <i>Estructura de la encuesta</i>	28
Tabla 3 <i>Premisas evaluadas en la encuesta diseñada</i>	29
Tabla 4 <i>Codificación de variables para facilitar su uso en cálculos</i>	37
Tabla 5 <i>Descripción de los valores de alfa de Cronbach</i>	38
Tabla 6 <i>Resultados de alfa de Cronbach por variables</i>	39
Tabla 7 <i>Descripción de valores de coeficiente de Sperman (ρ)</i>	40
Tabla 8 <i>Matriz de correlación producto momento de Sperman</i>	41
Tabla 9 <i>Resultados de la variable costos (C)</i>	43
Tabla 10 <i>Resultados de la variable educación (ED)</i>	44
Tabla 11 <i>Resultados de la variable estándares (ES)</i>	45
Tabla 12 <i>Resultados de la variable procura cliente (PC)</i>	47
Tabla 13 <i>Resultados de la variable ventaja relativa (VR)</i>	48
Tabla 14 <i>Resultados de la variable soporte de la alta gerencia (SAG)</i>	49
Tabla 15 <i>Resultados de la variable intención de uso (IU)</i>	50
Tabla 16 <i>Resultados de la variable adopción de BIM (AB)</i>	52
Tabla 17 <i>Resultados de la variable coercitivo (CO)</i>	53
Tabla 18 <i>Resultados de la variable mimético (MI)</i>	54
Tabla 19 <i>Resultados de la variable normativo (NO)</i>	56
Tabla 20 <i>Resultados de primera regresión lineal para la variable SAG</i>	57
Tabla 21 <i>Resultados de segunda regresión lineal para la variable AB</i>	58
Tabla 22 <i>Principales Resultados de la investigación</i>	60

1 CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El modelado de la información para la construcción (BIM, Building Information Modeling, por sus siglas en inglés) está siendo utilizado a nivel mundial, lo cual no es ajeno en el caso peruano. Esto se puede evidenciar con el desarrollo del plan BIM Perú. Sin embargo, si se desea adoptar esta metodología en las distintas empresas del sector construcción se tiene que convencer a la alta gerencia, que son los que toman las decisiones. Ante ello se quiere investigar qué factores influyen en la adopción organizacional de BIM en la alta gerencia. Para lograr este resultado se requerirá el apoyo en teorías de las ciencias sociales que explican de adopción de innovaciones, las cuales ayudarán a definir ciertas variables teóricas y finalmente construir una encuesta que mostrará el punto de vista de la alta gerencia, con lo cual se definen los factores que influyen en la adopción organizacional de BIM.

Como parte de este trabajo de investigación, se empezará en este capítulo planteando el tema. También se mencionarán los objetivos principales y específicos. Por último, se presentan unas preguntas de investigación acorde a los objetivos.

1.1 Planteamiento del Tema, Justificación e Hipótesis de la investigación

BIM es una metodología de trabajo que se enfoca en integrar las distintas fases que se desarrollan en los proyectos de construcción y que cuenta con un soporte digital por parte de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs). Las TICs se definen como medios electrónicos de captar, procesar, almacenar y comunicar información (Heeks, 1999). En base a un modelo 3D se gestiona la información del proyecto que podrá ser manejada por los involucrados en la construcción. Esta forma de trabajo ha alcanzado grandes niveles de adopción en varios países y es considerada una metodología útil, innovadora y capaz de reducir la variabilidad en temas de desperdicios, tiempo y costo (Karathodoros & Rafn, 2013). Sin embargo, ese no es el caso de la situación de BIM en Perú (Murguía et al., 2020), porque la adopción está aún en un porcentaje minoritario: 36% de proyectos de Lima usa BIM, porque a aún no se evidencia un valor para el cliente, así como no representa una suficiente relación costo beneficio (Murguía et al., 2023).

En el caso peruano, a pesar de la alta demanda de proyectos con grandes cantidades de información, en la actual industria se nota que la implementación de BIM yace en fases iniciales (Murguía et al., 2020). A su vez, las empresas suelen basarse en la metodología tradicional de trabajo, la cual no logra integrar las etapas de diseño, gestión, construcción y mantenimiento, así como a los clientes, contratistas, ingenieros y arquitectos. Como consecuencia de esta

escasa adopción, la mayoría de los proyectos trasladan varios problemas relacionados a temas de costo, tiempo, alcance a fases posteriores al diseño. Sin embargo, a pesar de la necesidad de esta metodología, en el mercado actual hay poca difusión de esta por lo que se suele decir que esta forma de trabajo actual es costosa, poco viable o incluso innecesaria (Othman et al., 2021).

Por otro lado, el éxito de una adopción efectiva de BIM se muestra en varios países, pero para lograr esto en las empresas peruanas y del mundo del sector construcción se necesita, además de una adecuada estandarización por parte del estado, que la alta gerencia tome la iniciativa de adoptar esta forma de trabajo (Chen et al, 2019) y de la misma manera comprender el concepto que engloba BIM y sus beneficios. Entonces, si la alta gerencia no se convence de esta filosofía de trabajo, no se invertirá en nuevas tecnologías, procesos y políticas internas en la empresa; por ello, al desarrollar este tema de tesis se pretende comprender el contexto en el que está envuelto la alta gerencia respecto a este tema.

Por otro lado, muchos estudios de adopción BIM se han enfocado en entender las motivaciones para las organizaciones, proyectos y usuarios para iniciar el proceso de adopción BIM. Esto es crítico en el contexto peruano, ya que las empresas de arquitectura e ingeniería tienen menores niveles de adopción que los contratistas. Sin embargo, poco se conoce de la visión de la alta gerencia en las organizaciones (p.e., gerentes generales y directores) para proveer de recursos organizacionales para la adopción BIM. Como tal, la alta gerencia define la estructura organizacional compatible con nuevos procesos BIM, aprueba los recursos económicos necesarios, y comunica la visión a los empleados (Villena et al., 2020). Por ello, la presente tesis investigará la visión que tiene la alta gerencia respecto a la adopción organizacional de BIM, ya que no se conoce mucho de los factores decisivos para la adopción de BIM por parte de estos profesionales. Ante esto, en la siguiente sección de objetivos se plantea definir la forma como se logrará identificar los factores decisivos antes mencionados.

Finalmente, a manera de hipótesis, se espera que los principales factores que influyen la adopción organizacional de la metodología BIM en la alta gerencia estén relacionados al factor económico, poca formación profesional en esta filosofía de trabajo, resistencia al cambio, carencia de beneficios percibidos, el temor por el fracaso, la privación de contar con una estandarización por parte del Estado para facilitar una implementación y gestión eficaz de BIM, y falta de una sólida base tecnológica.

1.2 Objetivos de la Investigación

1.2.1 Objetivo General

Identificar los principales factores que influyen en la decisión de la alta gerencia para la adopción organizacional de la metodología BIM en empresas del sector construcción en Perú

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar las teorías de adopción de innovaciones que mejor se adapten al contexto de BIM y la industria del sector construcción en Perú
- Proponer un conjunto de variables que permitan determinar la influencia de la adopción de BIM por parte de la alta gerencia a partir de las distintas teorías de innovaciones
- Analizar las variables e identificar las más significativas para la alta gerencia en Perú

1.3 Preguntas de Investigación

- ¿Cuáles son los factores que influyen en la adopción de BIM por parte de la alta gerencia en empresas del sector construcción en el Perú?
- ¿Cuáles son las teorías que mejor se ajustan al tema de la adopción de BIM por parte de la alta gerencia en el sector construcción?
- ¿Qué variables teóricas permiten determinar la adopción de BIM por parte de la alta gerencia?
- ¿Qué se concluye del análisis de la teoría presentada y los resultados de las encuestas?

2 CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

Building Information Modeling (BIM) es una nueva visión introducida en proyectos de construcción para gestionar el diseño de edificios y los datos del proyecto en forma digital a lo largo del ciclo de vida de un edificio, un enfoque que proporciona la integración, el intercambio y la interoperabilidad de información entre las partes interesadas (Othman et al., 2021). Otra definición es la de BIM como un conjunto de tecnologías, procesos y políticas que interactúan y generan una metodología para gestionar la información del ciclo de vida del proyecto en un formato digital (Succar, 2009). Estos conceptos resultan esenciales para lo que se plantea en el presente tema de tesis, pues establecen las bases para sustentar los factores que influyen en la adopción BIM y sus beneficios al implementarla de manera efectiva en los proyectos de construcción.

Por otro lado, los usos de modelo se definen como métodos para aplicar BIM durante el ciclo de vida de una instalación o edificación para lograr uno o más objetivos específicos (Kreider & Messner, 2013). Muchos de los actores en la industria de la construcción no tienen una clara imagen de los usos de modelo que engloba BIM; por lo tanto, ellos afirman que implementar esta filosofía de trabajo es costosa, difícil y con resultados inseguros. Entonces, tomando como referencia la visión de los distintos actores, resulta importante manejar con claridad los usos de modelo, ya que la aplicación de estos dependerá de la complejidad del proyecto y en base a esta definir objetivos específicos, desarrollar una estrategia de implementación y crear un plan de ejecución BIM (Karathodoros & Rafn, 2013).

Además, de acuerdo con Rogers (2003), la teoría de difusión de innovaciones explica que las innovaciones se adaptan o implementan mediante un proceso de decisiones y las formas como se comportan los adoptantes da lugar a una clasificación de ellos. En cambio, la teoría institucional brinda la premisa de que las empresas están homogeneizadas, a partir de las fuerzas institucionales, normas y tradiciones, las cuales, en conjunto, dan legitimidad a las empresas, pues están alineadas a las presiones sociales (DiMaggio & Powell, 1983). Estas teorías son fundamentales para nuestra investigación, pues nos brindan un marco conceptual para entender los factores que influyen en las adopciones de innovaciones que están muy ligadas a la adopción de BIM.

Como consecuencia del poco conocimiento de los usos de BIM y del concepto que engloba este, en el caso peruano, 1 de cada 4 empresas ha implementado alguno de estos, además, según encuestas a profesionales del área de construcción, más del 90% está de acuerdo

en que se necesita el apoyo de la alta gerencia y más del 50% cree que es difícil convencerlos (Murguía et al., 2018). Por ello, este tema de tesis desea analizar la visión que tiene la alta gerencia respecto a la adopción de BIM en el Perú, y con esto describir la situación actual, demostrar los beneficios y persuadir a los altos cargos de la implementación de BIM mediante el establecimiento de requerimientos políticos, profesionales o sociales.

El presente capítulo englobará el estado del arte que se cuenta referente a conceptos fundamentales de BIM, los usos de esta metodología y alta gerencia en el sector construcción. También se presentarán las teorías de adopción de innovaciones y se fundamentará su relación con la adopción de BIM por la alta gerencia.

2.1 Estado del Arte

Como se describe en nuestro planteamiento del problema, nuestra investigación busca un enfoque en la alta gerencia y BIM. Sin embargo, existe una carencia notoria en cuanto a fuentes relacionadas a este tema en específico; por ello, se ha recabado información a fin de adaptarla a nuestra necesidad y contexto.

Las investigaciones más actuales, que guardan un alto grado de relación con el presente tema de investigación, datan de fines del 2018 y 2021 y es sobre la implementación BIM en proyectos de edificación en Lima y Callao, elaborada por el PhD. Danny Murguía. La metodología que desarrolla Murguía (2018) para su tema de investigación consistió en entrevistar a cierto número de responsables de empresas del sector construcción con proyectos en el Perú. El objetivo de dichas investigaciones era identificar el grado de implementación BIM y observar la evolución de la adopción de BIM en un determinado tiempo dando paso a la siguiente investigación. Una de las conclusiones más relevantes a la que llega Murguía (2018) es que se logra determinar un aumento de aproximadamente 15% en la adopción de BIM en Lima y Callao durante un lapso de tiempo de 3 años aproximadamente. Por otro lado, en sus investigaciones se aplica la teoría de difusión de innovaciones de Everett Rogers con ello podemos constatar su participación como parte de la presente investigación, ya que contribuyó a determinar una serie de factores que influyen en la adopción de BIM a nivel de empresas, lo cual nos permite acercarnos a la visión de la alta gerencia.

También se desarrolla una serie de factores que influyen en la toma de decisiones a través del estudio de las fuerzas institucionales para ello un buen soporte fue la investigación de Liang en *“Assimilation of enterprise systems: the effect of institutional pressures and the mediating role of top management”*. En su modelo destaca el importante papel de la alta dirección en la

mediación del efecto de las presiones institucionales sobre la asimilación de las tecnologías de la información (Liang, 2007). Este estudio también da lugar a investigaciones posteriores para conocer cómo las presiones institucionales afectan a los procesos de asimilación de otras innovaciones informáticas. De manera específica, se debe estudiar la interacción de los altos directivos de ajustarse pasivamente a las prácticas institucionales y su capacidad para aprender activamente de los fracasos de otras empresas (Liang, 2007).

Para establecer un nexo entre la alta gerencia y BIM, Villena et al., (2021) dan a conocer la manera en la que los equipos de diseño de proyectos que han adoptado BIM están sometidos a constantes cambios en el entorno tecnológico y la función que realizan se ve afectada por el apoyo de la alta dirección (Villena et al., 2021). Dicha investigación se centra en esta cuestión analizando el papel de las variables de aprendizaje tecnológico, cultura de colaboración y apoyo de la alta dirección como precedentes de la eficacia BIM. Además, hacen uso de un modelo de aceptación tecnológica (TAM), el cual explica que la satisfacción del usuario es clave para la adopción de nuevas tecnologías. Sin embargo, el usuario de BIM no forma parte de nuestra investigación, por lo que la aplicación de un modelo TAM no es admisible al tema que se desarrolla.

En la investigación de Villena et al., (2021) también se presentan algunos factores para la adopción de BIM, tales como la resistencia al cambio, falta de colaboración entre los involucrados en el proyecto, falta de experiencia de los profesionales y problemas con el software y hardware. Sin embargo, se enfatiza que la adopción de BIM es un fenómeno complejo que no se puede explicar, simplemente, con algunas variables y se torna como un problema irresoluble. De la misma manera, se hace hincapié en que la experiencia de la alta gerencia en el manejo de la metodología BIM y su apoyo al equipo de trabajo se consideran como factores claves para la adopción de esta filosofía de trabajo (Villena et al. 2021).

Las fuentes mencionadas guardan relación con la presente investigación, debido a que la información contenida es una de las más recientes investigaciones que se realizan acerca del tema. En esta investigación se discuten diversos aspectos que están relacionados a la adopción de BIM en la construcción como facilitadores y barreras, las cuales también tomaremos en cuenta para nuestro estudio. Debido a la lejanía cultural, es de esperar que los resultados obtenidos en el presente estudio difieran en cierto grado respecto a los presentados en la literatura. Dicha diferencia tiene justificación dado el contexto, puesto que los países en los que se desarrollaron los estudios pertenecen a un grupo que prioriza la aplicación de nuevas

tecnologías mientras que el sector construcción en Perú no se caracteriza por ser innovador siendo esta escasa o nula (Guevara, 2014).

2.2 Conceptos Fundamentales

Con la finalidad de tener un mejor entendimiento de la terminología utilizada en el presente documento, se presentará un listado de definiciones de acuerdo con distintos autores con aportes a la literatura relacionada a BIM. Estos conceptos se seleccionaron de acuerdo con el criterio de los autores, pues se decidió que son los más importantes para comprender a cabalidad las ideas que se quieren transmitir.

2.2.1 Definición de BIM

Building Information Modeling (BIM) se define como un modelo compartido que representa digitalmente un activo construido con la finalidad de facilitar los procesos en las etapas de diseño, construcción, y operación y mantenimiento, además brinda una base confiable para la toma de decisiones (Gámez et al., 2015). Otros lo definen como un nuevo enfoque introducido en proyectos de construcción para gestionar el diseño de edificaciones y datos de proyectos en forma digital a lo largo de todo el ciclo de vida, así como un enfoque que proporciona el intercambio e interoperabilidad de información entre los involucrados (Othman et al., 2021). También lo definen como “una representación digital compartida de las características físicas y funcionales de cualquier objeto construido [...] que constituye una base fiable para la toma de decisiones” (Building Smart, 2019).

Por otra parte, Succar propone un concepto: “BIM es el grupo interactivo de campos (políticas, procesos y tecnologías) que juntos generan una metodología para gestionar el diseño del proyecto y la información de éste de manera digital durante todo el ciclo de vida del proyecto” (Succar, 2009). Finalmente, se concluye que las distintos enfoques para la definición de BIM tienen varios puntos en común; por lo tanto, como propuesta para esta tesis se plantea que la metodología BIM es un proceso que integra a las partes involucradas en un proyecto a partir de un modelo 3D con información gráfica y no gráfica que permite la toma de decisiones a lo largo del ciclo de vida del activo construido.

2.2.2 Usos de BIM

Varias de las fuentes encontradas definen los usos de modelos de manera similar, a pesar de pertenecer a distintos países o instituciones. Estas definiciones plantean estándares propios, así como manuales que sirven como guía para la selección de los distintos usos que definen.

De estas definiciones se encuentran coincidencias que se resumen como: metodologías que reemplazan las actividades a realizar en los proyectos, los cuales, a futuro, se convertirán en activos. Los usos BIM según Kreider (2013) se definen como análogos a aplicaciones de BIM, soluciones BIM o herramientas BIM. También se definen los usos de modelo como bloques de conocimiento que forman parte de un lenguaje modular amplio que conecta los requisitos de información con las unidades de sistema, las funciones definidas y los elementos de competencia.

Por otro lado, se define un uso de BIM como un método de aplicación del modelamiento de la información para la construcción durante el ciclo de vida de una instalación para lograr uno o más objetivos específicos (Kreider & Messner, 2013). Esta es la definición que se tomará como base en todas las menciones de usos de BIM en esta tesis, pues para los autores de esta tesis es simple de entender y la que más se acomoda a sus conocimientos e ideología de la metodología BIM.

2.2.3 Alta gerencia en Empresas del Sector Construcción

El apoyo de la alta dirección se considera uno de los factores clave para el éxito en la gestión de proyectos y la participación eficaz de estos actores puede mejorar significativamente el éxito del proyecto. En el presente estudio se define la alta gerencia como el conjunto de personas que ostentan un título o cargo en la dirección de una empresa (Warner et al., 1988), lo cual les permita tomar decisiones en cuanto a la adopción de innovaciones y organización de grupos de trabajo. Ejemplos de este cargo son los de CEO, presidente, gerente general, partners, directivos, entre otros.

Según Chen et al. (2019) el apoyo de la alta gerencia se define como el grado en que la directiva se compromete con la aplicación de una tecnología, además es un factor predictor fiable de la adopción organizativa de tecnologías. Las maneras en las que se puede demostrar el apoyo a su equipo pueden variar, pero se tiende a establecer planes de acción y progreso del proyecto, establecer una comunicación respecto a la visión del proyecto, maneras de obtención recursos del proyecto, presentarse a las reuniones y establecer los cambios dentro de la organización del proyecto que puedan ser necesarios. (Villena, 2021)

Según Wang et al. (2016) el apoyo de la alta gerencia a su vez resulta imprescindible para poder proporcionar los recursos necesarios para establecer un uso eficaz de los sistemas de información, tales como hardware, software y capacitación de estos, y para promover el interés de la satisfacción de los empleados con la tecnología de la información. También se

establece que el apoyo de la alta dirección puede crear un entorno adecuado para el cambio, lo cual es muy relevante para motivar o promover la satisfacción en los usuarios. Asimismo, se mantiene la idea que la alta gerencia podría colaborar en proporcionar los recursos necesarios a los usuarios y ayudar a eliminar las barreras en cuanto a la reforma de la organización de trabajo, para con ello promover la satisfacción del usuario (Wang et al., 2016).

En la actualidad, los equipos de diseño que hacen uso de la metodología BIM están sometidos a cambios continuos en cuanto al entorno tecnológico se refiere. El rendimiento de estos equipos de trabajo se ve directamente influenciado por diferentes comportamientos y el apoyo que reciben de la alta gerencia. ES entonces que este apoyo puede mejorar el rendimiento, las capacidades y las habilidades del equipo de proyecto. (Villena, 2021)

2.3 Teorías de Adopción de Innovaciones

2.3.1 Teoría de Difusión de Innovaciones

De acuerdo con Rogers (2003) se define difusión como el proceso en el que una innovación es comunicada a través de ciertos canales en el tiempo entre los involucrados en un sistema social. Entonces se resume cuatro factores claves para la difusión de innovaciones: innovación, canales de comunicación, tiempo y sistemas sociales.

Las definiciones para estos cuatro factores claves se expresan de la siguiente manera. Innovación es una idea, proyecto o práctica que se percibe como nuevo entre individuos o grupos sociales. Los canales de comunicación se definen como procesos en los que los individuos interesados aprenden mutuamente, a partir de la compartición y creación de información. El tiempo es un factor clave que brinda la dimensión que categoriza el proceso de una adopción. El sistema social es definido como un conjunto de unidades correlacionadas que participan en la resolución conjunta de problemas para lograr un objetivo común (Rogers, 2003).

Para Rogers (2003) el proceso para la adopción de innovaciones se basa en cinco pasos principales, los cuales presentan atributos que conllevan a adoptar o rechazar una innovación. La etapa del conocimiento es en la que el individuo se informa sobre qué es y cómo funciona la innovación, entonces se aprende sobre la existencia de esta. Se sigue con la etapa de persuasión en la que el individuo se da cuenta si la innovación es compatible con sus intereses, determina la facilidad de experimentar la innovación y observa el grado en el que esta brinda

resultados visibles. Como tercer paso se tiene la etapa de decisión en la que el individuo decide en adoptar o rechazar la innovación. Luego en la etapa de implementación se pone en práctica la innovación, además que aparecen nuevas incertidumbres sobre los resultados. Finalmente, en la etapa de confirmación el individuo decide por una adopción tardía u opta por discontinuar su adopción. A manera de ejemplificación de los pasos que conllevan a la adopción de innovaciones según Rogers se presenta la siguiente figura.

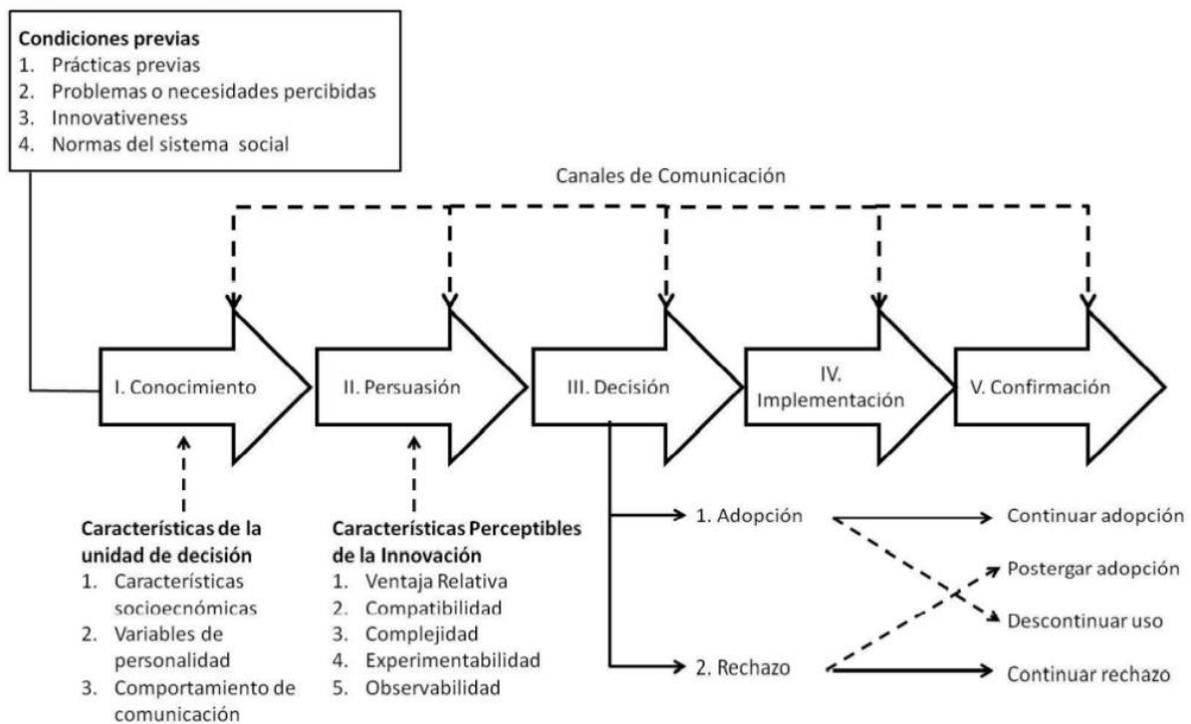


Figura 1. Pasos para la adopción de innovaciones según Rogers

Nota. Adaptado de Rogers (2003) Diffusion of Innovations (5th ed.)

Roger (2003) termina su teoría explicando la clasificación de los miembros de un sistema social en base a su capacidad de adopción de una innovación. La distribución de los adoptadores de la innovación se resume en cinco tipos. Los innovadores son los que están dispuestos a experimentar nuevas ideas. Los adoptantes tempranos son los que tienen capacidades de liderazgo y son el punto de apoyo para aquellos individuos que quieren obtener consejos o información sobre la innovación. La mayoría temprana comprende a aquellos que toman más tiempo en adoptar una innovación y poseen menos liderazgo comparado a los adoptantes tempranos, además tienen buena interacción con otros miembros del sistema social. La mayoría tardía son aquellos que esperan que la mayoría de sus colegas adopten la

innovación, así como son individuos escépticos a los buenos resultados. Finalmente, se tiene a los rezagados que son individuos que desean asegurar una correcta adopción de la innovación mediante ejemplos de adopción en las que sí ha funcionado. Además, son escépticos a las innovaciones, tienen poco liderazgo y limitadas capacidades de inversión y redes interpersonales.

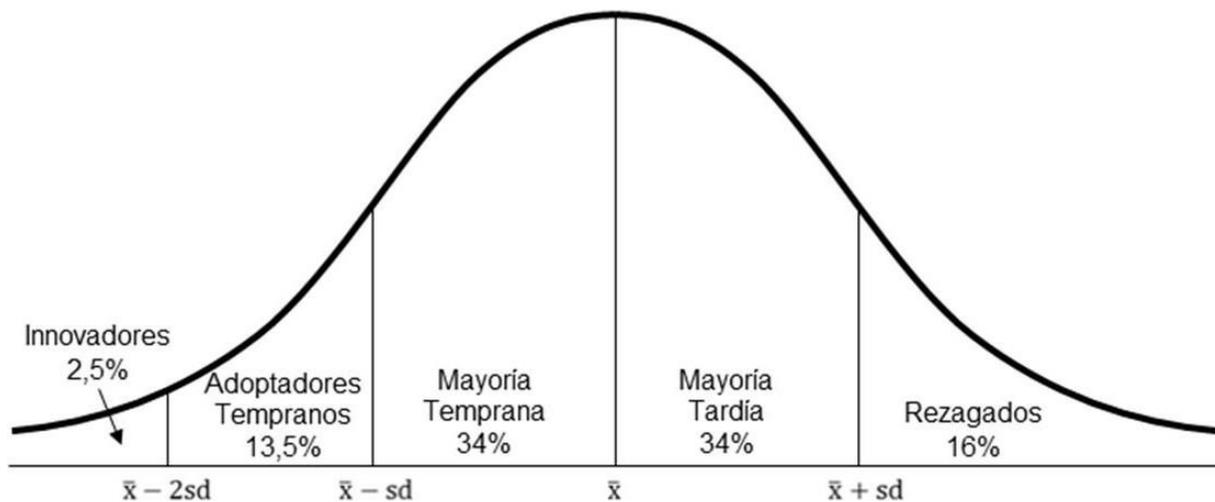


Figura 2. Clasificación de los adoptantes de innovaciones de acuerdo a su nivel de adopción de estas

Nota. Adoptado de Rogers (2003) Diffusion of Innovations (5th ed.)

Finalmente, respecto a esta teoría se tiene como referencia el caso de las ventajas y limitaciones de adopción de BIM en la operación y mantenimiento del transporte ferroviario en China. Se ha encontrado que la adopción de BIM en esta etapa tiene ventajas relativas obvias, a pesar de que la compatibilidad de esta metodología es baja, pues cambia drásticamente los métodos existentes de gestión (Xu et al., 2020).

2.3.2 Teoría de Isomorfismo Institucional

Las instituciones se definen como una estructura o una actividad cognitiva, normativa o reguladora que proporciona estabilidad y sentido a la conducta social (Scott, 1995). De acuerdo con Scott las instituciones son transportadas por distintos medios tales como la estructura, rutinas, cultura las cuales operan en múltiples niveles de jurisdicción. Por otro lado, tenemos a las instituciones definidas como un procedimiento organizado y establecido en forma de un sistema normativo y conformado por rutinas socialmente construidas (Jepperson, 1991).

Entonces, las instituciones hacen referencia a un orden social que logra una determinada propiedad o situación, el concepto de lo institucional implica el proceso que nos dirige a dicha situación. Un concepto relacionado a la institucionalización es la legitimidad la cual se define como una percepción o suposición generalizada en la que las acciones de una entidad u organización son deseadas o adecuadas en algún sistema de normas o creencias socialmente construidas (Suchman, 1995). Según Suchman (1995), la legitimidad desempeña un papel importante en la transformación intelectual, la cual permite la teoría institucional. Así se provee de un marco teórico alrededor de fuerzas cognitivas y normativas que conforman y fortalecen a los entes organizacionales. A partir de ello se entiende a la legitimidad como un sinónimo de institucionalización. ES este impulso por la legitimidad lo que fomenta los procesos de institucionalización que eventualmente hace que las organizaciones sean más similares sin necesariamente hacerlas más eficientes, dando lugar al isomorfismo institucional (DiMaggio y Powell, 1983).

Para el presente estudio nos basaremos en un principio básico de la teoría institucional, el isomorfismo institucional (DiMaggio y Powell, 1983). De acuerdo con los autores, dicha teoría desarrolla un modelo probado empíricamente el cual argumenta la manera en la que tres presiones o esfuerzos isomórficos institucionales (normativa, mimética y coercitiva), que se originan de reglas formales como de restricciones informales, afectan o influyen a las organizaciones determinando su legitimidad institucional.

Presiones coercitivas

Las presiones coercitivas son presiones externas ejercidas sobre las organizaciones por otras organizaciones y dichas presiones pueden ser formales o informales (DiMaggio y Powell 1983). El ejemplo más conocido de este mecanismo es la acción del gobierno sobre las organizaciones, a través de leyes, normas y exigencias relativas a los patrones de producción, el comportamiento organizativo y las relaciones con los consumidores. (Machado da-Silva et al., 2000)

Presiones miméticas

Las presiones miméticas son las que promueven a las organizaciones a imitar la conducta exitosa de otras organizaciones siempre que se observe una similitud o equivalencia estructural. La principal fuente de presiones miméticas es la incertidumbre. Cuando las soluciones innovadoras no se comprenden bien, los objetivos de la organización son ambiguos o el entorno crea incertidumbre, las organizaciones tienden a comparar su comportamiento con el de las

organizaciones de pares y a imitar aquellos que parecen legítimos y progresistas (DiMaggio y Powell 1983).

Presiones normativas

Las presiones normativas son consecuencias de la profesionalización ya que surge directamente del establecimiento de patrones por parte de una determinada comunidad profesional con el fin de fundamentar cognitivamente y dar legitimidad a su actividad desarrollada. Las universidades y las asociaciones profesionales son dos fuentes importantes de isomorfismo en esta perspectiva. (Machado da-Silva et al., 2000)

Finalmente, respecto a esta teoría se tiene como referencia el caso de las pequeñas y medianas empresas nigerianas en las que se han encontrado que la adopción de BIM es influenciada enormemente por las presiones normativas. Así como las presiones miméticas y coercitivas influyen significativamente en la adopción de esta metodología (Saka et al., 2022)

2.3.3 Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Nuevas Tecnologías

Con el objetivo de integrar diversas teorías y desarrollar una que explique la aceptación y el uso de la tecnología por parte de los usuarios, Venkatesh, Morris, Davis y Davis (2003) proponen la Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología (UTAUT, por sus siglas en inglés). Esta teoría surge a partir de la combinación de ocho modelos o teorías vinculadas con la adopción y uso de tecnologías o innovaciones. Entre los modelos que conforman esta propuesta se encuentran la Teoría de la Acción Razonada (TRA), el Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM), el Modelo Motivacional (MM), la Teoría del Comportamiento Planificado (TPB), la combinación de TAM y TPB (C-TAM-TPB), el Modelo de Utilización de PC (MPCU), la Teoría de Difusión de Innovaciones (IDT) y la Teoría Social Cognitiva (SCT).

Para lograr esta integración, Venkatesh (2003) compara empíricamente estas teorías utilizando datos recopilados de cuatro organizaciones durante un periodo de seis meses. En esta teoría se identifican cuatro determinantes clave: expectativa de rendimiento, expectativa de esfuerzo, influencia social y condiciones facilitadoras, además de moderadores importantes como género, edad, voluntariedad y experiencia. Posteriormente, la teoría fue validada mediante información obtenida de dos nuevas organizaciones.

Los determinantes que presenta la UTAUT están basados en los elementos esenciales de cada teoría analizada y, de acuerdo a estos, también se descartaron algunos, tales como la autoeficacia informática y la ansiedad informática. Estos determinantes, a su vez, están influenciados por moderadores claves, antes presentados. El modelo provisto por la UTAUT se resume en la figura 2-3.

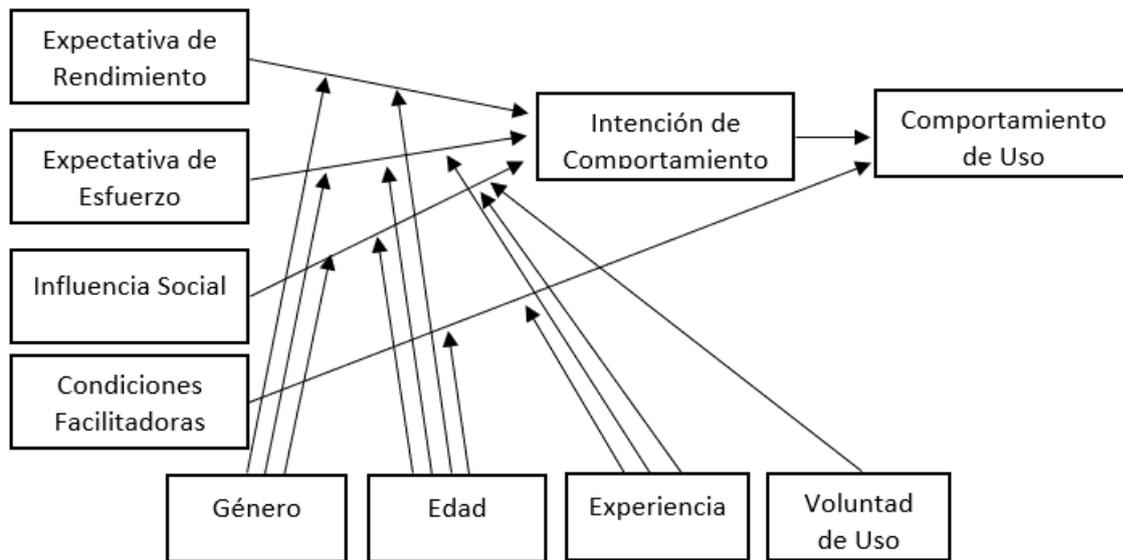


Figura 2. Modelo de la Teoría Unificada de la Aceptación y Uso de la Tecnología

Nota. Adaptado de Venkatesh et al. "User acceptance of information technology: Toward a unified view."

Un caso que muestra la adopción de BIM en etapas de mantenimiento posteriores a la construcción mediante el modelo UTAUT es el estudio en Guangxi China en el que se reveló que los profesionales tienen un escaso conocimiento de BIM. Además, no tienen la voluntad de aprender esta metodología. Por último, la proporción de adopción de BIM en los proyectos es muy baja teniendo en cuenta los factores de la expectativa de rendimiento, expectativa de esfuerzo y la brecha generacional (Taib et al., 2023).

2.3.4 Teoría de la Lógica Institucional

Los ejecutivos obtienen su poder y autoridad de su posición en una organización, relaciones sociales y su capacidad para gestionar y dar solución a los problemas estratégicos que se presenten. A partir de ello, se hace relucir la importancia de cómo los determinantes de poder son controlados por la lógica institucional (Thornton et al. 1999).

La teoría de la lógica institucional abarca el análisis de otras teorías con el fin de estudiar los vínculos entre organizaciones, instituciones e individuos en los sistemas sociales (Thornton et al. 2012). La lógica institucional se define como el patrón histórico de prácticas materiales, suposiciones, valores y creencias a través de los cuales las personas producen sus medios de vida materiales, organizan su tiempo y espacio para dar significado a su realidad social (Friedland et al., 1991). Entonces, la lógica institucional proporciona las reglas de interacción e interpretación que encaminan a los actores que se encargan de la toma de decisiones en el cumplimiento de su labor en una organización o en el proceso de obtención de beneficios. Dichas reglas conforman un conjunto de creencias y supuestos acerca de cómo interpretar la realidad de la organización, qué hechos o acciones constituyen un comportamiento adecuado y cómo lograr el éxito (Thornton et al. 1999).

De acuerdo con Gosain (2004), las nuevas tecnologías son portadoras de lógicas institucionales. Dichas lógicas pueden transportarse mediante portadores como los sistemas simbólicos, los cuales se conforman de reglas, leyes valores o categorías que dan forma a las percepciones de individuos; las actividades, representadas por rutinas o hábitos que manejan el comportamiento de la sociedad; y los artefactos, conformados por objetos físicos que facilitan la ejecución de ciertas tareas (Scott 2014).

Por último, de acuerdo con el estudio de Cao (2014) las presiones isomórficas contribuyen en la adopción de BIM influenciadas por la búsqueda de legitimidad institucional. En este estudio se indica que las presiones coercitivas influyen en mayor medida para el grado de adopción BIM, las cuales están conciliadas por el apoyo del cliente. Esta conclusión está soportado por la premisa de que los clientes son influenciados más por presiones autoritarias externas que otras presiones externas que son menos categóricas como las normativas o miméticas (Cao et al., 2014).

2.4 Relación entre Teorías Presentadas y la Adopción de BIM por Parte de la Alta Gerencia

- Teoría de difusión de innovaciones

La teoría de difusión de innovaciones de Rogers, a lo largo del tiempo, ha logrado aplicarse en varios campos tecnológicos que implican la adopción de una innovación. Ejemplos de estas aplicaciones son los estudios de factores para adopción de tecnologías electrónicas en la enseñanza educativa y uso de páginas web por profesores (Sahin, 2006). Ante los diferentes estudios que se han realizado tomando como referencia la teoría de difusión de innovaciones,

la explicación de los factores que influyen en la adopción de BIM por parte de alta gerencia podrían relacionarse con lo que describe Rogers (2003).

La teoría de difusión de innovaciones está compuesta por un proceso, el cual lo relacionaremos con el tema que se presenta en esta tesis. Una de estas etapas es lo referente al conocimiento a la innovación, lo cual implicaría conocer qué es BIM, cómo funciona esta metodología de trabajo. Esta idea lo consideramos precisa y clave, ya que, según Karathodoros (2013), no saber qué implica BIM conlleva a ideas erróneas como pensar que este método de trabajo es costoso o no beneficioso. Otra forma de relacionar lo que presenta Rogers con BIM, es la persuasión para la adopción de BIM a la que deben estar sometidos los distintos empresarios, directores y ejecutivos que se manejan en el sector construcción. Esta persuasión debe estar impulsada, inicialmente, por el sector público, el cual debe generar la suficiente estandarización para dar fe de los beneficios de BIM.

Por otro lado, Rogers presenta algunas características para concretar la etapa de persuasión. Estas características pueden adoptarse como factores para la adopción de BIM, puesto que, por ejemplo, la necesidad de compatibilidad entre lo que se necesita y las experiencias pasadas deben ser consistentes con lo que presenta la innovación para lograr que una esta sea percibida como beneficiosa. Además, la complejidad de una innovación aporta en el grado de persuasión para la implementación de una innovación, tal como en el caso de BIM, que muchas veces es percibida como difícil de implementar (Karathodoros, 2013). Además, característica de observabilidad, que se presenta en la teoría de Rogers (2003), brinda un aporte importante en cuanto a los posibles factores para la adopción de BIM por parte de la alta gerencia. Este aporte se explica en que los profesionales de alta gerencia deben notar que la aplicación de una innovación es fructífera; por ende, se comprueban los beneficios de la innovación. Este grado de visualización de beneficios sería positivamente correlacionado a la adopción de BIM, según lo que se explica en la teoría de difusión de innovaciones.

- Isomorfismo institucional

Aunque el proyecto de construcción es la unidad básica de las actividades de diseño y construcción y, en la mayoría de los casos, la decisión de adopción de BIM se toma a nivel de proyecto, podemos decir que se ha prestado poca atención a investigar cómo se toman las decisiones de adopción de BIM relacionadas en proyectos de construcción y por qué el grado de adopción de BIM en diferentes proyectos varía. Investigaciones previas sobre otras innovaciones en la industria de la construcción indican que las adopciones de innovación no

solo están motivadas por las necesidades de eficiencia para abordar proactivamente los problemas internos del proceso, sino que también pueden verse influenciadas por presiones del entorno externo (Dongping et al.,2014). De hecho, la asimilación de la innovación considera en gran medida a la alta dirección como la agencia responsable de cambiar las normas, los valores y la cultura dentro de una organización. A su vez, esto permite que otros miembros de la organización se adapten al artefacto de la nueva tecnología (Liang, 2007).

Basándonos en la teoría del isomorfismo institucional (DiMaggio y Powell 1983), se puede explicar cómo tres tipos de presiones isomórficas institucionales (presiones coercitivas, miméticas y normativas) ejercen un grado relevante de influencias en las actividades de adopción de BIM en proyectos de construcción. De esta manera se puede inferir como miembros de la alta gerencia del proyecto podrían desempeñar un papel fundamental en la defensa de otras innovaciones en la construcción. También se debe tomar en cuenta la que implica el apoyo por parte de la alta gerencia para examinar cómo dicho factor media las influencias de las presiones isomórficas en el alcance de las adopciones de BIM del proyecto.

La incertidumbre de los beneficios que ofrece BIM, además de varias barreras u obstáculos de adopción puede aumentar las dificultades para que los profesionales tomen decisiones racionales de adopción de BIM simplemente por razones de eficiencia. En consecuencia, los personajes que se encargan de tomar decisiones en los proyectos, también pueden mirar hacia las prácticas de utilización de BIM de proyectos similares y la orientación de profesionales de la industria, y luego ajustarse a presiones isomórficas externas para adquirir legitimidad institucional. Este puede ser aún más el caso en aquellos países donde la difusión de BIM aún se encuentra en una etapa inicial, tal es el caso de Perú, y en donde la mayoría de los profesionales del sector construcción aún carecen de conocimientos significativos acerca de BIM. (Dongping, 2021)

De manera general, existe evidencia de que la búsqueda de la adquisición de legitimidad institucional juega un papel importante durante los procesos de adopción de BIM. Entonces las presiones isomórficas externas en su conjunto pueden influir significativamente en el alcance de la adopción de BIM en los proyectos de construcción por parte de la alta gerencia.

Teoría unificada de aceptación y uso de tecnología

Se tiene registro de varios estudios que relacionan BIM y la teoría UTAUT, pero se ha encontrado una similitud entre estos estudios, la cual es que se centran en el usuario y sus características como influencia para el sistema. Esta premisa se apoya con lo que expresa la

teoría UTAUT, o sea que se centra en el comportamiento del usuario ante el uso del nuevo sistema, que implica la adopción de una innovación como BIM. Además, según Howard (2017) se hace hincapié en que la teoría UTAUT tiene como objetivo sondear al usuario individual, más no al sistema, grupo de trabajo o empresa.

A pesar de la flexibilidad y robustez de esta teoría, se considera que no es la más apropiada para nuestro objeto de estudio que es la adopción de BIM por parte de la alta gerencia. Esta falta de incompatibilidad se explica con algunos factores, que aún no se han validado, tales como el trabajo colaborativo y efectivo con los involucrados en el proyecto, resistencia cultural, falta de conocimiento de los contratistas, costos de implementación o capacitación, entre otros (Villena et al., 2021).

Para finalizar, un ejemplo claro, que muestra el enfoque que se da al tratar de explicar la adopción de BIM con UTAUT, es el estudio de Howard (2017). Este estudio se apoya de la teoría mencionada para abordar la percepción individual de los usuarios en sistemas de información en edificaciones, tales como BIM. Además, el autor presenta las limitaciones de la teoría, las cuales indican que el comportamiento del usuario, ante sistemas de información, no afecta el actual comportamiento de los demás usuarios involucrados en un sistema o empresa. Finalmente se concluye las principales características que limitan la adopción individual de BIM en el caso de Reino Unido.

Teoría de la lógica institucional

Para el caso de la implementación de BIM en la industria de la construcción podemos encontrar algunas lógicas institucionales que intervienen durante el proceso de toma de decisiones por parte de la alta gerencia, aun cuando los estudios que relacionen dicha teoría con la adopción de BIM son escasos, formando una limitación para la presente investigación. El reconocimiento de las lógicas institucionales en las tecnologías empresariales puede ser útil para hacer más sencilla la transición tecnológica. ES muy común que la implementación de nuevos sistemas en una organización se convierta en un caos, puesto que los trabajadores no logran comprender del todo las nuevas reglas cognitivas y normativas incorporadas en el nuevo sistema por lo que tienden a confundirse y disgustarse por ello (Scott, 2014).

Estas lógicas institucionales se comprenden en cuatro factores que vienen dados por la lógica del mercado de la construcción que es conflictivo y está tan fragmentado, lo cual genera una barrera para adoptar BIM. También se tiene la lógica de estandarización, la cual influye de manera positiva; por ejemplo, por medio de una adecuada legislación y apropiada definición

de contratos. Por otro lado, la lógica de la asequibilidad está arraigada a la toma de decisiones de los profesionales de alta gerencia respecto a decisiones sobre BIM. Finalmente, la lógica de definición que comprende la divergencia para el concepto de BIM ya sea como una metodología de modelado o colaboración (Murguía, 2021).

BIM ha surgido de una estandarización y de esfuerzos de "atracción" en cuanto a las tecnologías de la información y la comunicación partiendo desde la cadena de suministro. El reconocimiento de estos esfuerzos podría ayudar a comprender la difusión de BIM. Hoy en día existe un gran apoyo a la transferencia de las mejores prácticas de la innovación BIM entre países. Sin embargo, resulta relevante entender hasta qué grado las mencionadas prácticas son compatibles dado los contextos de cada uno de los países. A partir de ello, se estima que, sin importar el mecanismo mimético para la difusión de la innovación BIM, este podría ser sostenible. Por lo mencionado, se justifica que debe existir un espacio dedicado a mejorar la comprensión de la difusión de la innovación a través del lente contextual de las lógicas institucionales (Papadonikolaki, 2017).

En el estudio de Murguía (2021) se concluye que la lógica institucional influye en la reacción de los usuarios frente a BIM y en el soporte de la alta gerencia. Además, se indica que el 35 % de la varianza en las reacciones de los usuarios frente a BIM y el 54% de la varianza respecto al apoyo de la alta gerencia hacia BIM es explicado por la lógica institucional.

2.5 Descripción de Variables Teóricas

En base a la literatura revisada y el entendimiento de los autores se plantean los siguientes factores teóricos que influyen en la adopción de BIM por parte de la alta gerencia en el sector construcción. Cabe recalcar, que estas variables teóricas serán validadas de acuerdo con los resultados de las encuestas que se describirán en los capítulos siguientes.

2.5.1 Factor Educación

Esta sección tiene como objetivo evaluar la educación como foco de la sinergia que existe entre la alta gerencia y la adopción de BIM organizacional. Esta evaluación mide los campos de educación universitaria, el tipo de educación en BIM que se dictan en distintos cursos y el nivel de conocimiento de esta innovación por parte de los profesionales. Se desea medir esta variable, puesto que se sabe que la implementación de BIM en la academia se está desarrollando lentamente como función de los nuevos requerimientos del sector construcción (Almeida & Savio, 2021). Este proceso gradual de evolución en la educación sobre BIM se

puede evidenciar en los resultados de la adopción de BIM en Lima y Callao donde se concluye que el sector construcción aún reconoce BIM como modelado 3D y no como un flujo colaborativo (Murguía et al., 2020).

2.5.2 Factor Estándares

Como se sabe, en todo sector de la industria se manejan flujos y estándares nacionales o adaptados de manuales o conocimientos a nivel mundial. Sin embargo, en el caso peruano aún se tiene poco manejo tanto de métricas, procesos, librerías y criterios tanto de modelado como de los trenes de trabajo que se manejan en cada proyecto (Murguía et al., 2020). Esta variable pretende medir qué tanta necesidad de estándares se percibe, pues, en la actualidad, aún se están cimentando las bases del Plan BIM Perú.

2.5.3 Factor Costo

Si una innovación es percibida como difícil de implementar debido al costo, la alta gerencia no optará por su adopción, pues es percibida como una barrera (Villena et al., 2020). Este factor se refiere al grado en que la alta gerencia percibe como asequible la adopción de BIM. Mediante este factor se pretende medir la disponibilidad que hay tanto por el cliente y profesionales de la construcción, la cual genera una sinergia para la adopción de BIM por la alta gerencia.

2.5.4 Factor Procura Cliente

Esta sección pretende evaluar la forma como los profesionales de alta gerencia perciben la persuasión que genera la industria en el tema de adopción de BIM (Murguía et al., 2020). Esta persuasión se puede entender como la influencia que generan algunas partes interesadas del proyecto tanto en plazo, costo, procura y las relaciones divergentes entre algunas empresas del mismo rubro.

2.5.5 Factor Coercitivo

Debido a los beneficios potenciales de BIM, los gobiernos de varios países, incluido Perú, han establecido planes para el uso eficaz de BIM en proyectos públicos o del Estado. Tal es el caso de la promoción del Plan BIM Perú, cuyo desarrollo permitirá mejorar la transparencia, calidad y eficiencia de las inversiones a lo largo del ciclo de desarrollo de los proyectos de inversión pública. Estas actividades, ya sea en forma de regulación pública o establecida como requisito del proyecto, pueden influir significativamente en los comportamientos de adopción

de BIM tanto de los clientes del proyecto como de otras partes interesadas y; por lo tanto, dar como resultado un mayor grado de uso de BIM del proyecto (Cao et al., 2014).

2.5.6 Factor Mimético

En el contexto en el que las soluciones innovadoras no se comprenden del todo o existe dudas en cuanto al desarrollo del proyecto, los objetivos de la organización tienden a generar una incertidumbre. En este punto es cuando las organizaciones tienden a comparar su comportamiento con el de las de otras para comenzar a imitarlos a fin de aminorar riesgos. También se suelen comparar los beneficios empresariales que obtienen del uso de dichas soluciones con los derivados de otras organizaciones. BIM implica un costo de inversión relativamente alto y su valor está influenciado por una serie de factores como el tipo de proyecto, la forma del edificio, los atributos de los participantes y el apoyo externo. Estas características pueden aumentar significativamente las incertidumbres de la adopción de BIM (Cao et al., 2014). Como se presenta esta incertidumbre, entonces una buena opción es imitar el comportamiento de las instituciones del sector público y privado que han alcanzado la legitimidad por parte de la sociedad.

2.5.7 Factor Normativo

Con esta variable se medirá la forma en que la creciente profesionalización de los altos directivos, en su intento de uniformizar normas comunes que permiten alcanzar la legitimidad por la sociedad, influye en la adopción organizacional de BIM (Liang, 2007). En esta sección se evalúa cuál es el punto de vista de la alta gerencia con respecto a la profesionalización o influencia que imparten las asociaciones del sector construcción, colegios profesionales y universidades.

2.5.8 Ventaja Relativa

Esta variable hace referencia "al grado en que una innovación es percibida como mejor que la idea que sustituye" (Rogers 2003 p. 212). Por lo tanto, como premisas que forman parte del cuestionario, evaluarán las expectativas que tiene la alta gerencia sobre BIM tales como las mejoras en la imagen, acelerar el logro de objetivos y formar parte de una estrategia a nivel empresarial y organizacional.

2.5.9 Apoyo de la Alta Gerencia

Según explica Rogers (2003) no tomar un papel de liderazgo, ser escéptico a las innovaciones y sus resultados, y la falta de redes interpersonales son características de los individuos o grupos sociales que más demoran en adoptar una innovación. Por ende, este factor define que las características comunicativas y personales influyen en la adopción de BIM por parte de la alta gerencia. Ante estas premisas se desprende que la alta gerencia es el soporte principal para los trabajadores al momento de adoptar una innovación como BIM (Liang, 2007). Además, las decisiones en una organización son un reflejo de los valores y las bases cognitivas de la alta dirección (Hambrick et al., 1984). Con esta variable se medirá el reconocimiento que soporta la alta gerencia tanto para los trabajadores y los flujos de trabajo con BIM.

2.6 Presentación del modelo propuesto

Luego de haber revisado la literatura referente a la adopción organizacional de BIM por parte de la alta gerencia en el sector construcción, así como las distintas teorías de adopción de innovaciones, se procede a plantear un modelo que relacione las variables teóricas y el tema investigado. Este modelo se presenta a continuación y será el que se considerará en toda la etapa de análisis de datos para el cual se describe una serie de hipótesis.

Tabla 1

Hipótesis del modelo adaptado para la adopción de BIM

Hipótesis	Premisa
H1	La variable educación influye de manera positiva sobre apoyo de la alta gerencia
H2	La variable estándares influye de manera positiva sobre apoyo de la alta gerencia
H3	La variable costos influye de manera positiva sobre apoyo de la alta gerencia
H4	La variable procura de cliente influye de manera positiva sobre apoyo de la alta gerencia
H5	La variable coercitiva influye de manera positiva sobre apoyo de la alta gerencia
H6	La variable mimética influye de manera positiva sobre apoyo de la alta gerencia
H7	La variable normativa influye de manera positiva sobre apoyo de la alta gerencia
H8	La variable ventaja relativa influye de manera positiva sobre apoyo de la alta gerencia
H9	La variable apoyo de la alta gerencia influye de manera positiva sobre adopción de BIM en la empresa

Nota. Fuente propia

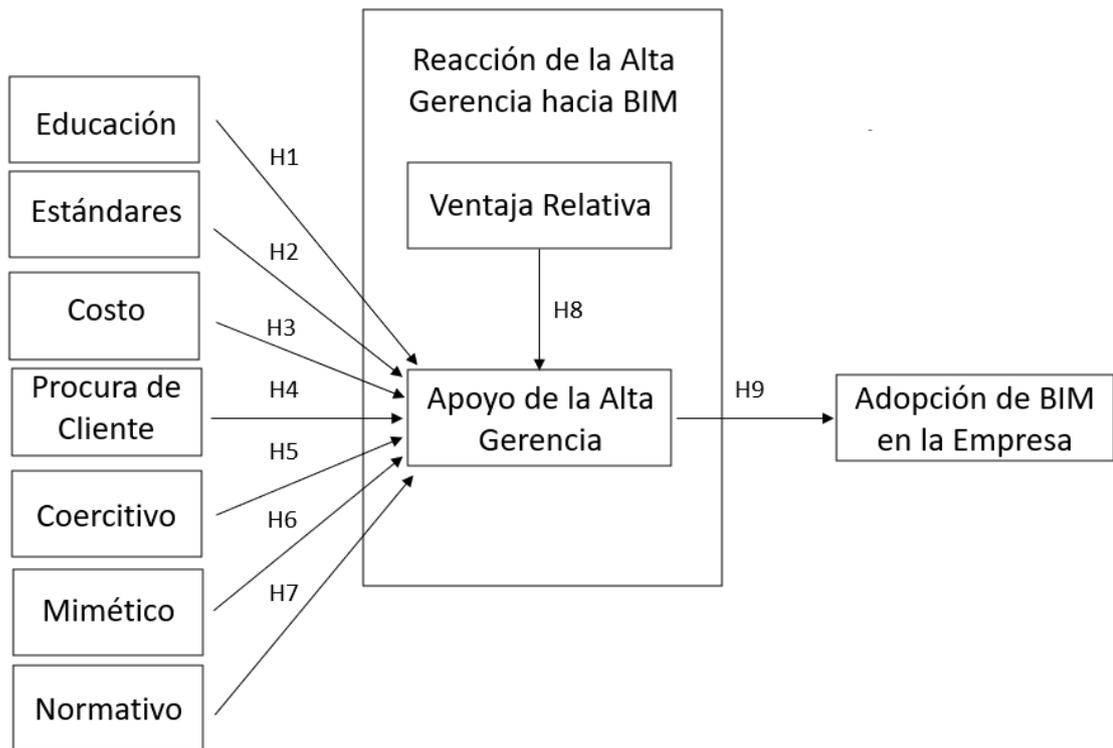


Figura 4. Modelo propuesto aplicado a la adopción de BIM

Nota. Adaptado de Murguía (2021) "A model of systemic of BIM adoption"

3 CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se presentará el tipo de investigación, se describirá las etapas de la metodología, las técnicas en instrumentos de investigación y el diseño del cuestionario. El cual fue la principal herramienta de recolección de datos que fue remitida a los profesionales de alta gerencia.

3.1 Tipo de Investigación

La presente investigación se caracteriza por ser de carácter cualitativa debido a su naturaleza subjetiva, la cual enfatiza descripciones, conceptos y experiencias transmitidas usualmente de manera verbal (Naoum, 2007). Dado que se cuenta con un conocimiento limitado acerca de BIM y su relación con la alta gerencia, se desarrollará una investigación exploratoria mediante la revisión de la literatura a fin de conocer los conceptos necesarios acerca de BIM y diagnosticar su situación tanto en el Perú como en el mundo, filtrar alternativas o soluciones ante la problemática y descubrir nuevas ideas que puedan colaborar con nuestros objetivos. Luego se identificarán las variables teóricas obtenidas mediante la literatura las cuales serán contrastadas con los datos recolectados a través de encuestas.

3.2 Descripción de las Etapas de la Metodología

La primera parte se enfocó en la búsqueda de bibliografía referente tanto a los conceptos de Building Information Modeling (BIM) y sus usos en la actualidad, además de la definición de alta gerencia en esta investigación. Así también, se indagó acerca de teorías que expliquen el patrón de comportamiento de las innovaciones, su relación con la sociedad y las organizaciones, y su nexos con la alta gerencia con el fin de develar la visión de estos frente a la adopción de BIM. Las teorías más relevantes fueron la Teoría de Difusión de Innovaciones de Everett Rogers (2003), la Teoría del Isomorfismo Institucional de DiMaggio y Powell, la Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnologías de (Venkatesh et al., 2003) y la Teoría de lógica institucional (Friedland & Alford, 1991).

En la segunda parte se elaboró un marco teórico que nos permita enfocarnos en los conceptos y teorías que implican la adopción de BIM por parte de la alta gerencia dentro del contexto peruano en base a la información previamente recabada. Esto permitió identificar, inicialmente, las variables teóricas que fueron consideradas en el modelo preliminar de adopción de BIM por la alta gerencia.

Posteriormente, se planteó un conjunto de preguntas para conformar una encuesta dirigida a profesionales de la alta gerencia y poder validar nuestras variables mediante los resultados obtenidos por parte de estos agentes. La recolección de datos de esta encuesta fue, principalmente, por redes sociales profesionales y, contactos y conocidos de alta gerencia del sector construcción.

En la cuarta parte, se inició con un análisis global de los resultados obtenidos en la encuesta, tomando en cuenta el marco teórico presentado, para determinar la posición de la alta gerencia respecto a BIM en Perú. Se realizó una depuración en los resultados de la encuesta mediante la estimación de la consistencia interna de las respuestas, lo cual es establecido por el alfa de Cronbach de cada variable. La fiabilidad de los resultados a través de la relación entre las variables se fundamentó por medio de la matriz de correlación de producto-momento. El cómputo estadístico fue por medio del programa SPSS.

Finalmente, se plantearon las conclusiones más relevantes del tema de investigación dispuestas a corresponder tanto a los objetivos como a las preguntas de investigación. Por otro lado, se establecieron recomendaciones que permitan la evaluación de futuras investigaciones, las cuales posibiliten la opción de enfatizar la necesidad de la implementación, a mayor escala, de BIM en Perú, teniendo en cuenta la importancia de los factores que influyen en la alta gerencia para la adopción de BIM.

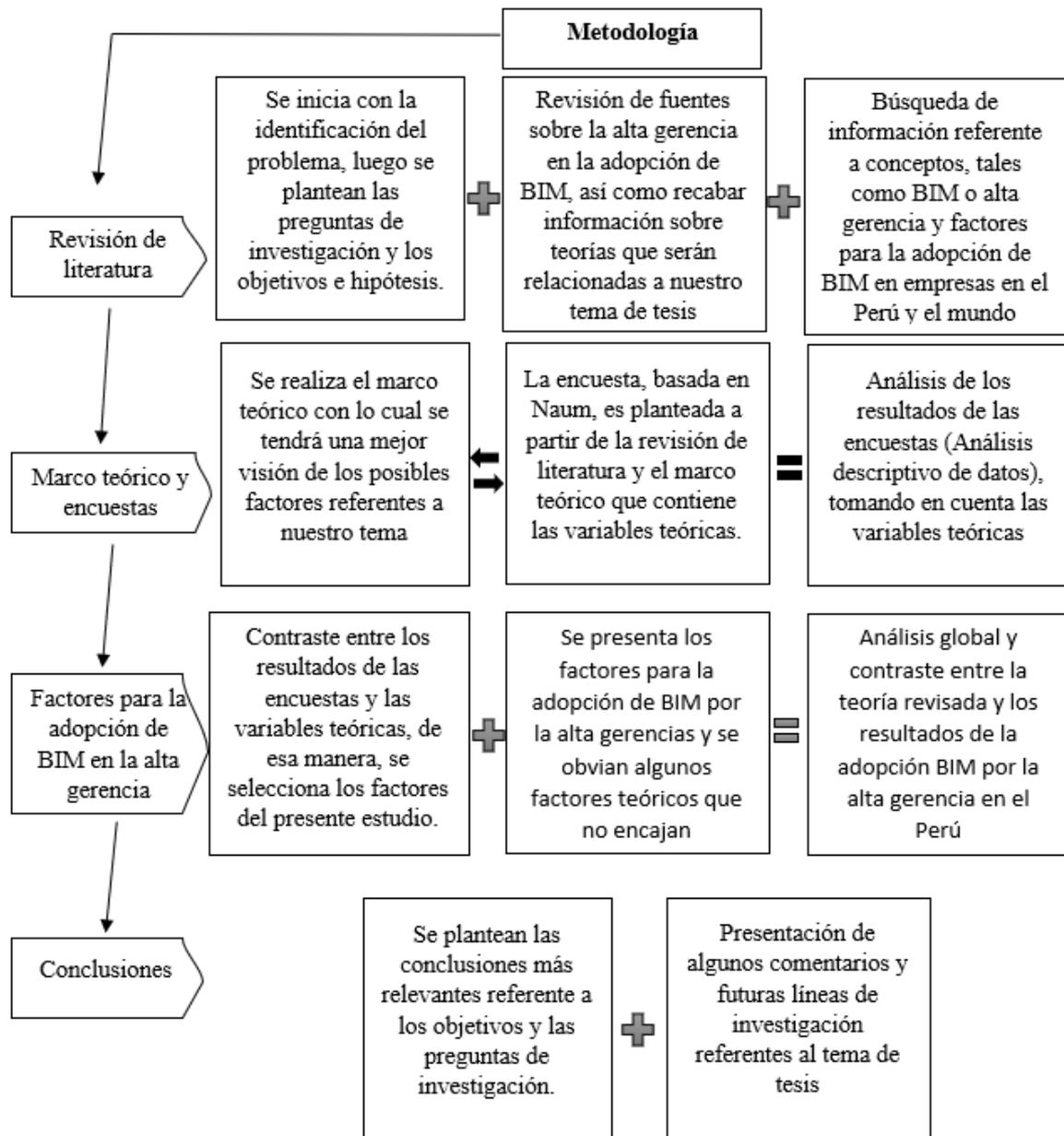


Figura 5. Estructura de la metodología de investigación adoptada

Nota: Fuente propia

3.3 Técnicas en Instrumentos de Investigación

Con las técnicas e instrumentos, principalmente, se desea obtener un sustento para las variables planteadas a partir de la revisión de literatura. En esta investigación se ha decidido optar por encuestas, pues es la más adecuada para el estudio de la situación y pensamientos sobre los factores que afectan la adopción de BIM por parte de la alta gerencia (Naoum, 2007).

Las encuestas serán adaptadas y estructuradas de acuerdo al libro *Dissertation Research and Writing for Construction Students* escrito por Naoum. Como estructura fundamental que plantea este texto, nos basaremos en 3 secciones específicas:

Identificar las primeras preguntas de reflexión. - En esta sección nos centraremos en redactar la mayor cantidad de preguntas de reflexión tomando en consideración que luego serán editadas y ordenadas, además que estas preguntas serán necesariamente basadas en la literatura revisada, pero considerando que no se podrá abarcar cada aspecto, si no solo los principales a criterio de los autores.

Formulación del cuestionario final. - Una vez se tenga las preguntas de reflexión, se optará por definir categorías que agrupen algunas preguntas de tal manera que las preguntas sean correspondientes a los objetivos y a las variables preliminares que se validarán de acuerdo al análisis de los resultados.

Redacción de las preguntas. - Esta sección se basa en revisar los detalles de los criterios utilizados para la construcción del cuestionario. Estos criterios comprenden aspectos como que las preguntas deben ser cortas pero comprensibles y evitar preguntas capciosas, dobles, de presunción o hipotéticas.

Finalmente, para complementar la estructuración presentada, se considerarán y aprovecharán las buenas prácticas e ideas en redacción que presentan otros autores en la formulación de cuestionarios, tales como revistas, tesis o libros. También, se debe tomar sólo los aspectos principales, pues abarcar demasiados brinda una extensión innecesaria y resta atracción a los encuestados. Además, siempre considerar la literatura revisada para formular las preguntas, así como evitar la arbitrariedad de los aspectos que abarca cada cuestión planteada.

Una vez obtenida la estructura de la encuesta se procede con la adaptación de cuestionarios que contienen premisas ya validadas, como son los casos de los cuestionarios que presenta Murguía en sus investigaciones del (2018, 2020 y 2021). El proceso de adaptación se explica con más detalle en el siguiente apartado.

3.4 Diseño de Cuestionario

3.4.1 Introducción

El alcance del cuestionario que se presenta a los profesionales de alta gerencia, que decidieron formar parte de este estudio, tiene como foco principal el nivel de firma, empresa o entidad en la industria de la construcción. Esto, pues, como se ha descrito en los objetivos, esta tesis pretende evaluar lo que la alta gerencia (CEO's, gerentes, directores y, en general, profesionales con gran capacidad de toma de decisiones claves) piensa sobre adoptar BIM. El cuestionario o encuesta que forma parte de esta investigación contiene gran parte de una serie de variables ya validadas. Entonces solo las premisas que comprometen a las variables de factores coercitivos, miméticos y normativos de la teoría de difusión de innovaciones de Rogers serán las que estarán a prueba, lo cual se reflejará en el modelo final que se presentará sobre los factores que influyen en la adopción de BIM por parte de la alta gerencia. Finalmente, los resultados del cuestionario pretenden ser base para fundamentar y recalcar las variables que se presentaron. A manera de representación de la estructura del cuestionario se presentará la siguiente tabla.

Tabla 2

Estructura de la encuesta

	Variable evaluada
Sección 1	Datos generales del profesional
Sección 2	Costo
Sección 3	Educación
Sección 4	Estándares
Sección 5	Procura del cliente
Sección 6	Ventaja relativa
Sección 7	Soporte de la alta gerencia
Sección 8	Factor coercitivo
Sección 9	Factor mimético
Sección 10	Factor normativo

Nota. Fuente propia

Como se mencionó, este cuestionario evalúa al profesional de alta gerencia a nivel de empresa. En la primera sección se trata de clasificar al profesional de acuerdo al sector al que pertenece en la construcción, además de preguntarle sobre sus años de experiencia y datos sobre la empresa a la que forma parte, tales como el número de empleados y experiencia con BIM de la empresa. Las secciones restantes evalúan premisas referentes a cada una de las variables presentadas a partir de la literatura. Para la medición de la opinión de la alta gerencia sobre las premisas que se muestran en el cuestionario se recurrirá a la escala de Likert (1 totalmente desacuerdo, 2 en desacuerdo, 3 ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 de acuerdo, 5 totalmente de acuerdo). Además, para no obligar a responder alguna premisa de la cual no se tiene mucho conocimiento, se agregó la respuesta; NO sé/NO opino.

Tal como se mencionó, las premisas presentadas en algunas variables fueron adaptadas, entonces se pueden resumir estas adaptaciones en las siguientes variables: costo, educación, estándares, procura del cliente, ventaja relativa y soporte de la alta gerencia. Estas adaptaciones fueron realizadas a partir de las encuestas realizadas por Murguía (2021). Por el lado de los factores coercitivo, mimético y normativo se realizó el análisis descrito por Naoum (2007). El listado de premisas evaluadas en cada una de las variables, de acuerdo a la literatura y estudios pasados se muestra a continuación en la tabla.

Tabla 3

Premisas evaluadas en la encuesta diseñada

Costo	El cliente conoce y paga por BIM
	El software y hardware BIM es de precio asequible en el mercado
	La capacitación en BIM es de precio asequible en el mercado
	El costo de consultores BIM es de precio asequible en el mercado (Murguía, 2021)
Educación	Las universidades enseñan BIM
	Los graduados de ingeniería y arquitectura saben de BIM
	Los cursos BIM disponibles enseñan modelado 3D Los cursos BIM disponibles enseñan flujos colaborativos
Estándares	BIM requiere estándares para crear modelos
	BIM requiere estándares de procesos para compartir modelos
	BIM requiere librerías de objetos estándar BIM requiere estándares de contratos colaborativos
Procura cliente	El foco de la industria en tiempo y acción inmediata limita el uso de BIM
	La política del cliente en el costo más bajo limita el uso de BIM
	Las relaciones de corto plazo entre las empresas limitan el uso de BIM
	Las relaciones adversarias entre las empresas limitan el uso de BIM (Murguía, 2021)

Ventaja relativa	BIM provee una ventaja para cumplir los objetivos de la empresa BIM es una decisión estratégica para la empresa Usar BIM mejora la imagen de la empresa (Murguía, 2021)
Soporte de la alta gerencia	Yo aliento a mis trabajadores a usar BIM Yo reconozco el esfuerzo de mis trabajadores de usar BIM Yo resalto la importancia de BIM para el negocio (Murguía, 2021)
Intención de uso	La empresa planea usar BIM lo más pronto posible La empresa planea usar BIM en el próximo proyecto La empresa tiene la intención de recomendar BIM a otras empresas (Murguía, 2021)
Adopción de BIM en la empresa	La empresa usa activamente BIM Los trabajadores colaboran con BIM con otros dentro de la empresa Los trabajadores colaboran con BIM con otros fuera de la empresa (Murguía, 2021)
Coercitivo	Desarrollar un adecuado Plan BIM Perú impulsa a adoptar BIM El gobierno requiere del uso de BIM en las empresas Las asociaciones de la industria requieren del uso de BIM en las empresas
Mimético	Las organizaciones competidoras que han adoptado BIM han ganado reputación en la industria Las organizaciones competidoras que han adoptado BIM se han beneficiado enormemente Las organizaciones competidoras que han adoptado BIM son percibidas favorablemente por otros en la industria
Normativo	Las universidades impulsan a adoptar BIM en los proyectos Las asociaciones del sector construcción difunden la adopción de BIM Los colegios profesionales impulsan a adoptar BIM

Nota. Adaptado de Rogers (2003), DiMaggio y Powell, 1983 Venkatesh et al (2003) y Murguía (2021)

3.4.2 Recolección de Datos

Para generar el listado de profesionales de alta gerencia que forman parte de la población que evalúa la encuesta de investigación se utilizó el medio virtual y presencial. El medio virtual utilizado fue LinkedIn y Gmail, mientras que el medio presencial se realizó mediante contactos personales de los autores. Estos contactos personales se consiguieron de los centros laborales y conyugues afines al sector de la construcción y la alta gerencia.

La población preliminar de profesionales se contactó mediante LinkedIn, teniendo en cuenta la experiencia como parte de alta gerencia en el sector de arquitectura, ingeniería y construcción. A su vez, estos profesionales fueron contactados mediante bases de datos de empresas del sector a analizar. La base de datos utilizada de referencia para mapear los

contactos fue, por ejemplo, “PERU BUSINESS DATA BASE DIRECTORY 2021-2022” publicado en la página “basededatosesperu.com”.

La invitación de los participantes de la encuesta fue enviada mediante el chat de LinkedIn y por medio verbal. En la red social profesional mencionada se preguntó si el profesional captado deseaba participar del estudio y, una vez aceptada la petición, se procedió a compartir el link de la encuesta. ES importante resaltar que la encuesta contó con recordatorios cada 10 días con la finalidad de asegurar el máximo de respuestas posibles. Además, a los contactos de LinkedIn que no respondieron el primer mensaje de petición de formar parte de la muestra se les envió un recordatorio por si no tuvieron la oportunidad de leer el mensaje del chat. Cabe resaltar que, al momento de enviar las peticiones sobre la encuesta, nunca se solicitó datos personales o sensibles con la finalidad de evitar escepticismo o temor al riesgo de sufrir algún ataque fraudulento por internet.

También es importante indicar que la recolección de datos inicio el 6 de octubre del 2021 hasta el 5 de junio del 2023, teniendo en cuenta que hubo pausa en los periodos entre noviembre del 2022 a febrero del 2023, así como en los meses comprendidos entre marzo y junio del 2023. Finalmente, el total de profesionales contactados fueron 160, de los cuales se obtuvieron 95 respuestas para el análisis del modelo de adopción BIM a nivel organizacional por parte de la alta gerencia. Entonces, el porcentaje de éxito en la recolección de los datos de encuesta es aproximadamente 60 por ciento.

4 CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE DATOS

En este capítulo se tratarán los resultados de la encuesta con porcentajes, gráficos y análisis estadístico. Luego de ello se contrastarán los resultados con las variables teóricas. Este contraste se apoya en el software SPSS, el cual se encarga del análisis estadístico avanzado por medio de los datos recolectados en las encuestas. Se prosigue con el análisis estadístico de tipo descriptivo por medio de la media aritmética y la desviación estándar. Se termina con el análisis estadístico de tipo inferencial apoyándose del coeficiente beta estandarizado y el nivel de significancia.

4.1 Resultados de Encuestas

Como parte de la metodología descrita previamente en su capítulo, se vio en la necesidad de contrastar la información teórica recaudada con la información obtenida a partir de las encuestas de profesionales de alta gerencia del país. Para ello se consideró en las encuestas que los profesionales detallasen aspectos que ayuden a corroborar su experiencia con BIM, filtrar su adecuado aporte a la investigación y brindar información relevante para el desarrollo de la investigación.

4.1.1 Tipo de Organización que Lidera el Profesional

Para el desarrollo del análisis se clasificaron los profesionales de acuerdo con el tipo de organización en la que se desenvuelven o lideran. El tipo de organización más predominante entre los encuestados fue la de contratista (21%), ingeniería estructural (20%), cliente/inmobiliaria (20%), ingeniería de instalaciones eléctricas / sanitarias / mecánicas (9%) y arquitectura (17%). Luego con una menor frecuencia se ubica la estatal creadora de expedientes y contratación de obras (2%), consultoría BIM (2%), Empresa consultora (1%), constructora (1%), minería (1%), consultoría (1%), consultoría ambiental y de ingeniería en minería (1%). La distribución de las organizaciones a las cuales pertenece se presenta en la siguiente figura, que contiene el porcentaje de incidencia en relación con la cantidad de profesionales encuestados.

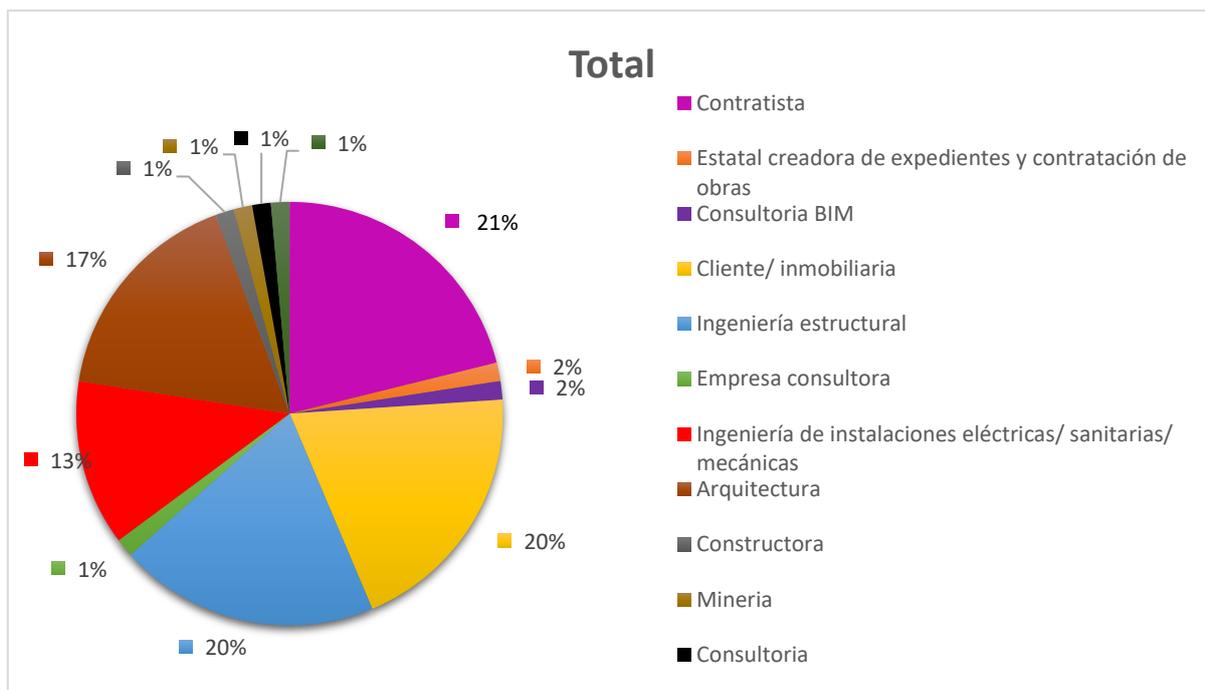


Figura 6. Distribución del tipo de organización que lidera el profesional

Nota. Tomado de encuesta elaborada en Google Forms

4.1.2 Experiencia laboral del profesional

Para este acápite se consultó al profesional encuestado acerca de su experiencia laboral general, así como también se consideró la experiencia con BIM en su organización. De la información recaudada se obtuvo que existe un mínimo de 4 años de experiencia general hasta un máximo de 45 años, considerada idónea para la encuesta. Por otro lado, para los años de experiencia de su organización con BIM se detalló un valor máximo de 13 años y un mínimo que corresponde a empresas u organizaciones que no han usado BIM anteriormente el cual representa al 12% de los encuestados.

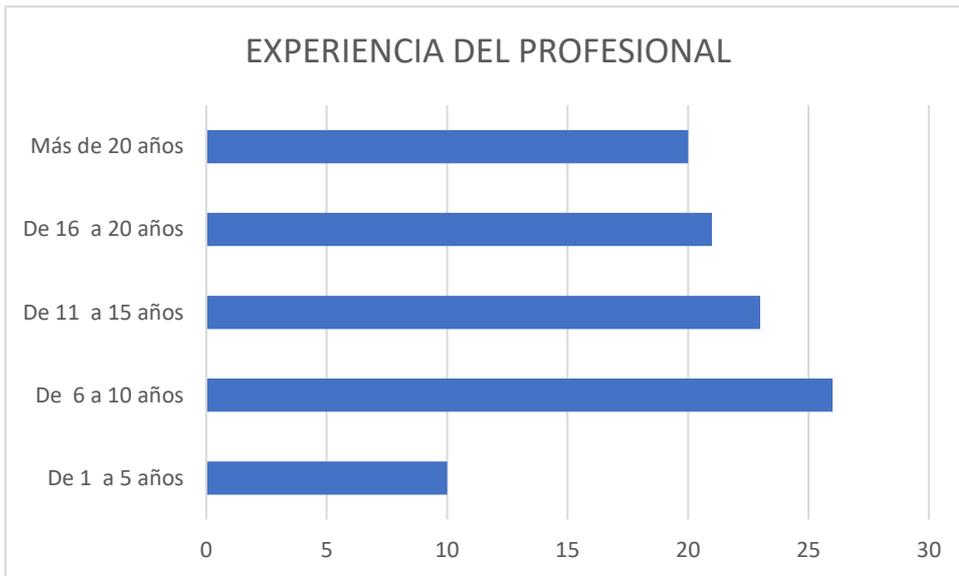


Figura 7. Distribución de los años de experiencia en el sector arquitectura, ingeniería y/o construcción

Nota. Tomado de encuesta elaborada en Google Forms

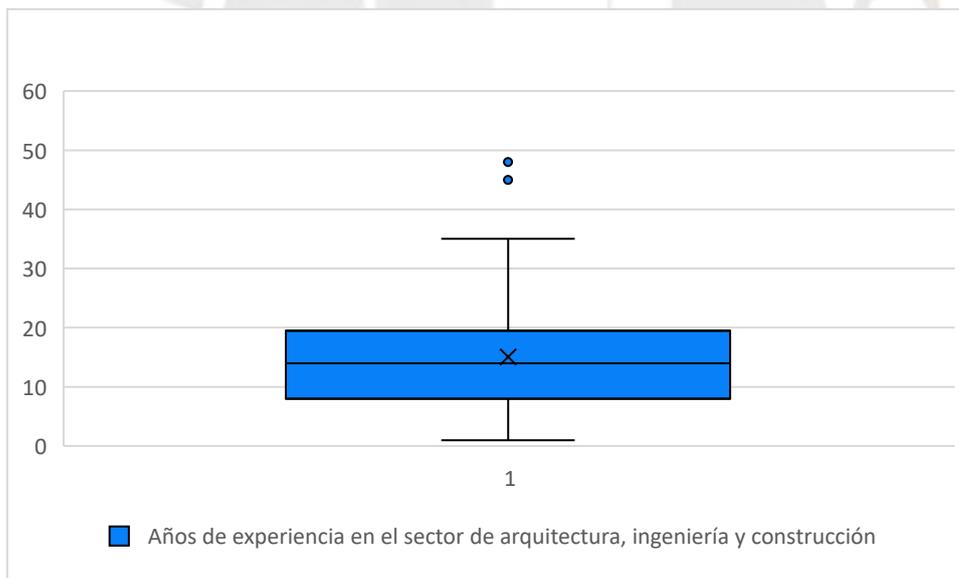


Figura 8. Gráfico Boxplot de los años de experiencia en el sector arquitectura, ingeniería y/o construcción

Nota. Tomado de encuesta elaborada en Google Forms

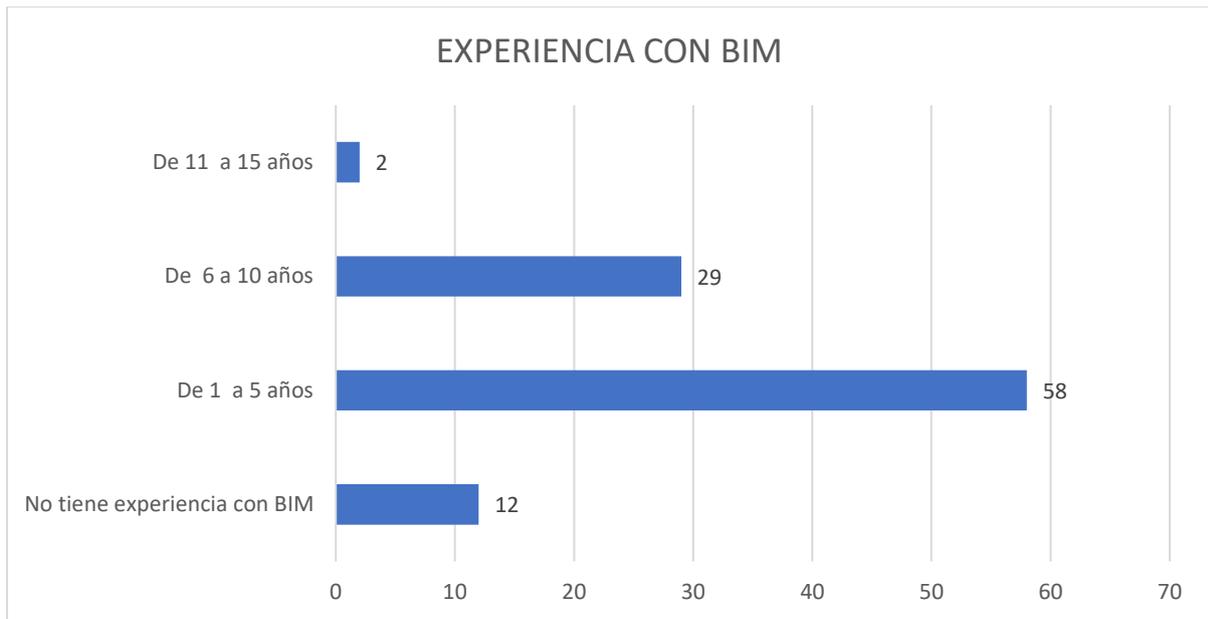


Figura 9. Gráfica Boxplot de los años de experiencia usando BIM

Nota. Tomado de encuesta elaborada en Google Forms

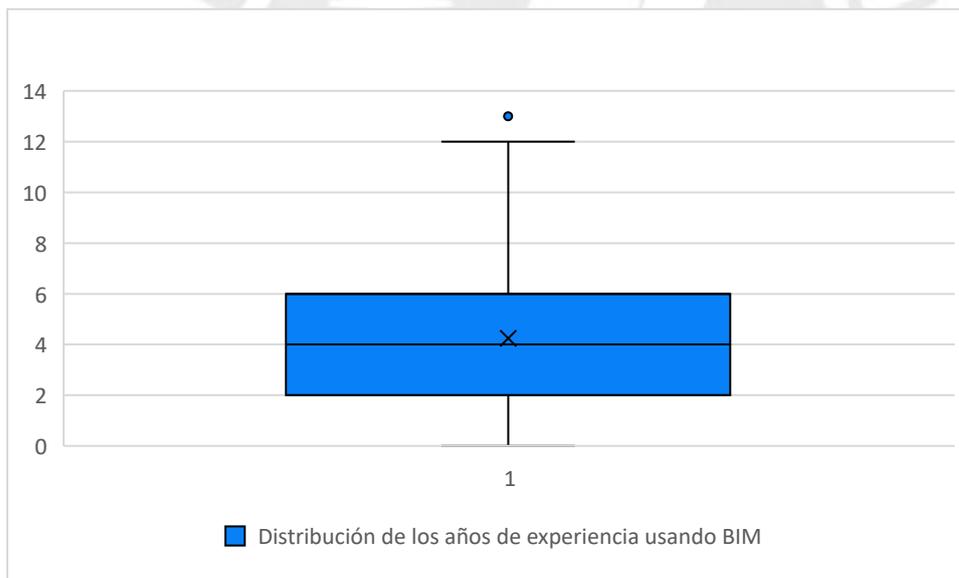


Figura 10. Gráfica Boxplot de los años de experiencia usando BIM

Nota. Tomado de encuesta elaborada en Google Forms

4.1.3 Tamaño de la empresa que lidera

Parte de la información a revisar incluía determinar el tamaño de la empresa en función del número de trabajadores a su disposición, para ello se establecen ciertos rangos a continuación, microempresa (1 a 10 trabajadores), pequeña empresa (11 a 50 trabajadores),

mediana empresa (51 a 250 trabajadores) y gran empresa (más de 251 trabajadores). En todos los casos se estableció que no se toma en cuenta al personal obrero. De la encuesta se determinó que gran parte de las organizaciones la conforman pequeñas empresas (57%), seguido de las microempresas (22%), medianas empresas (16%) y grandes empresas (5%).

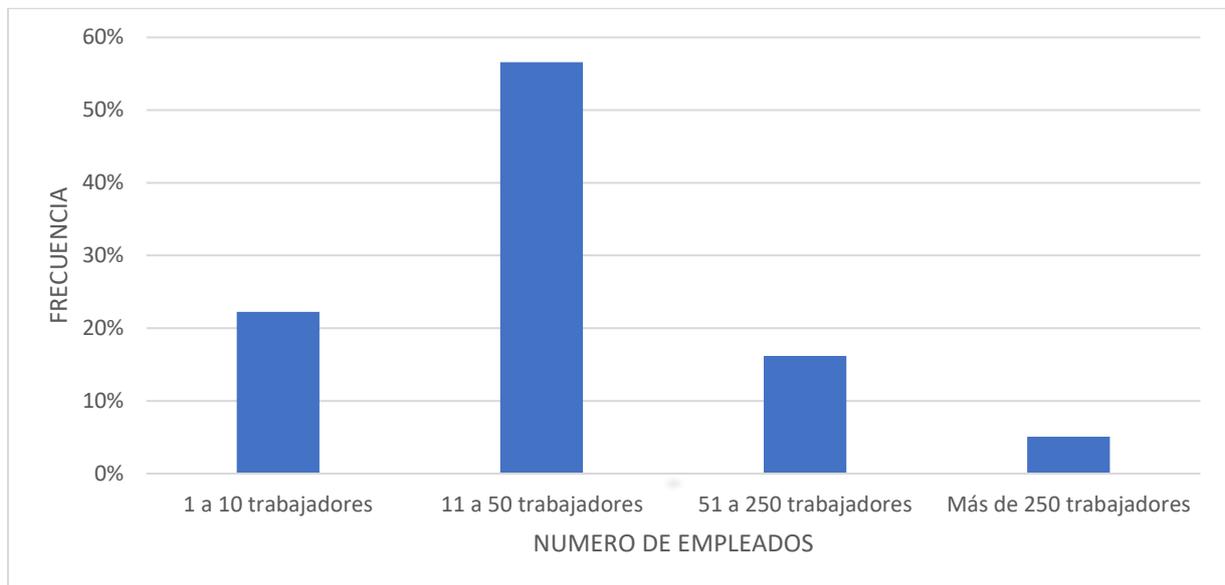


Figura 11. Distribución del tamaño de las empresas que lideran los profesionales

Nota. Tomado de encuesta elaborada en Google Forms

4.1.4 Rol del profesional

Debido a la confidencialidad de datos de los profesionales encuestados se complicó tener una distribución exacta de los roles que desempeñan para sus empresas. Entonces para definir la demografía a nivel de rol, lo cual no se consultó en la encuesta, que nos parece un dato muy útil para mapear a los encuestados y saber qué tipo de profesionales fueron entrevistados se fue de manera retrospectiva con el listado de profesionales. Se agregó en esta distribución a los profesionales que respondieron la petición de llenar la encuesta por los distintos medios de comunicación utilizados en el estudio. Con ello, fuera del número de profesionales que se presenta en el siguiente gráfico de distribución, se logra obtener una distribución aproximada de los roles que ejercen los encuestados.

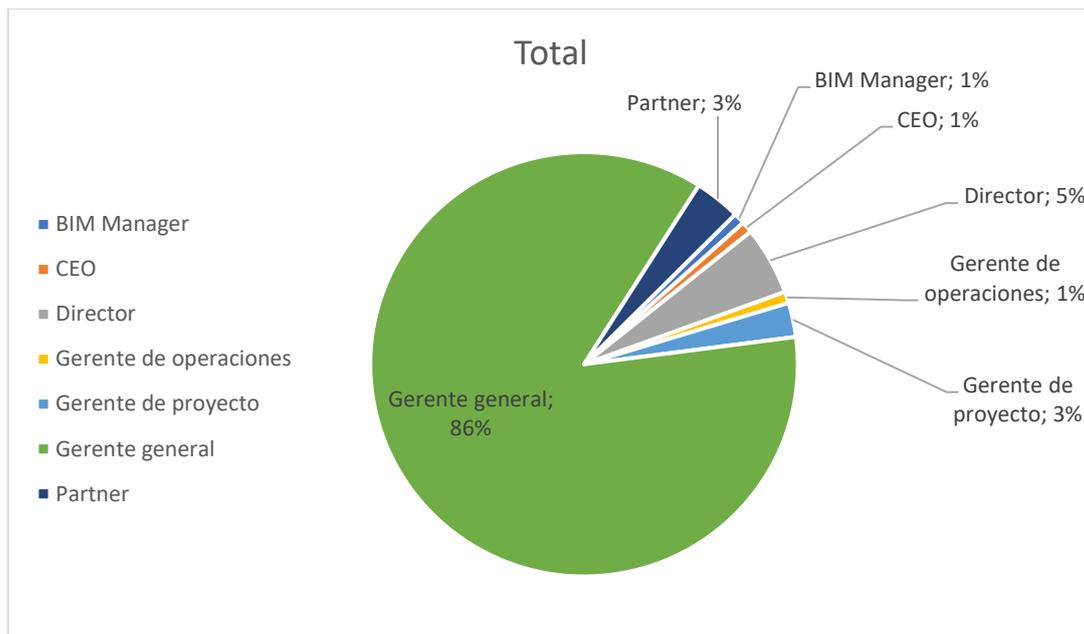


Figura 12. Distribución del tipo de organización que lidera el profesional

Nota. Fuente propia

4.2 Contraste entre resultados de encuestas y variables teóricas

4.2.1 Codificación de variables

Las variables descritas en la teoría se codificaron a fin de facilitar su manejo obteniendo 11 variables: C, ED, ES, PC, VR, SAG, IU, AB, CO, MI, NO (cada uno correspondiente a una variable con nombre referente a un factor de adopción). De la misma manera se elaboró la siguiente tabla:

Tabla 4

Codificación de variables para facilitar su uso en cálculos

Premisa de acuerdo con el formulario	Variable	Código asignado
Sobre el costo de BIM	Costo	C
Sobre la educación BIM	Educación	ED
Sobre los estándares BIM	Estándares	ES
Sobre las relaciones en la industria	Procura cliente	PC

Sobre la potencial ventaja de BIM	Ventaja relativa	VR
Sobre el soporte de la alta gerencia	Soporte de la alta gerencia	SAG
Sobre la intención de uso	Intensión de uso	IU
Sobre el uso actual de BIM	Adopción de BIM en la empresa	AB
Sobre el requerimiento del uso de BIM	Coercitivo	CO
Sobre la adopción de otras empresas o competidores	Mimético	MI
Sobre los actores de la industria	Normativo	NO

Nota. Fuente propia

4.2.2 Fiabilidad de los resultados obtenidos

La fiabilidad de los resultados obtenidos se estimará a partir del cálculo del alfa de Cronbach mediante la consistencia interna con las varianzas de los resultados por variable y los enunciados respectivos. Dicho valor de alfa de Cronbach se ubica en un intervalo de 0 a 1, donde cada uno de los valores de alfa tendrán una interpretación de acuerdo con su magnitud.

Tabla 5

Descripción de los valores de alfa de Cronbach

Valor de alfa de Cronbach	Descripción
0.9 a 1.0	Las premisas por variable presentan una fiabilidad excelente
0.8 a 0.9	Las premisas por variable presentan una fiabilidad buena
0.7 a 0.8	Las premisas por variable presentan una fiabilidad aceptable
0.6 a 0.7	Las premisas por variable presentan una fiabilidad débil
0.5 a 0.6	Las premisas por variable presentan una fiabilidad pobre
0.0 a 0.5	Las premisas por variable presentan una fiabilidad no aceptable

Nota. Tomado de George y Mallery (1995)

En la tabla 6 se presentan los distintos valores alfa de Cronbach obtenidas mediante el programa SPSS *Statistics 25* para cada variable. El valor más alto de alfa de Cronbach lo obtuvo la

variable SAG, es entonces que se considera que los resultados tienen una fiabilidad buena, considerando los demás resultados. Por otro lado, se tienen variables con un alfa de Cronbach entre 0.9 y 0.7 logrando alcanzar una fiabilidad aceptable, tal es el caso de la variable ES, VR, IU, AB, CO, MI las cuales cuentan con un alfa de Cronbach de .754, .827, .890, .864, .897 y .873 respectivamente, lo suficiente como para considerarlo aceptable. Finalmente se tienen a las variables NO y C las cuales poseen el alfa más bajo y considerado como débil y pobre respectivamente.

Tabla 6

Resultados de alfa de Cronbach por variables

VARIABLES	ALFA DE CRONBACH	FIABILIDAD
Costo	.582	Pobre
Educación	.633	Débil
Estándares	.754	Aceptable
Procura Cliente	.647	Débil
Ventaja Relativa	.827	Buena
Soporte De La Alta Gerencia	.939	Excelente
Intensión De Uso	.890	Buena
Adopción De BIM	.864	Buena
Coercitivo	.897	Buena
Mimético	.873	Buena
Normativo	.688	Débil

Nota. Fuente propia

4.2.3 Confiabilidad de los resultados obtenidos

La confiabilidad o validación de los factores se llevó a cabo mediante una estrategia estadística en la cual se establecen dos hipótesis, la hipótesis nula y la hipótesis alternativa, con la finalidad de poder relacionar los factores en una matriz producto-momento. Para ello se toma en cuenta la descripción de la hipótesis, donde para la hipótesis nula (H_0) no existe una relación lineal significativa entre un par de variables, por otro lado, para la hipótesis alternativa (H_1) existe una relación lineal significativa entre un par de variables. El nivel de confianza que se estableció fue del 95%, lo cual se corresponde con un valor “p” menor a 0.05. Asimismo, se tiene que el análisis de correlaciones bivariados ejecutada se obtuvo del uso de rho de Spearman

(ρ), el cual es un valor que oscila entre -1 y 1 y cuyos valores se pueden interpretar de acuerdo a la descripción mostrada en la siguiente tabla.

Tabla 7

Descripción de valores de coeficiente de Sperman (ρ)

Rho de Sperman (ρ)	Descripción
1.00 a 0.90	Las variables poseen una relación lineal significativa muy alta
0.90 a 0.7	Las variables poseen una relación lineal significativa alta
0.70 a 0.50	Las variables poseen una relación lineal significativa moderada
0.50 a 0.30	Las variables poseen una relación lineal significativa baja
0.30 a 0.00	Las variables poseen una relación lineal significativa despreciable

Nota. Tomado de George y Mallery (1995)

A continuación, se observa la matriz de correlación producto momento de Sperman presentada en la tabla 8, en la cual se aprecian los resultados desde la diagonal hacia su lado inferior dada la simetría de la matriz cuadrada. Por cada variable se describe el valor del coeficiente de correlación de Sperman (ρ) y el grado de significancia (p) para cada par de variables. Los resultados se obtuvieron tomando en cuenta el promedio de los valores obtenidos en las encuestas sin tomar en cuenta el valor cero (0), es decir, si de cuatro premisas que conforman una variable, una de ellas obtuvo un valor de cero por parte del encuestado el promedio se calcularía entre tres. Se obtuvo entonces una relación lineal significativa **moderada** para las siguientes variables: VR con un $\rho=0.517$ y $p=0.00$, Mi con un $\rho=0.638$ y $p=0.00$; asimismo se obtuvo una relación **baja** para la variable Co con un $\rho=0.466$ y $p=0.00$ respecto de la variable dependiente SAG. Por otro lado, la variable SAG obtuvo una relación lineal significativa **baja** respecto de la variable AB con un $\rho=0.441$ y $p=0.00$.

Tabla 8
Matriz de correlación producto momento de Sperman

		C	Ed	Es	PC	VR	SAG	IU	AB	Co	Mi	No
C	ρ	1.000	.218*	.370**	0.096	.279**	.318**	.464**	.535**	.359**	.270**	.391**
	p		0.037	0.000	0.362	0.007	0.002	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
Ed	ρ	.218*	1.000	0.176	.217*	-	-	0.182	0.120	0.053	-	0.151
	p	0.037		0.094	0.038	0.814	0.667	0.082	0.253	0.618	0.129	0.131
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
Es	ρ	.370**	0.176	1.000	-	0.164	0.032	.227*	.232*	.253*	0.084	.328*
	p	0.000	0.094		0.840	0.118	0.763	0.030	0.026	0.015	0.424	0.000
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
PC	ρ	0.096	.217*	-	1.000	0.046	0.032	-	0.013	-	-	0.181
	p	0.362	0.038	0.840		0.662	0.760	0.875	0.905	0.524	0.227	0.071
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
VR	ρ	.279**	-	0.164	0.046	1.000	.517**	.427**	.216*	.248*	.437**	0.111
	p	0.007	0.814	0.118	0.662		0.000	0.000	0.038	0.017	0.000	0.261
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
SAG	ρ	.318**	-	0.032	0.032	.517**	1.000	.597**	.441**	.466**	.638**	0.181
	p	0.002	0.667	0.763	0.760	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.071
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
IU	ρ	.464**	0.182	.227*	-	.427**	.597**	1.000	.653**	.683**	.456**	.377*
	p	0.000	0.082	0.030	0.875	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
AB	ρ	.535**	0.120	.232*	0.013	.216*	.441**	.653**	1.000	.450**	.356**	.420**
	p	0.000	0.253	0.026	0.905	0.038	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
Co	ρ	.359**	0.053	.253*	-	.248*	.466**	.683**	.450**	1.000	.274**	.299*
	p	0.000	0.618	0.015	0.524	0.017	0.000	0.000	0.000		0.008	0.000
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
Mi	ρ	.270**	-	0.084	-	.437**	.638**	.456**	.356**	.274**	1.000	0.101
	p	0.009	0.129	0.424	0.227	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008		0.301
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
No	ρ	.391**	0.156	.328**	0.187	0.118	0.187	.377**	.420**	.299**	0.109	1.000
	p	0.000	0.138	0.001	0.075	0.263	0.074	0.000	0.000	0.004	0.301	
	N	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92

(*) La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Nota. Fuente propia

4.2.4 Análisis estadístico de tipo descriptivo

Para el respectivo análisis inicial de la muestra recaudada se presentan los resultados obtenidos de las encuestas en forma de tablas de distribución de frecuencias realizada en Excel. Del mismo modo se presenta la media aritmética (M), la desviación de estándar (σ) de las respuestas y el nivel de asimetría (As) presente.

La media aritmética nos permite saber el valor promedio obtenido para cada premisa de cada variable y conocer a primera instancia el puntaje, de acuerdo con la escala de Likert, predominante. Por otro lado, la desviación estándar nos permite conocer el rango o la dispersión de los valores obtenidos, si existe una tendencia clara hacia un valor, esto se podrá determinar si la dispersión (desviación estándar) tiene un valor cercano a cero.

Sobre el costo de BIM (C)

La variable costo (C) tiene como objetivo medir el grado de importancia que la alta gerencia le otorga a los aspectos como el precio de aplicar BIM, el hardware o la capacitación que esto involucra, para lo cual se compone de cuatro enunciados, los cuales obtuvieron un valor de alfa de Cronbach igual a 0.651, es decir, están interrelacionados y presentaron una fiabilidad pobre. Los resultados de los enunciados C1 ($M=2,84$, $\sigma =1.47$ y $As=-0.01$), C2 ($M=2.71$, $\sigma =1.42$ y $As=0.14$), C3 ($M=3.54$, $\sigma =1.47$ y $As=-0.95$) y C4 ($M=3.39$, $\sigma =1.26$ y $As=-0.88$) se presentan en la Tabla 4-6 y se expresan de manera gráfica en la Figura 10.

Los valores de las medias obtenidas en los cuatro enunciados indican que los profesionales de la alta gerencia de la construcción no estuvieron de acuerdo en cuanto al costo que implica BIM como para considerarlo un factor determinante al momento de definir la adopción de esta metodología de manera organizacional. Sin embargo, creen que tanto la capacitación como la consultoría es asequible dentro del mercado. Asimismo, se aprecia una gran incertidumbre frente al costo que implican las herramientas para el uso de BIM (*hardware y software*) por lo que se entiende como opiniones divididas. Lo mismo sucede en la disyuntiva bilateral del pago por BIM respecto al conocimiento del cliente sobre esta metodología.

Tabla 9

Resultados de la variable costos (C)

Código	1	2	3	4	5	-	— M	σ	As
C1	13%	28%	18%	17%	18%	5%	2.84	1.47	-0.01
C2	17%	27%	22%	14%	15%	4%	2.71	1.42	0.14
C3	4%	15%	10%	34%	30%	6%	3.54	1.47	-0.95
C4	4%	13%	23%	38%	17%	4%	3.39	1.26	-0.88

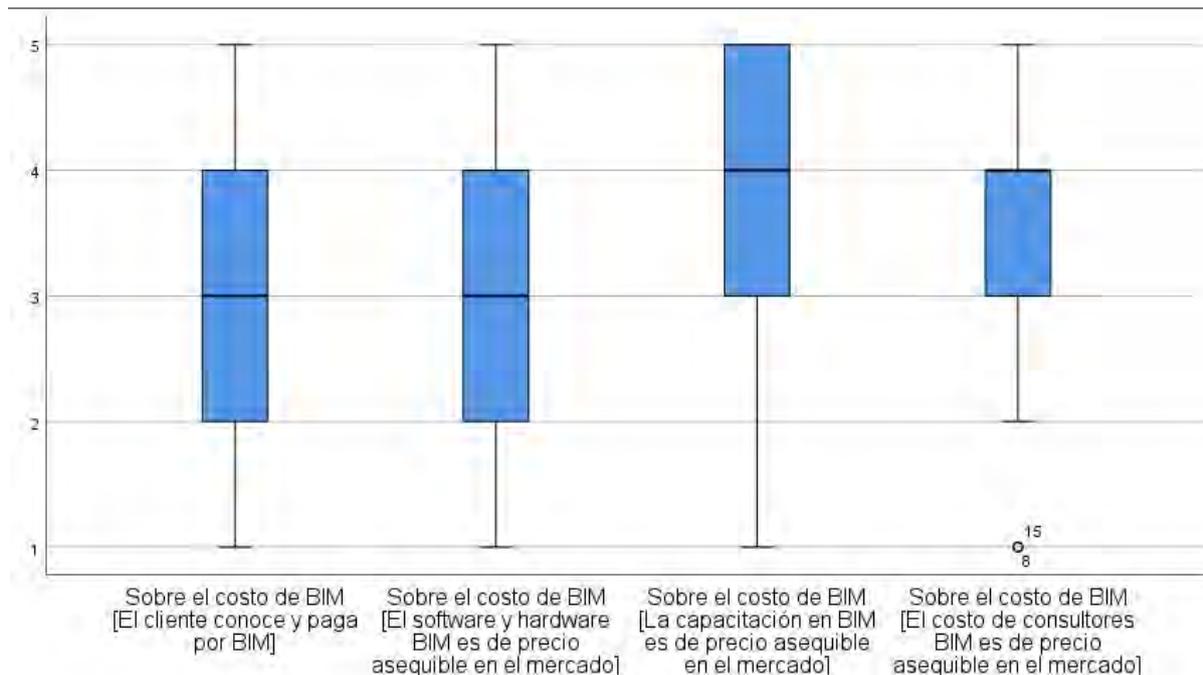


Figura 13. Gráfica Boxplot de resultados para la variable costos

Nota. Tomado de encuesta elaborada en Google Forms y SPSS

Sobre la educación BIM (ED)

La variable educación (ED) tiene como objetivo estimar el grado de importancia que podrían tener las instituciones educativas respecto a su interés por la difusión de BIM en el mercado y el alcance de la enseñanza de acuerdo con el conocimiento de la alta gerencia. Esta variable se compone de cuatro enunciados, los cuales obtuvieron un valor de alfa de Cronbach igual a 0.665, es decir, están interrelacionados y presentaron una fiabilidad débil. Los resultados de los enunciados Ed1 (M=2.93, σ =1.10 y As=-0.84), Ed2 (M=2.91, σ =1.17 y As=-

0.68), Ed3 (M=3.41, σ =1.42 y As=-1.38) y Ed4 (M=2.81, σ =1.32 y As=-0.72) se presentan en la Tabla 10 y se expresan de manera gráfica en la Figura 11 mediante barras de distribución.

En los resultados se presenta un considerable nivel de opiniones en desacuerdo en cuanto a la enseñanza de BIM en universidades, el conocimiento de BIM de la comunidad graduada y la enseñanza de BIM respecto a los flujos colaborativos. Sin embargo, más del 60% está de acuerdo que se enseña el modelado 3D.

Tabla 10

Resultados de la variable educación (ED)

Código	1	2	3	4	5	-	—	σ	As	
							M			
Ed1	3%	22%	35%	32%	2%	5%	2.93	1.10	-0.84	
Ed2	11%	20%	24%	40%	1%	3%	2.91	1.17	-0.68	
Ed3	6%	1%	16%	54%	14%	9%	3.41	1.42	-1.38	
Ed4	7%	19%	26%	35%	3%	9%	2.81	1.32	-0.72	

Nota. Fuente propia

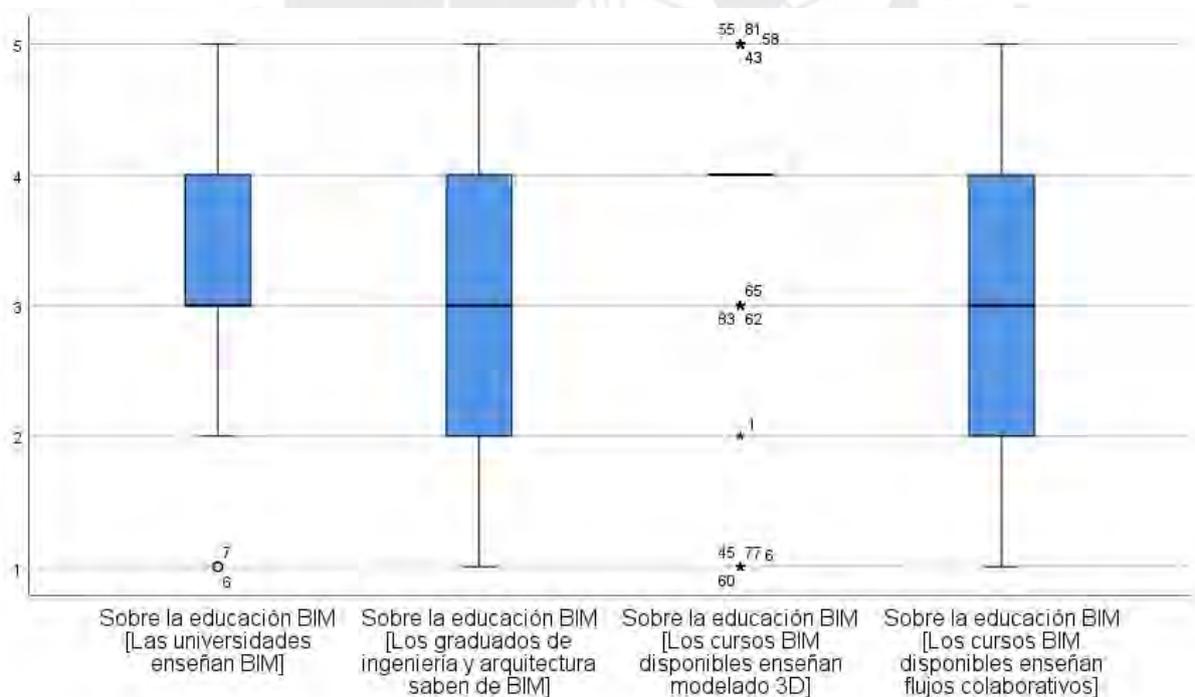


Figura 14. Gráfica Boxplot de resultados para la variable educación

Nota. Tomado de encuesta elaborada en Google Forms y SPSS

Sobre los estándares BIM (ES)

La variable estándares (ES) tiene como objetivo conocer los requerimientos en cuanto a estándares para el desarrollo de una labor bajo la metodología BIM para lo cual se compone de cuatro enunciados, los cuales obtuvieron un valor de alfa de Cronbach igual a 0.920, es decir, están interrelacionados y presentaron una fiabilidad excelente. Los resultados de los enunciados Es1 (M=4,26, σ =1.17 y As=-2.38), ES 2 (M=4.29, σ =1.16 y As=-2.54), Es3 (M=4.02, σ =1.34 y As=-1.86) y Es4 (M=3.96, σ =1.49 y As=-1.57) se presentan en la Tabla 11 y se expresan de manera gráfica en la Figura 13 mediante barras de distribución.

La alta gerencia parece estar de acuerdo con los requerimientos de BIM en cuanto a estándares para el desarrollo de una labor bajo esta metodología. Esto se evidencia en el total apoyo de respuestas que indican estar de acuerdo o totalmente de acuerdo con los requerimientos de estándares en distintos ámbitos.

Tabla 11

Resultados de la variable estándares (ES)

Código	1	2	3	4	5	-	—	σ	As
							M		
Es1	1%	3%	2%	36%	54%	4%	4.26	1.17	-2.38
Es2	2%	1%	1%	37%	55%	4%	4.29	1.16	-2.54
Es3	2%	2%	9%	35%	45%	6%	4.02	1.34	-1.86
Es4	3%	5%	8%	25%	52%	7%	3.96	1.49	-1.57

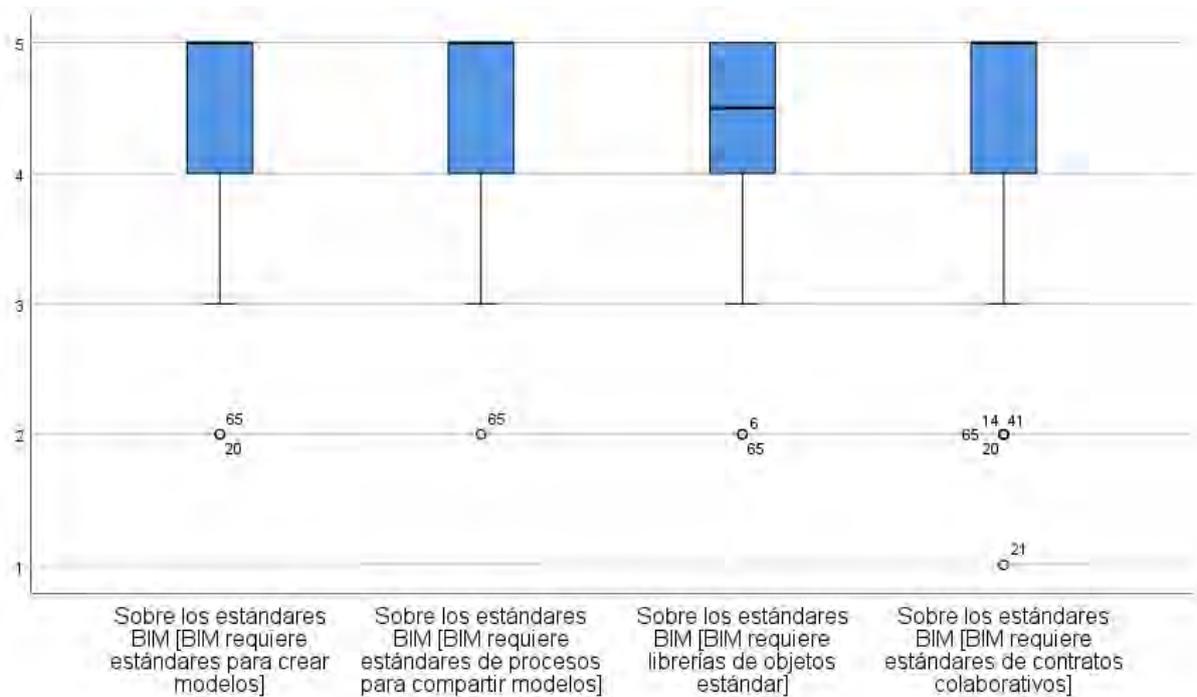


Figura 15. Gráfica Boxplot de resultados para la variable estándares

Nota. Tomado de encuesta elaborada en Google Forms y SPSS

Sobre las relaciones en la industria (PC)

La variable procura cliente (PC) tiene como objetivo señalar las limitantes del uso de BIM por parte del foco de la industria, la política del cliente y el tipo de relación entre las empresas, para lo cual se compone de cuatro enunciados, los cuales obtuvieron un valor de alfa de Cronbach igual a 0.701, es decir, están interrelacionados y presentaron una fiabilidad buena. Los resultados de los PC1 ($M=3,02$ $\sigma =1.25$ y $As=-0.36$), PC2 ($M=3.85$, $\sigma =1.08$ y $As=-1.07$),

PC3 ($M=3.29$, $\sigma =1.33$ y $As=-0.42$) y PC4 ($M=2.99$, $\sigma =1.28$ y $As=-.34$) se presentan en la Tabla 12 y se expresan de manera gráfica en la Figura 14 mediante barras de distribución.

La alta gerencia está de acuerdo en cuanto a la política del cliente frente a la elección del menor costo. Por otro lado, para las demás premisas la alta gerencia no parece establecer una opinión en común obteniendo respuestas muy diversas y con un promedio de 52.3% de encuestados con respuestas entre totalmente en desacuerdo, en desacuerdo y en ni de acuerdo ni en desacuerdo.

Tabla 12

Resultados de la variable procura cliente (PC)

Código	1	2	3	4	5	-	— M	σ	As
PC1	9%	19%	31%	26%	11%	3%	3.02	1.25	-0.36
PC2	2%	10%	14%	43%	29%	1%	3.85	1.08	-1.07
PC3	10%	22%	11%	36%	19%	1%	3.29	1.33	-0.42
PC4	10%	23%	22%	31%	10%	3%	2.99	1.28	-0.34

Nota. Fuente propia

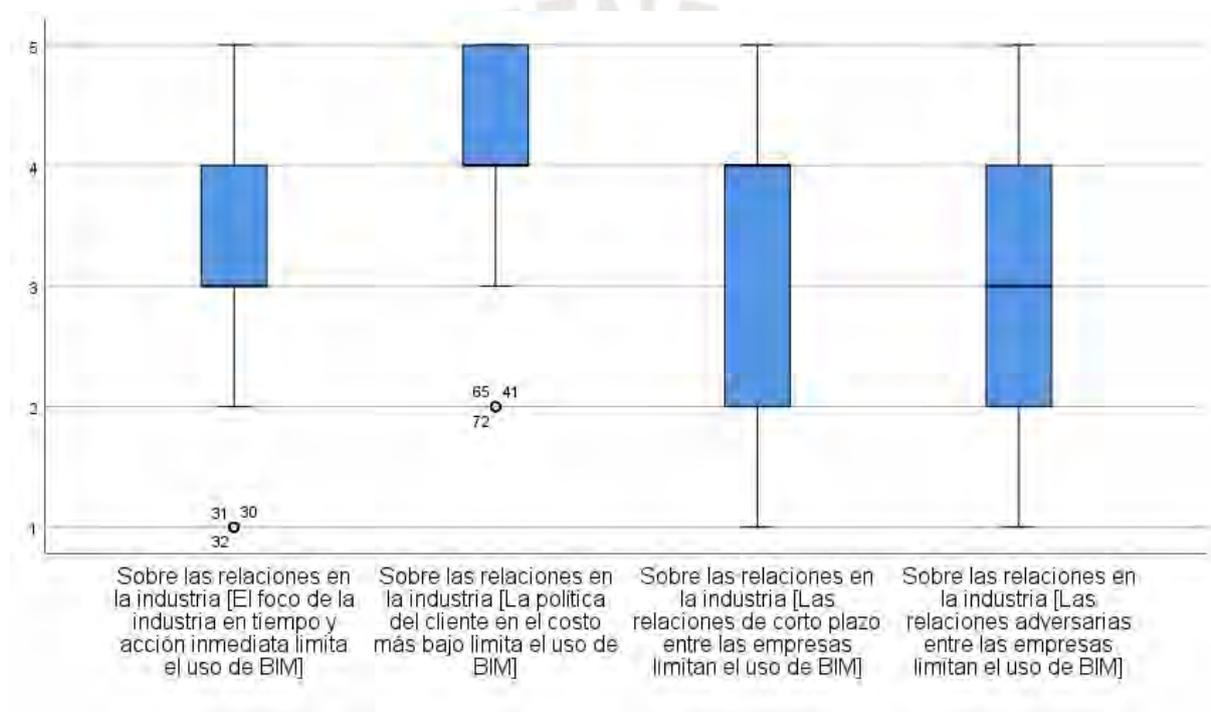


Figura 16. Gráfica Boxplot de resultados para la variable procura cliente

Nota. Tomado de encuesta elaborada en Google Forms y SPSS

Sobre la potencial ventaja de BIM (VR)

La variable ventaja relativa (VR) tiene como objetivo detectar los beneficios directos para una empresa que involucra la implementación de BIM de acuerdo con la alta gerencia, para lo cual se compone de tres enunciados, los cuales obtuvieron un valor de alfa de Cronbach igual a 0.831, es decir, están interrelacionados y presentaron una fiabilidad buena. Los resultados de los enunciados VR1 (M=4.45 σ =0.75 y As=-2.47), VR2 (M=4.47, σ =0.79 y

As=-2.02) y VR3 (M=4.33, σ =0.97 y As=-2.02) se presentan en la Tabla 13 y se expresan de manera gráfica en la Figura 15 mediante barras de distribución.

La alta gerencia está de muy acuerdo con la ventaja relativa en lo que respecta a los beneficios que le permite alcanzar, así como generar una mejora para la empresa y formar parte de una decisión estratégica. Tal cual se expresa en la tabla, la media es de 4.4 en promedio y posee una desviación de 0.8, por lo que, se tiene una opinión en común de la alta gerencia.

Tabla 13

Resultados de la variable ventaja relativa (VR)

Código	1	2	3	4	5	-	—	σ	As
							M		
VR1	0%	0%	5%	39%	55%	1%	4.45	0.75	-2.47
VR2	0%	2%	2%	37%	58%	1%	4.47	0.79	-2.61
VR3	1%	5%	4%	34%	55%	1%	4.33	0.97	-2.02

Nota. Fuente propia

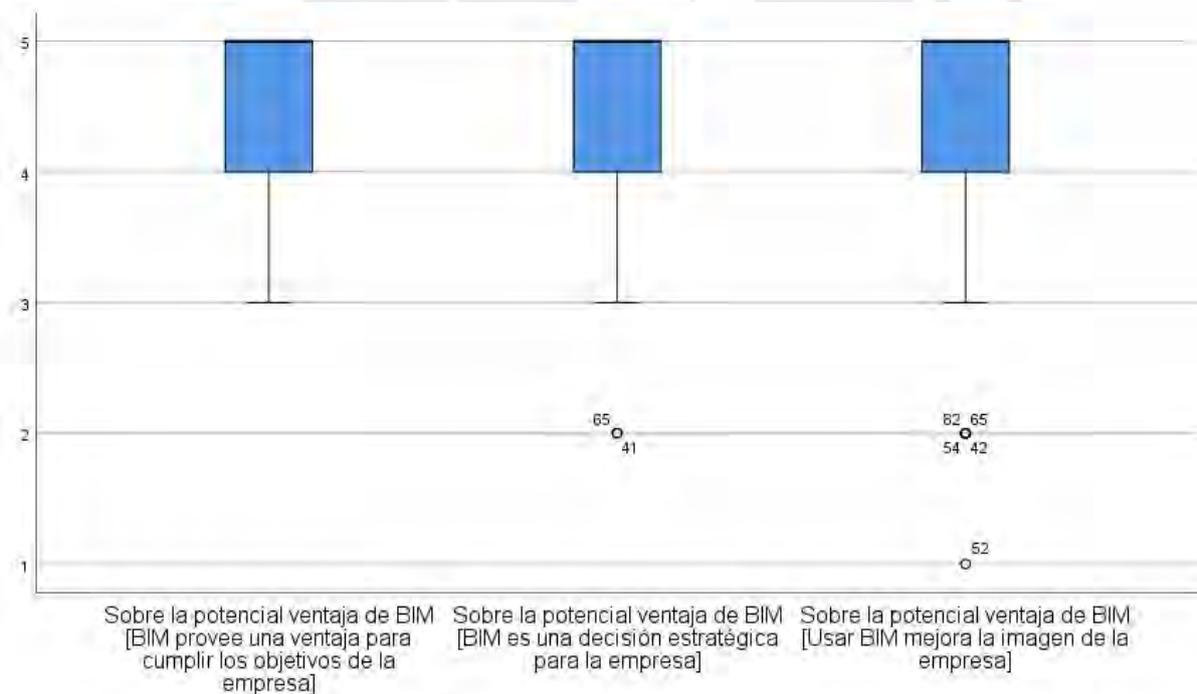


Figura 17. Gráfica Boxplot de resultados para la variable ventaja relativa

Nota. Tomado de encuesta elaborada en Google Forms y SPSS

Sobre el soporte de la alta gerencia (SAG)

La variable soporte de la alta gerencia (SAG) tiene como objetivo conocer el reconocimiento y promoción de BIM por parte de la alta gerencia para con su empresa, para lo cual se compone de tres enunciados, los cuales obtuvieron un valor de alfa de Cronbach igual a 0.943, es decir, están interrelacionados y presentaron una fiabilidad excelente. Los resultados de los enunciados SAG1 (M=4,27 σ =0.87 y As=-1.91), SAG2 (M=4.25, σ =0.82 y As=-1.73) y SAG3 (M=4.37, σ =0.86 y As=-2.17) se presentan en la Tabla 14 y se expresan de manera gráfica en la Figura 16 mediante barras de distribución.

La alta gerencia está muy de acuerdo con el apoyo que se le otorga a BIM de su parte en cuanto a alentar y reconocer su uso, así como resaltar su importancia para la empresa. Tal cual se expresa en la tabla, la media es de 4.3 y posee una desviación de 0.85, ambos valores en promedio, por lo que, se tiene una opinión en común de la alta gerencia.

Tabla 14

Resultados de la variable soporte de la alta gerencia (SAG)

Código	1	2	3	4	5	-	— M	σ	As
SAG1	0%	4%	5%	45%	44%	1%	4.27	0.87	-1.91
SAG2	0%	1%	11%	44%	42%	1%	4.25	0.82	-1.73
SAG3	0%	4%	3%	39%	53%	1%	4.37	0.86	-2.17

Nota. Fuente propia

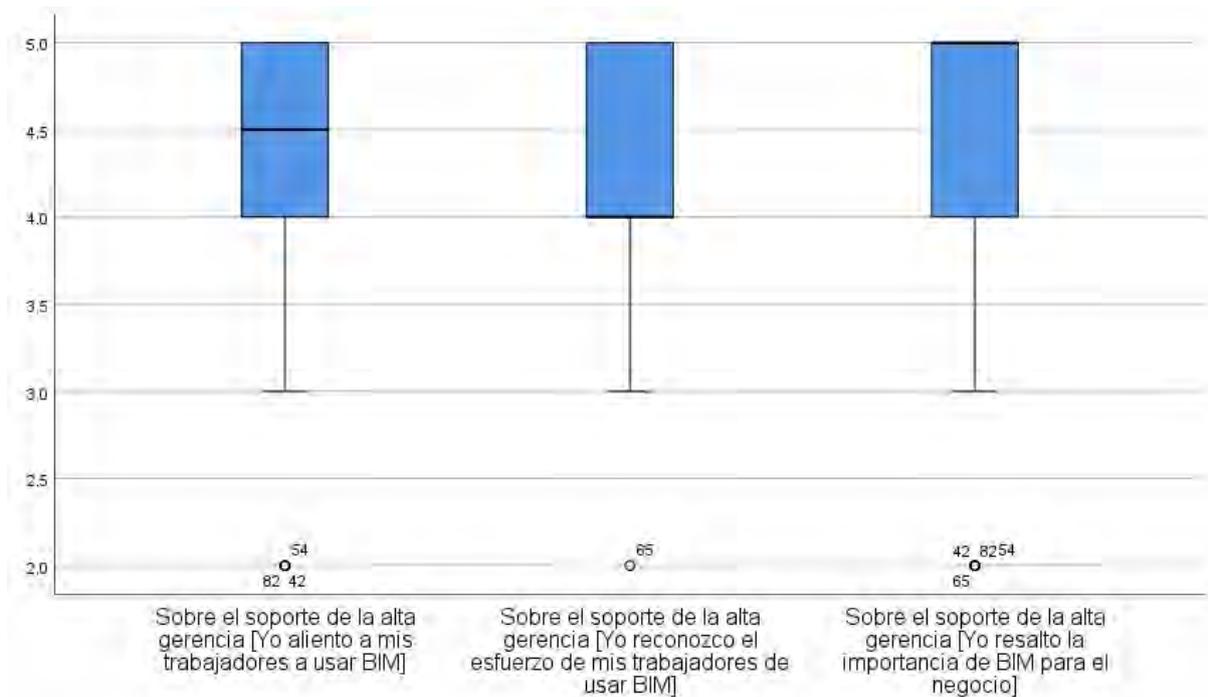


Figura 18. Gráfica Boxplot de resultados para la variable soporte de la alta gerencia

Nota. Tomado de encuesta elaborada en Google Forms y SPSS

Sobre la intención de uso (IU)

La variable intención de uso (IU) tiene como objetivo conocer las intenciones de la alta gerencia para aplicar y difundir BIM en los proyectos que ejecuten, para lo cual se compone de tres enunciados, los cuales obtuvieron un valor de alfa de Cronbach igual a 0.920, es decir, están interrelacionados y presentaron una fiabilidad excelente. Los resultados de los enunciados IU1 ($M=4.17$, $\sigma = 1.08$ y $As=-1.40$), IU2 ($M=4.18$, $\sigma = 1.14$ y $As=-1.64$) y IU3 ($M=4.21$, $\sigma = 1.10$ y $As=-1.56$) se presentan en la Tabla 15 y se expresan de manera gráfica en la Figura 17 mediante barras de distribución.

La alta gerencia está de muy acuerdo con la intención de uso de BIM en cuanto a su pronta aplicación en futuros proyectos, también se encuentran dispuestos a recomendar su uso a otras empresas. Tal cual se expresa en la tabla 15, la media es de 4.18 y posee una desviación de 1.10, ambos valores en promedio, por lo que, se tiene una opinión en común de la alta gerencia.

Tabla 15

Resultados de la variable intención de uso (IU)

Código	1	2	3	4	5	-	—	σ	As
							M		
IU1	1%	7%	13%	26%	52%	1%	4.17	1.08	-1.40
IU2	1%	6%	12%	25%	54%	2%	4.18	1.14	-1.64
IU3	2%	6%	11%	25%	55%	1%	4.21	1.10	-1.56

Nota. Fuente propia

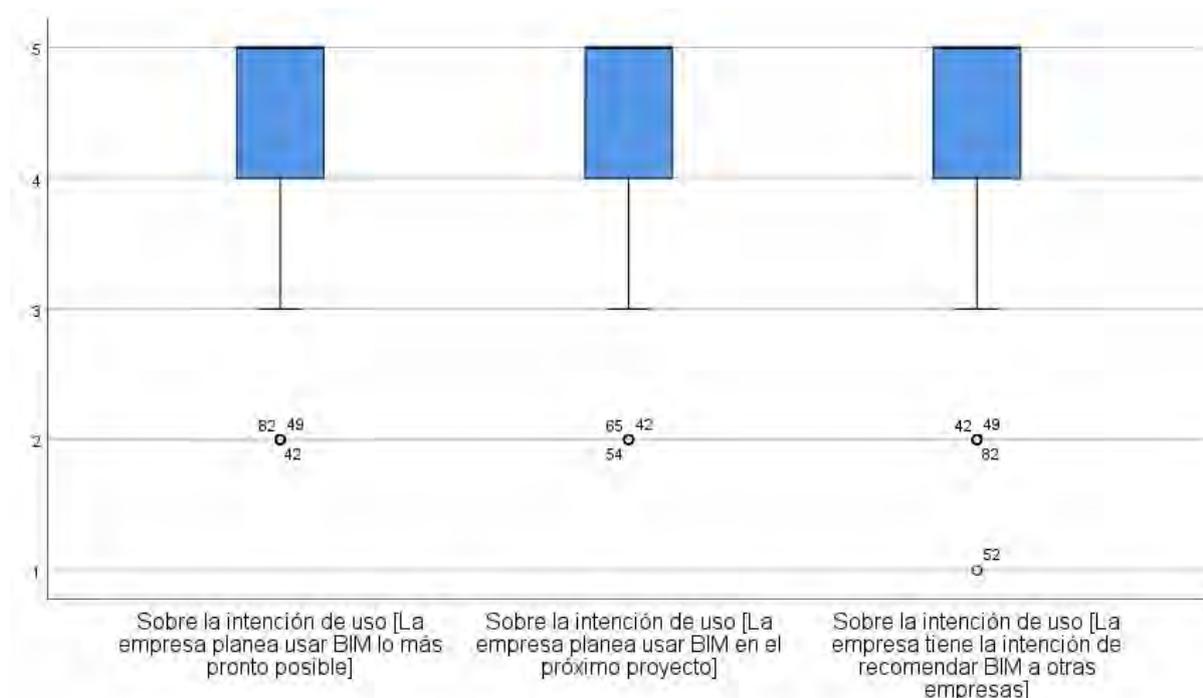


Figura 19. Gráfica Boxplot de resultados para la variable intención de uso

Nota. Tomado de encuesta elaborada en Google Form y SPSS

Sobre el uso actual de BIM (AB)

La variable adopción de BIM (AB) tiene como objetivo conocer el nivel de adopción de BIM en sus empresas, así como el trabajo colaborativo que desempeñan, para lo cual se compone de tres enunciados, los cuales obtuvieron un valor de alfa de Cronbach igual a 0.913, es decir, están interrelacionados y presentaron una fiabilidad excelente. Los resultados de los enunciados AB1 (M=3.91, σ =1.27 y As=-1.14), AB2 (M=3.85, σ =1.24 y As=-1.11) y AB3 (M=3.72, σ =1.35 y As=-1.02) se presentan en la Tabla 16 y se expresan de manera gráfica en la Figura 18 mediante barras de distribución.

La alta gerencia está de acuerdo con la adopción de BIM dando a entender su aplicación activa en sus empresas y que su personal trabaja de manera colaborativa con otros dentro y

fuera de la empresa. Tal cual se expresa en la tabla, la media es de 3.83 y posee una desviación de 1.32, ambos valores en promedio, por lo que, se tiene una opinión en común de la alta gerencia.

Tabla 16

Resultados de la variable adopción de BIM (AB)

Código	1	2	3	4	5	-	— M	σ	As
AB1	3%	11%	13%	27%	43%	2%	3.91	1.27	-1.14
AB2	3%	11%	13%	33%	37%	2%	3.85	1.24	-1.11
AB3	2%	13%	16%	28%	36%	4%	3.72	1.35	-1.02

Nota. Fuente propia

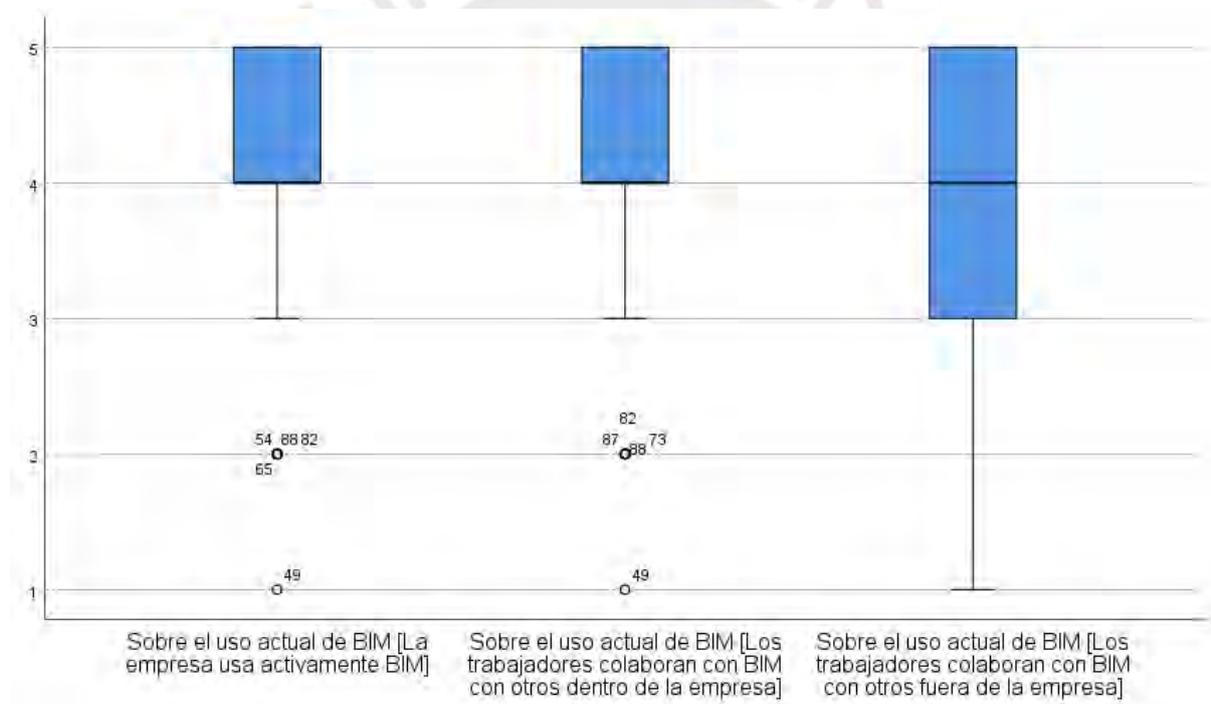


Figura 20. Gráfica Boxplot de resultados para la variable adopción de BIM

Nota. Tomado de encuesta elaborada en Google Forms y SPSS

Sobre el requerimiento del uso de BIM (CO)

La variable coercitiva (CO) correspondiente a los factores institucionales tiene como objetivo conocer desde el punto de vista de la alta gerencia cómo las actividades de regulación publica o requeridas por el proyecto pueden afectar de manera significativa a la adopción de

BIM, para lo cual se compone de tres enunciados, los cuales obtuvieron un valor de alfa de Cronbach igual a 0.899, es decir, están interrelacionados y presentaron una fiabilidad buena. Los resultados de los enunciados Co1 (M=4.43 σ =0.76 y As=-1.35), Co2 (M=4.33, σ =0.97 y As=-1.82) y Co3 (M=4.42, σ =0.81 y As=-1.52) se presentan en la Tabla 17 y se expresan de manera gráfica en la Figura 19 mediante barras de distribución.

La alta gerencia está muy de acuerdo con los requerimientos para el uso de BIM tales como la aplicación del Plan BIM Perú para impulsar su uso, así como la intervención del gobierno y otras asociaciones de la industria que requieran de la aplicación de BIM en las empresas. Tal cual se expresa en la tabla 17, la media es de 4.4 y posee una desviación de 0.85, ambos valores en promedio, por lo que, se tiene una opinión en común de la alta gerencia.

Tabla 17

Resultados de la variable coercitivo (CO)

Código	1	2	3	4	5	-	M	σ	As
Co1	0%	3%	7%	33%	57%	0%	4.43	0.76	-1.35
Co2	3%	4%	5%	32%	56%	0%	4.33	0.97	-1.82
Co3	0%	5%	5%	32%	58%	0%	4.42	0.81	-1.52

Nota. Fuente propia

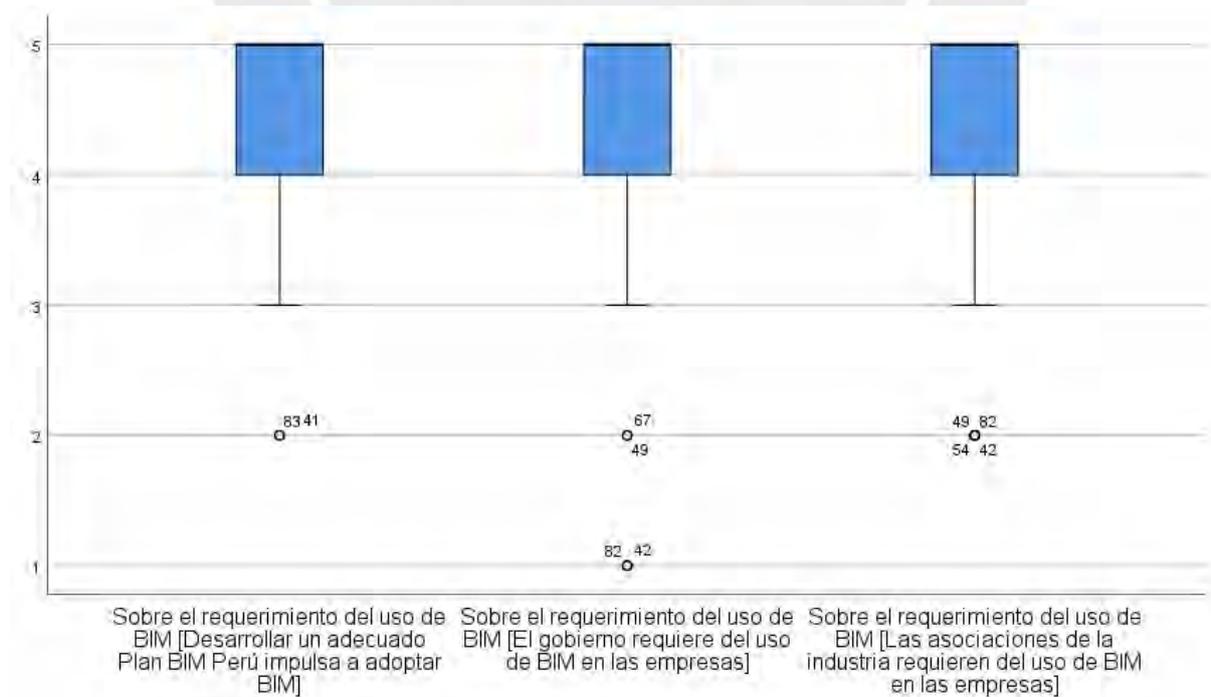


Figura 21. Gráfica Boxplot de resultados para la variable coercitivo

Nota. Tomado de encuesta elaborada en Google Forms y SPSS

Sobre la adopción de otras empresas o competidores (MI)

La variable mimética (MI) correspondiente a los factores institucionales tiene como objetivo conocer desde el punto de vista de la alta gerencia la influencia de empresas competidoras que tienen experiencia con BIM y la decisión de adoptarlo, para lo cual se compone de tres enunciados, los cuales obtuvieron un valor de alfa de Cronbach igual a 0.919, es decir, están interrelacionados y presentaron una fiabilidad excelente. Los resultados de los enunciados Mi1 (M=4.08 σ =0.85 y As=-1.26), Mi2 (M=3.90, σ =1.04 y As=-1.49) y Mi3 (M=4.10, σ =0.92 y As=-1.41) se presentan en la Tabla 18 y se expresan de manera gráfica en la Figura 20 mediante barras de distribución.

La alta gerencia está de acuerdo con la adopción de BIM por parte de otras empresas competidoras. Ellos, además, expresan cómo las empresas competidoras han ganado reputación y beneficios debido al uso de BIM. Tal cual se presenta en la tabla 18, la media es de 4.01 y posee una desviación de 0.94, ambos valores en promedio, por lo que, se tiene una opinión en común de la alta gerencia.

Tabla 18

Resultados de la variable mimético (MI)

Código	1	2	3	4	5	-	—	σ	As
							M		
Mi1	0%	1%	19%	45%	33%	1%	4.08	0.85	-1.26
Mi2	0%	1%	26%	39%	30%	3%	3.90	1.04	-1.49
Mi3	0%	5%	12%	45%	36%	1%	4.10	0.92	-1.41

Nota. Fuente propia

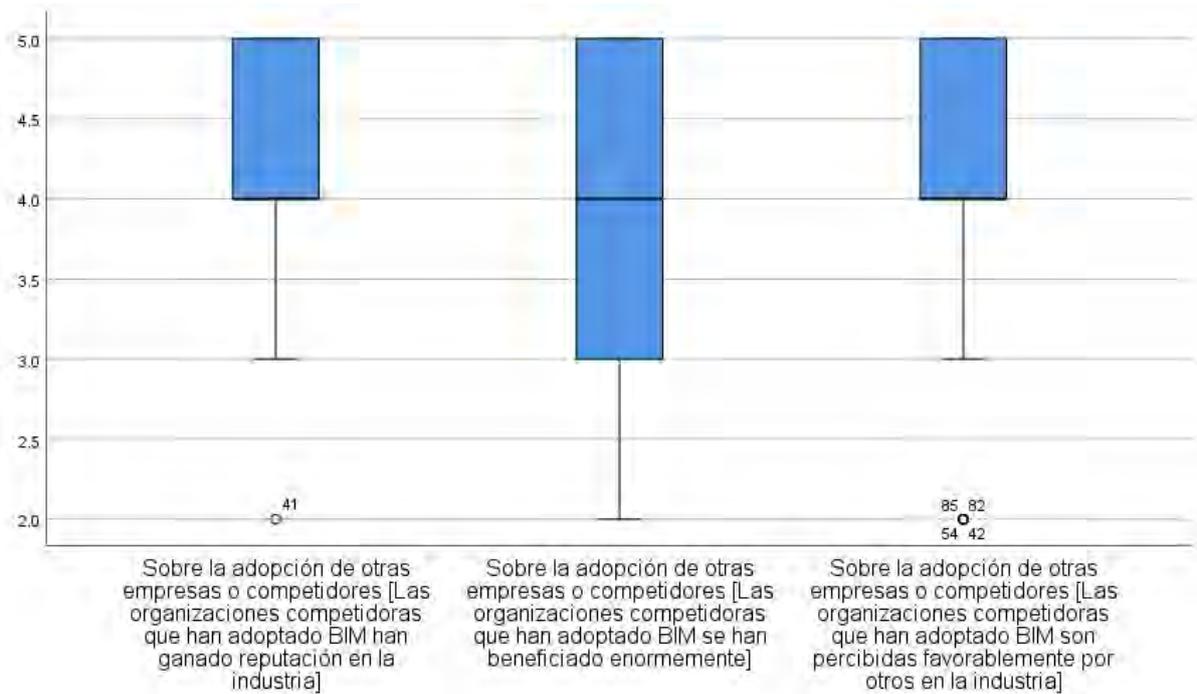


Figura 22. Gráfica Boxplot de resultados para la variable mimético

Nota. Tomado de encuesta elaborada en Google Forms y SPSS

Sobre los actores de la industria (NO)

La variable normativa (NO) correspondiente a los factores institucionales evalúa cuál es el punto de vista de la alta gerencia con respecto a la profesionalización o influencia que imparten las asociaciones del sector construcción, colegios profesionales y universidades, para lo cual se compone de tres enunciados, los cuales obtuvieron un valor de alfa de Cronbach igual a 0.679, es decir, están interrelacionados y presentaron una fiabilidad débil. Los resultados de los enunciados No1 ($M=3.25$ $\sigma=1.13$ y $As=-1.26$), No2 ($M=3.82$, $\sigma=0.99$ y $As=-1.22$) y No3 ($M=3.44$, $\sigma=1.17$ y $As=0.89$) se presentan en la Tabla 19 y se expresan de manera gráfica en la Figura 21 mediante barras de distribución.

La alta gerencia toma una postura neutral en cuanto al impulso de BIM que brindan las universidades o los colegios profesionales, pero, de acuerdo con la media de 3.53, están de acuerdo en cuanto a la difusión por parte de las asociaciones del sector construcción.

Tabla 19

Resultados de la variable normativo (NO)

Código	1	2	3	4	5	-	\bar{M}	σ	As
No1	0%	10%	37%	39%	7%	6%	3.25	1.13	-1.26
No2	0%	5%	24%	44%	24%	2%	3.82	0.99	-1.22
No3	0%	14%	28%	36%	17%	4%	3.44	1.17	-0.89

Nota. Fuente propia

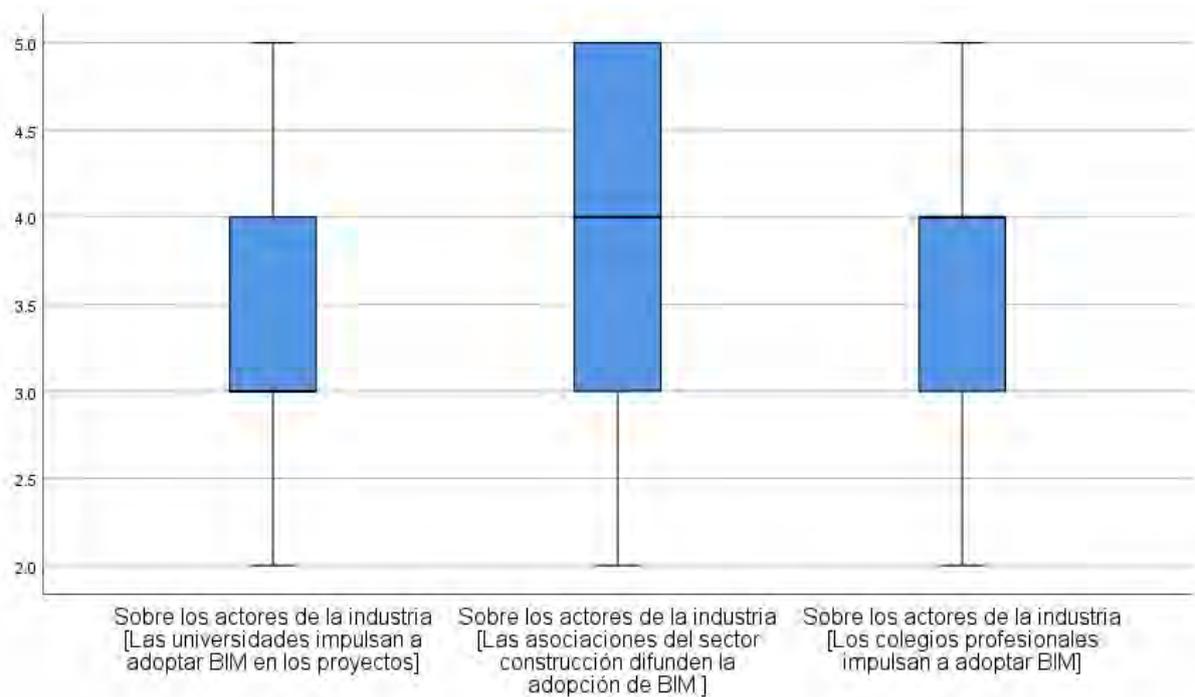


Figura 23. Gráfica Boxplot de resultados para la variable normativo

Nota. Tomado de encuesta elaborada en Google Forms y SPSS

4.2.5 Análisis estadístico de tipo inferencial

En este apartado se presentan los resultados obtenidos a partir de dos análisis de regresión lineal escalonada, realizados con el software SPSS 25. El primer análisis tomó la variable SAG como dependiente, mientras que en el segundo análisis se utilizó la variable AB como dependiente.

Al igual que en la validación de factores, para evaluar si una variable independiente tiene un impacto positivo sobre una variable dependiente, como ocurre con SAG y AB, se formularon

dos hipótesis: una nula (H0) y una alternativa (H1). La decisión sobre qué variables son predictoras se basa en comparar el valor de significancia del t-valor con el nivel de confianza del análisis de regresión. Para este análisis, se empleó un nivel de confianza del 95%, lo que implica un nivel de significancia (p) de 0.05. Por lo tanto, si el t-valor es igual o menor a 0.05, se rechaza H0 y se acepta H1; en caso contrario, se acepta H0. (Balboa Falcón, 2021)

Soporte de la alta gerencia (SAG)

A continuación, se presenta los resultados del análisis de regresión lineal efectuado para la variable dependiente Soporte de la alta gerencia (SAG) y cuyas variables independientes se aprecian en la tabla 2-1 como las hipótesis 1 a la 8. Los resultados muestran un escaso porcentaje de correlación entre las variables, para la variable de costo se obtuvo un valor de coeficiente de beta estandarizado (β) de 0.110 y un nivel de significancia (p) de 0.487, educación ($\beta = -0.046$ y $p = 0.773$), estándares ($\beta = -0.112$ y $p = 0.395$), procura cliente ($\beta = 0.189$ y $p = 0.111$), normativo ($\beta = -0.036$ y $p = 0.0722$) todas las variables presentadas hasta el momento poseen un valor de significancia mayor a 0.05 lo cual indica que no hay una influencia significativa de dichas variables respecto a la variable SAG. Por otro lado, tenemos las variables como el coercitivo ($\beta = 0.267$ y $p = 0.040$), mimético ($\beta = -0.468$ y $p = 0.001$) y ventaja relativa las cuales poseen un valor de significancia menor a .05 por lo que se infiere una relación positiva respecto de la variable soporte de la alta gerencia.

A partir de lo anterior tenemos que las hipótesis H1, H2, H3, H4 y H7 no serán aceptadas dada su escaso nivel de significancia. Mientras que la hipótesis H5, H6 y H8 respectivamente de las variables coercitivo, mimético y ventaja relativa, cumplen con los requerimientos de acuerdo con el análisis. ES por ello que para la hipótesis H6 se acepta que la variable coercitiva referente a los requerimientos del uso de BIM la cual es tomada en cuenta por la alta gerencia del Perú y guarda una relación en cuenta al soporte que este le brinda. En cuanto a la hipótesis 7 el factor mimético guarda estrecha relación con el soporte de la alta gerencia, esto es respecto a la influencia de empresas competidoras que tienen experiencia con BIM y la decisión de adoptarlo.

Tabla 20

Resultados de primera regresión lineal para la variable SAG

Variable	B	β	t	p	
C	-.071	-.082	-1.082	.988	Rechazado
Ed	-.042	-.041	-.603	.282	Rechazado
Es	.021	.019	.290	.548	Rechazado
PC	.063	.074	1.159	.773	Rechazado
VR	.339	.302	3.661	.000	Aceptado

Co	.137	.175	1.959	.000	Aceptado
Mi	.300	.313	3.925	.000	Aceptado
No	-.027	-.030	-.433	.666	Rechazado

Nota. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral). Fuente propia

Adopción de BIM (AB)

De acuerdo con el modelo propuesto en la presente investigación se planteó una relación directa entre la variable SAG y AB. Por lo tanto, el análisis de regresión lineal efectuado tiene como variable dependiente a AB y como variable independiente o predictora a SAG formando así la hipótesis H9. Los resultados del análisis de regresión lineal demuestran que la variable soporte de la alta gerencia ($\beta = 0.538$ y $\rho = 0.000$) si influye de manera significativa a la variable dependiente adopción de BIM tanto positiva como linealmente dado que se obtiene un nivel de significancia menor a 0.05. De lo anterior se desprende que el soporte que brinda la alta gerencia guarda una influencia en cuanto a la adopción de BIM por parte de los mismos, entonces H9 es aceptada.

Entonces que la hipótesis H9 sea aceptada y forme parte del modelo final de investigación indica que el incentivar al personal de una empresa al uso de BIM, resaltar la importancia de BIM para la empresa, así como el reconocimiento del esfuerzo y buen trabajo al implementar esta metodología de trabajo para la empresa promueve la adopción organizacional de BIM por parte de la alta gerencia en el Perú.

Tabla 21

Resultados de segunda regresión lineal para la variable AB

Variable	B	β	t	p
SAG	.748	.125	5.992	.000

Nota. La correlación es

significativa en el nivel 0,05 (bilateral). Fuente propia

Es así como en el modelo adaptado de adopción de BIM, de acuerdo con los resultados del análisis descriptivo e inferencial, se descartaron ciertas hipótesis por su escasa influencia respecto a las variables dependientes SAG Y AB. A continuación, se presenta un modelo con las hipótesis aceptadas y que reflejan la opinión y conocimiento de la alta gerencia en el Perú.

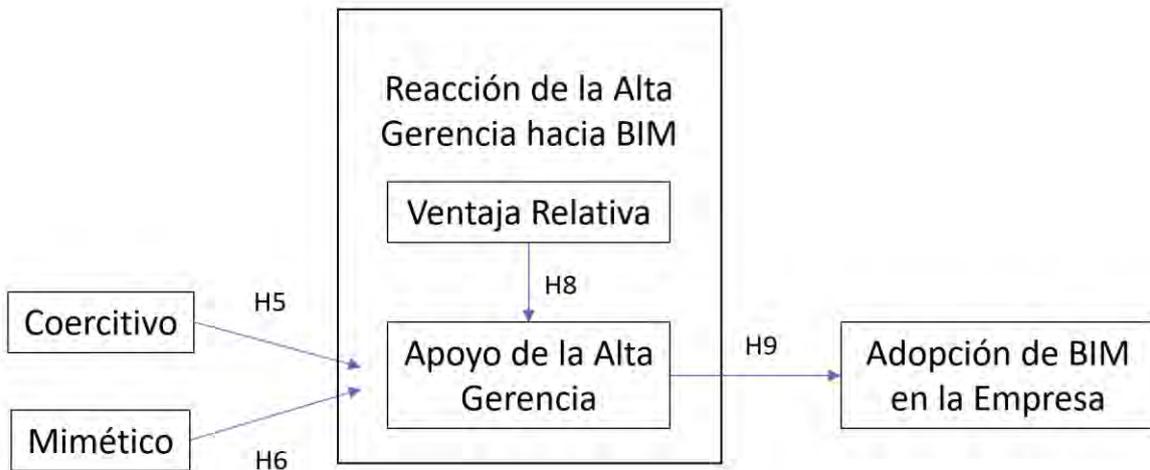
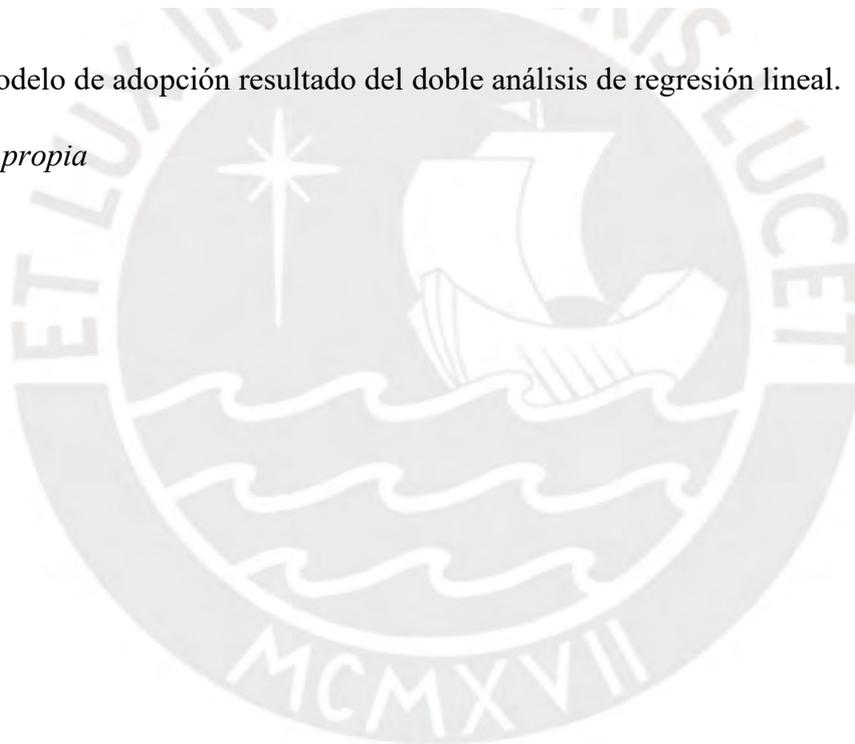


Figura 24. Modelo de adopción resultado del doble análisis de regresión lineal.

Nota. Fuente propia



5 CAPÍTULO 5: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para este capítulo se desarrollará la discusión de resultados empezando con el resumen de resultados que mostrará las implicancias y consecuencias de estos. Luego se discutirá de manera transversal cada una de las variables mostrando cómo se comportan respecto a la adopción organizacional de BIM por parte de la alta gerencia. Finalmente, se presenta un resumen de discusión de resultados indicando cuáles son las variables que se comportan como factores.

5.1 Introducción

En el presente capítulo se presentará de manera detallada los resultados encontrados respecto a la literatura revisada y los factores que influyen en la adopción organizacional de BIM por parte de la alta gerencia. El análisis de este capítulo tomará como principales fuentes de discusión, los resultados de la encuesta, el modelo de investigación y las teorías analizadas. Primeramente, se mostrará un resumen de los resultados tomando en cuenta cada una de las variables desarrolladas. Luego se presenta la discusión de los factores que influyen en la adopción organizacional de BIM. Finalmente, se desarrolla un acápite en el que se presentan los factores que posean mayor relación en el estudio de factores entre BIM y alta gerencia.

5.2 Resumen de los resultados

Esta sección enlista un total de nueve puntos críticos que resumen la investigación en la tabla 22. Las implicancias y/o consecuencias de estos resultados claves se explicarán de manera conjunta en la misma tabla.

Tabla 22

Principales Resultados de la investigación

Resultado	Implicancia/consecuencia
La variable <u>costo</u> ha desvelado que la alta gerencia percibe a BIM como difícil de adoptar, debido a la inversión cara que implica respecto al valor que le brinda el cliente. Sin embargo, en temas de capacitación y acceso a consultorías de esta metodología de trabajo, los altos mandos	Este resultado tiene implicancias en el limitado conocimiento que se posee sobre la metodología BIM por parte de los profesionales de alta gerencia. Entonces se necesita que los profesionales de alta gerencia en la industria de la construcción se capaciten para conocer de mejor manera cada

perciben precios asequibles. Entonces, en términos generales, el costo es una influencia negativa en la adopción organizacional de BIM, principalmente, porque el costo de hardware y software es considerado elevado para los beneficios que brinda, a pesar de que el costo de consultoría y capacitación es vista como asequible.

El factor **educación** muestra que BIM se enseña mayoritariamente como modelado 3D. Además, las nuevas generaciones de profesionales de la construcción aprenden con poco ímpetu sobre BIM como metodología colaborativa en la que se aplican una serie de flujos que logran este objetivo. Entonces, ante el escaso conocimiento de esta innovación integradora en el sector, se asocia negativamente que la alta gerencia adopte BIM respecto a la educación en esta metodología.

El factor **estándar** expone la poca estandarización que existe en BIM en la industria. Esto se traduce en el limitado respaldo que implica BIM como metodología organizada y colaborativa. Entonces contar con estándares de modelado, colaboración, librería de objetos BIM y contratos influyen en la adopción organizacional de BIM, pero no logran tener la significancia para ser considerado factor que influya directamente en la implementación organizacional de BIM.

uno de los beneficios de BIM. En términos de capacitación de los directivos, se infiere que su especialización en BIM no es una limitación, pero para seguir mejorando se necesitará mayor injerencia de las casas proveedoras de software y hardware para reducir costos.

El futuro cercano de la alta gerencia aún desconocerá BIM como metodología y no solo como modelado. Además, el poco panorama que se tiene sobre la enseñanza y conocimiento de BIM por parte de los estudiantes y recién egresados de las universidades evidencia que aún hay que trabajar en el aspecto académico que la alta gerencia solicita y necesita para sí misma con el fin de organizar el capital humano.

Implementar una serie de estándares y normas que permitan un adecuado trabajo de la mano de la metodología BIM es imprescindible de acuerdo con la opinión casi unánime de los profesionales de alta gerencia. Entonces, en la medida que se implementen estándares para adoptar BIM se genera mayor influencia para lograr esto, al menos por parte de la alta gerencia, aunque no es un factor que contribuya directamente al soporte de estos directivos.

Según lo evaluado en el factor **procura cliente**, las relaciones adversarias entre empresa, la fragmentación del mercado, la corta relación entre empresas y la política del cliente en el costo más bajo limitan, en conjunto, la adopción organizacional de BIM por parte de la alta gerencia. Esta variable no se ha identificado como un factor que explica la adopción de BIM en los altos mandos a pesar de la opinión a favor que han mostrado los encuestados.

La **ventaja relativa** que presenta BIM a la alta gerencia impone un interés por adoptarlo. La idea de que BIM mejora la imagen y permite alcanzar los objetivos de la empresa es un fuerte factor para que la alta gerencia adopte BIM. Además, la alta gerencia toma como decisión estratégica la adopción de BIM, lo cual los coloca como propensos a adoptar esta innovación. Por ende, lo que implica este factor es un claro argumento para que los altos gerentes adopten BIM de manera organizacional.

Sobre el **sopORTE de la alta gerencia** en la relación de los trabajadores y el uso de BIM se ha encontrado un total apoyo para el trabajo con esta metodología. Además, existe una relación positiva entre el apoyo de la alta gerencia y la adopción organizacional de BIM, lo cual se respalda con la opinión de los gerentes de alta dirección en las encuestas. De la misma manera la alta gerencia percibe la adopción de BIM como importante para el

Para facilitar una mayor integración tanto de la industria, clientes y empresas es necesario, por ejemplo, la generación de contratos colaborativos que impulsen la cooperación en los procesos de la cadena de suministro de distintos proyectos con los mismos actores. Esta integración mediante políticas apoyaría la adopción de BIM por los altos directivos entre el contratista general y subcontratistas.

La creciente adopción de BIM por parte de la alta gerencia será nutrida por los beneficios percibidos que serán atestiguados por la alta gerencia. En tal sentido, los casos de éxito y beneficios percibidos por distintos profesionales de la alta gerencia permitirán una mayor intensidad de adoptar BIM. A futuro se irán desvelando con mayor claridad los beneficios de BIM, lo cual fortalecerá su adopción a nivel de organización en las distintas empresas del sector construcción.

Mientras se perciba BIM como importante para el negocio y se reconozca el esfuerzo y se aliente el uso se colaborará en la adopción organizacional de esta metodología. Por ello, los encargados de la toma de decisiones en las empresas deben marcar énfasis en el apoyo para que los trabajadores estén interesados en trabajar de la mano de BIM.

negocio, lo cual les alienta en la implementación de esta metodología.

Por el lado del factor **coercitivo**, los planes de estandarización del estado (Plan BIM Perú), y los requerimientos de uso de BIM en el sector público generan respaldo para la alta gerencia en términos de transparencia y confiabilidad de esta metodología en el ciclo de desarrollo de los proyectos. Los resultados de la investigación muestran una relación positiva entre las presiones que ejerce el estado (en términos de patrones de producción, normas y leyes) y la adopción organizacional de BIM en la alta gerencia.

En la medida que se generen formas de amparo y honestidad en las inversiones para adoptar BIM la alta gerencia percibirá esta metodología como legítimo para llevar su empresa a la aceptación social. Por ende, se requiere un trabajo exhaustivo en las presiones coercitivas que demanda el estado hacia las entidades públicas y privadas para adoptar BIM, bajo la premisa que el factor coercitivo influye en la adopción organizacional de BIM.

Respecto al factor **mimético** se ha encontrado que la alta gerencia tiene la percepción de que las empresas que han adoptado BIM se han beneficiado, han ganado reputación y son percibidas favorablemente por la industria. Esta premisa presenta la relación positiva que existe entre los resultados que han obtenido las otras empresas y la adopción de BIM por parte de la alta gerencia. Se denota positiva, pues la incertidumbre que implica adoptar BIM, prácticamente, puede ser soslayada por la legitimidad que han alcanzado las otras empresas de la industria de la construcción.

Ya se ha demostrado que BIM genera un sinnúmero de beneficios al implementarlo. Por lo tanto, en la medida que se progrese en la adopción por varias empresas, BIM exhibirá una serie de beneficios que serán atractivos y necesarios para seguir en la competencia entre firmas en la industria de la construcción.

Como resultado del factor **normativo**, se encontró que no hay una relación directa entre la adopción de BIM y la difusión de adoptar esta metodología por parte de las asociaciones del sector construcción.

La adopción de BIM en los siguientes años será parcialmente influenciada por las asociaciones del sector construcción. Por lo tanto, es imprescindible continuar con la labor de difusión de esta metodología.

Además, en cuanto a la profesionalización que ofrecen las universidades y colegios profesionales no está muy claro el tema para los altos directivos, de acuerdo con las encuestas, que no se tiene un veredicto para relacionar sus influencias a la adopción de BIM en el sector construcción.

Además, se debe concentrar esfuerzos para difundir BIM por parte de los colegios profesionales y universidades para converger a la necesidad de actualizar el sector construcción, en términos innovadores.

5.3 Discusión transversal de las variables

En este apartado se discutirá cada una de las variables presentadas, con la finalidad de dar a conocer cómo se comporta cada una de estas con respecto a la decisión de la adopción organizacional de BIM por parte de la alta gerencia. El eje central de esta discusión gira en torno a la evaluación de cada una de las premisas formuladas en la encuesta. Entonces, se afianzará el análisis de datos discutiendo lo que la alta gerencia ha expedido en el formulario presentado en el análisis de datos.

Variable costo

Según el análisis de los datos, el cliente no reconoce las bondades de BIM; por tanto, no paga por la adopción de esta metodología, lo cual se traduce en una resistencia de la alta gerencia en la adopción de BIM para su organización. Por el lado del costo que implica el hardware y software no se motiva la adopción, pues es considerado como inasequible. Caso contrario al anterior se tiene a la capacitación en BIM, la cual presenta precios asequibles para la alta gerencia. Finalmente, los directivos consideran económico el acceso a consultorías BIM.

Variable educación

En cuanto a la instrucción en BIM por parte de las universidades, mayoritariamente, se presentan resultados inciertos, lo cual indica que la alta gerencia tiene dudas sobre lo que se enseña de esta metodología. Además, se tiende a pensar que los graduados en ingeniería y arquitectura poco conocen sobre BIM. Así como se cree que los cursos disponibles están focalizados en BIM como modelado 3D y no como metodología colaborativa e integradora.

Variable estándares

En temas de estandarización para la creación de modelos se presentan respuestas casi unánimes que indican la necesidad de una uniformización en este flujo de trabajo. El mismo caso se presenta el requerimiento de estándares para compartir modelos. La alta gerencia también presenta la necesidad de librerías de objetos BIM. Por último, se motiva la adopción de BIM mediante la creación de contratos colaborativos estandarizados.

Variable procura cliente

Los directivos perciben a la industria como una limitante para el uso de BIM por el foco en tiempo y acción inmediata que genera. También se limita la adopción de BIM por la política de costo más bajo por parte del cliente. Por el contrario, se cree que las relaciones de corto plazo no limitan el uso de BIM, lo cual es una influencia en la adopción organizacional de esta. Finalmente, hay una tendencia a creer que las relaciones adversarias entre las empresas no limitan el uso de BIM.

Variable ventaja relativa

En esta variable se evidencia una total coordinación en respuestas que aportan los directores. Se demuestra con las respuestas que BIM provee una ventaja para cumplir los objetivos de la empresa. De la misma manera, esta metodología, al adoptarla, es una estrategia para la empresa. Al final, se cree que la imagen se ve seriamente mejorada por la adopción de BIM.

Variable soporte de la alta gerencia

Similar a la variable anterior, se evidencia un apoyo de la alta gerencia en las proposiciones de que alientan a sus trabajadores en el uso de BIM. De la misma manera, confirman que reconocen el esfuerzo de sus trabajadores al usar BIM. Por último, se resalta la importancia de BIM para el negocio, entonces se confirma que el soporte de la alta gerencia es un motivador determinante en la adopción de BIM.

Variable coercitiva

En términos generales, la presión que ejerce el estado en términos de patrones de producción, leyes y normas motivan la adopción organizacional de BIM por parte de la alta gerencia. Por ejemplo, se evidencia, de acuerdo con los datos analizados, que un desarrollo adecuado del Plan BIM Perú impulsa la adopción de esta metodología. Además, el requerimiento del uso de

BIM tanto por el gobierno como las asociaciones motivan aún más la adopción de esta innovación en el sector construcción peruano.

Variable mimética

En el caso del factor mimético que se genera en el sector construcción se constata que la alta gerencia percibe un beneficio en la reputación de las organizaciones competidoras que han adoptado BIM. Además, se percibe que las organizaciones competidoras han obtenido beneficios, en términos generales. De la misma manera, los directivos perciben favorablemente a las organizaciones que han adoptado BIM, lo cual motiva su adopción por parte de ellos. Entonces.

Variable normativa

El impulso que se genera para adoptar BIM en los proyectos, por parte de las universidades, tienen tendencia a estar de acuerdo. Sin embargo, hay gran cantidad de profesionales de alta gerencia que están indecisos en el rol que cumplen las universidades como impulsores de BIM en los proyectos. Caso contrario a la mayoría de los directivos que creen que las asociaciones del sector construcción difunden la adopción de BIM. Por último, se evidencia un alto índice de incertidumbre en el papel que cumplen los colegios profesionales para la adopción de BIM, lo cual aleja a la variable de ser parte de los factores determinante.

5.4 Resumen de discusión de resultados

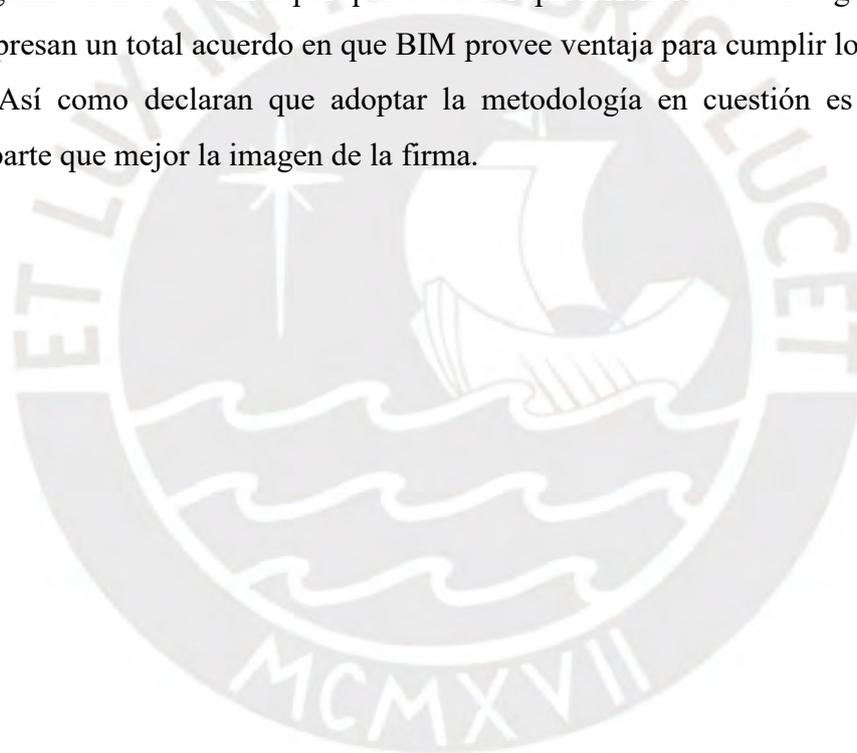
Luego de discutir lo que la alta gerencia cree sobre cada una de las premisas presentadas en la encuesta, conjuntamente al análisis de datos, se resuelve la categorización de los factores que determinan la adopción organizacional de BIM. Los principales resultados hallados en la tabla 22, conjuntamente, con la descripción de cada variable en la discusión transversal comprende el análisis y explicación de las variables que han logrado significancias adecuadas para ser consideradas factores.

Esta investigación ha encontrado una relación positiva entre el factor coercitivo y la adopción organizacional de BIM por parte de la alta gerencia. Este resultado se puede interpretar como la persuasión que se genera por parte de las empresas que se han posicionado bien en el mercado o han logrado beneficios hacia los altos directivos. Además, la impulsión del plan BIM Perú por parte del ministerio de economía y finanzas del Perú (MEF) impulsa a los altos directivos a confiar en la metodología que implica BIM. Esta presión coercitiva se puede notar en los mandatos, estímulos y sugerencias hacia los miembros de los distintos

proyectos (Tavallaei et al., 2022) tal como se aprecia en los proyectos piloto y de acompañamiento que ya se empezaron a notar en el caso peruano.

Otro factor que ha logrado una significancia adecuada es el mimético, el cual indica que la alta gerencia percibe a las organizaciones competidoras, que se han beneficiado de la metodología BIM, como modelos a seguir. Esto, debido a la reputación y percepción favorable que se han ganado en la industria de la construcción peruana. Además, tal como se explicó en la teoría de Rogers, ciertos canales son fuente de persuasión para la toma de decisiones en la adopción de innovaciones, tal como es el caso de la conducta mimética que se genera entre empresas estructuralmente similar.

Finalmente, el factor ventaja relativa se ha posicionado como determinante para la adopción organizacional de BIM por parte de los profesionales de alta gerencia. Estos directivos expresan un total acuerdo en que BIM provee ventaja para cumplir los objetivos de la empresa. Así como declaran que adoptar la metodología en cuestión es una decisión estratégica aparte que mejor la imagen de la firma.



6 CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES, COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES

Como parte final de la presente tesis, en este último capítulo con contenido de investigación se presentarán las conclusiones respecto a los objetivos, preguntas de investigación y variable teórica estándares. Así como también se presentarán propuestas para futuras líneas de investigación.

6.1 Conclusiones respecto a los objetivos

Respecto al objetivo general, de acuerdo con los resultados de las encuestas respondidas por la alta gerencia y el análisis de datos, se concluye que los factores que influyen en la adopción de BIM son los relacionados a los factores mimético, coercitivo y ventaja relativa. Entonces, la alta gerencia tiende a adoptar BIM o imitar el comportamiento de sus pares según perciba que las organizaciones competidoras se beneficien del uso de soluciones innovadoras como BIM. Así como estos directores ven la metodología en mención como una estrategia para cumplir los objetivos y mejorar, seriamente, la imagen de la empresa. Además, la regulación pública en requerimientos de BIM para los proyectos públicos brinda transparencia y confiabilidad en esta metodología; por tanto, la alta gerencia opta por adoptar BIM.

Respecto al primer objetivo específico, “Determinar las teorías de adopción de innovaciones que mejor se adapten al contexto de BIM y la industria del sector construcción”, se identificaron, estudiaron y analizaron cuatro teorías referentes en adopción de innovaciones de las cuales se aceptaron tres y una fue rechazada, pues no se ajustó al objetivo de la investigación. Estas teorías son las siguientes: La teoría de difusión de Innovaciones, teoría del isomorfismo institucional y la teoría de la lógica institucional.

Respecto al segundo objetivo específico, “Proponer un conjunto de variables que permitan determinar la influencia de la adopción de BIM por parte de la alta gerencia a partir de la teoría de innovaciones”, se logró generar un listado de variables (ver tabla 4), en base a la revisión de la literatura, que trataron de explicar los factores que influyen en la adopción organizacional de BIM por parte de la alta gerencia.

Respecto al tercer objetivo específico, “Analizar las variables e identificar las más significativas para la alta gerencia en Perú”, se analizó cada una de las variables de manera estadísticas por medio de software estadístico y encuestas con la cual se definieron tres variables significativas, las cuales son los factores para la adopción organizacional de BIM por parte de la alta gerencia.

6.2 Conclusiones respecto a las preguntas de investigación

¿Cuáles son los factores que influyen en la adopción de BIM por parte de la alta gerencia en empresas del sector construcción en el Perú?

Los factores que influyen en la adopción organizacional de BIM por parte de la alta gerencia son el mimético, coercitivo y ventaja relativa.

¿Cuáles son las teorías que mejor se ajustan al tema de la adopción organizacional de BIM por parte de la alta gerencia en el sector construcción?

En base a resultados de la investigación, la teoría que más se ajusta a la adopción de BIM por parte de la alta gerencia es la de isomorfismo institucional, pues a partir de ella se validaron las dos variables que influyen en la adopción de la metodología BIM. Además, la teoría de difusión de innovaciones, pues en esta se define la ventaja relativa como parte del canal de persuasión de adoptar una innovación.

¿Qué se concluye del análisis de la teoría presentada y los resultados de las encuestas?

Del análisis de las teorías y resultados de las encuestas se concluye que, si se incrementa la muestra de encuestados, podríamos observar la prevalencia de las variables coercitivo, mimético y ventaja relativa con un mayor contraste respecto a las demás. Por lo tanto, tal como se muestra en el análisis en el software SPSS, las demás variables poseen un valor de significancia (que debe ser menor a 5%) que están por encima del 40%, lo cual indica que están alejadas de ser un factor para la adopción organizacional de BIM en el Perú.

6.3 Sobre la variable teórica estándares

Sobre esta variable, particularmente, se concluye que no logra ser un factor para la adopción organizacional de BIM por parte de la alta gerencia, a pesar de la gran aceptación que se muestra en las encuestas (ver tabla 11) en la cual la mayoría de directores se encuentran de acuerdo o totalmente de acuerdo con las premisas presentadas. Este resultado se puede deber a que el enfoque de los estándares BIM en esta investigación fue de manera genérica presentando premisas con temas de procesos, librerías y contratos, en contraste al factor coercitivo, que fue más específico al caso peruano, cuyas premisas tocaron temas del plan BIM Perú, y la influencia del gobierno y las asociaciones de la industria. Entonces, en general, los profesionales del sector construcción requieren de estándares para adoptar BIM (Murguía et

al.,2020), pero lo requieren de manera más específica al caso peruano, ya que existen normativas internacionales, así como librerías y flujos de trabajo.

6.4 Propuestas para futuras líneas de investigación

Las variables que no han logrado obtener la significancia suficiente para ser tratadas como factores influyentes en la alta gerencia y su adopción organizacional de BIM dependen de los resultados en las encuestas, entonces es necesario un incremento en la data recolectada, así como una clasificación exhaustiva de las respuestas que pueden ser excluidas de la muestra.

Poco se sabe sobre lo que opina la alta gerencia respecto a la adopción organizacional de BIM en Perú, entonces es necesarios mayor injerencia de las investigaciones en el tema estudiado en esta tesis para así contrastar resultados y generar credibilidad en las conclusiones. Con lo cual, se propone y recomienda seguir investigando sobre la opinión que tiene la alta gerencia en adoptar BIM de manera organizacional.



7 CAPÍTULO 7: BIBLIOGRAFÍA

Almeida Del Savio, A. (2021). La academia y la carrera profesional vinculada a BIM en el Perú. Universidad de Lima, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Carrera de Ingeniería Civil. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/13490>

Balboa Falcón, M. P. (2021). *Evaluación de las percepciones individuales sobre la adopción de la metodología BIM en el sector de la construcción en el Perú* [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. PUCP Repositorio Académico.

Bedrick, J., Ikerd, W., FAIA, Reinhardt, J. (2020). Level of development (LOD) specification part i & commentary for building information models and data.

Bedrick, J., FAIA, Reinhardt, J. (2015). Level of development specification. BIMFORUM.

Cao, D., Li, H., & Wang, G. (2014). Impacts of isomorphic pressures on BIM adoption in construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(12), 04014056.

Chen, Y., Yin, Y., Browne, G. J., & Li, D. (2019). Adoption of building information modeling in Chinese construction industry: The technology-organization-environment framework. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 26(9), 1878–1898. <https://doi.org/10.1108/ECAM-11-2017-0246>

DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields. In *Source* (Vol. 48). *American Sociological Review*.

Friedland, R., and Alford, R. (1991). “Bringing Society Back In: Symbols, Practices, and Institutional contradictions.” *The New Institutionalism in Organizational Analysis*, W. W. Powell and P. J. DiMaggio, eds., University of Chicago Press

Gámez, F. C., Vicente, H. S., & Severino, M. S. (2015). Spanish journal of BIM. *Spanish Journal of BIM*, 18/01, 14–24.

George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference 11.0 update (4th ed.)*. Boston: Allyn & Bacon. (s/f), de <http://www.sciepub.com/reference/65129>

Gosain, S. (2004). "Enterprise Information Systems as Objects and Carriers of Institutional Forces: The New Iron Cage?" *Journal of the Association for Information Systems*, 5(4), 151–182.

Guangbin Wang, Jiule Song. The Relation of Perceived Benefits and Organizational Supports to User Satisfaction with Building Information Model (BIM), *Computers in Human Behavior* (2016), doi: 10.1016/j.chb.2016.12.002

Guevara, F. A., 2014. I+D+i en las Empresas de la Construcción en Perú, Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Heeks, Richard., & University of Manchester. Institute for Development Policy and Management. (1999). *Information and communication technologies, poverty and development*. Institute for Development Policy and Management, University of Manchester.

Howard, R., Restrepo, L., & Chang, C. Y. (2017). Addressing individual perceptions: An application of the unified theory of acceptance and use of technology to building information modelling. *International Journal of Project Management*, 35(2), 107–120. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.10.012>

Karathodoros, G., & Rafn, Ó. (2013). Governing the implementation of BIM, A construction client perspective.

Kreider, R. G., & Messner, J. I. (2013). The Uses of BIM Classifying and Selecting BIM Uses. Retrieved from <http://bim.psu.edu>.

Liang, Saraf, Hu, & Xue. (2007). Assimilation of enterprise systems: The effect of institutional pressures and the mediating role of top management. *MIS quarterly: management information systems*, 31(1), 59.

Murguía, D. (2018). Primer estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima y Callao 2017.

Murguía, D., Vásquez, C., Balboa, M., Lara, W. (2020). Segundo Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao, Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima

Murguía, Danny (2021): A model of systemic BIM adoption. Loughborough University. Thesis. <https://doi.org/10.26174/thesis.lboro.14354603.v1>

Murguía, D., Demian, P. and Soetanto, R. (2023), "The role of the industry's cultural-cognitive elements on actors' intention to adopt BIM: an empirical study in Peru", *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 30 NO. 3, pp. 1183-1200. <https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2021-0743>

Naoum, S. G. (2007). *Dissertation Research and Writing for construction students*.

Othman, I., Al-Ashmori, Y. Y., Rahmawati, Y., Mugahed Amran, Y. H., & Al-Bared, M. A. M. (2021). The level of Building Information Modelling (BIM) Implementation in Malaysia. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 455–463. doi: 10.1016/j.asej.2020.04.007

Papadonikolaki, E. (2017). "Grasping brutal and incremental bim innovation through institutional logics." Association of Researchers in Construction Management, ARCOM 2017 - Proceedings of the 33rd Annual Conference, Association of Researchers in Construction Management, 54–63.

Precursors to the Institutional Logics Perspective - Oxford Scholarship (universitypressscholarship.com)

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). New York: Free Press.

Saka, A. B., Chan, D. W. M., & Ajayi, S. O. (2022). Institutional isomorphism and adoption of building information modelling (BIM) in small and medium-sized enterprises (SMEs) of the Nigerian Construction Industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/ECAM-02-2022-0188>

Scott, W. R. (2014). *Institutions and Organizations*. SAGE Publications Ltd, California.

Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375. doi: 10.1016/j.autcon.2008.10.003

Succar, B. (2020). 211in Model Uses Table. Zenodo, 1.26, 7. Retrieved from <https://doi.org/10.5281/zenodo.3563403><https://bimexcellence.org/wp-content/uploads/201in-Competency-Table.pdf>

Taib, M., Quanhua, H., & Taib, N. (2023). Building Information Modelling (BIM) Adoption for Cost Engineering Consultant; Case Study of Southern China. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 29(3), 21–36. <https://doi.org/10.37934/araset.29.3.2136>

Tavallaei, R., Mashayekhi, A., Harrison, N., Talebian, M., & Moser, R. (2022). BIM Adoption: A Case of Institutional Pressures and Top Management Support. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(9). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0002331](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0002331)

Thornton, P. H., & Ocasio, W. (1999). Institutional Logics and the Historical Contingency of Power in Organizations: Executive Succession in the Higher Education Publishing Industry, 1958– 1990. *American Journal of Sociology*, 105(3), 801–843. doi:10.1086/210361

Thornton, P., and Ocasio, W. (2008). “Institutional Logics.” *The SAGE Handbook of Organizational Institutionalism*, R. Greenwood, C. Oliver, K. Sahlin, and R. Suddaby, eds., SAGE Publications Ltd, London

Thornton, P., Ocasio, W., and Lounsbury, M. (2012). *The institutional logics perspective: A new approach to culture, structure, and process*. Oxford University Press, Oxford.

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., and Davis, F. D. (2003). “User acceptance of information technology: Toward a unified view.” *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 27(3), 425–478.

Villena-Manzanares, F., García-Segura, T., & Pellicer, E. (2020). Organizational factors that drive to BIM effectiveness: Technological learning, collaborative culture, and senior management support. *Applied Sciences (Basel, Switzerland)*

Wang, G., & Song, J. (2017). The relation of perceived benefits and organizational supports to user satisfaction with building information model (BIM). *Computers in Human Behavior*, 68, 493–500. doi: 10.1016/j.chb.2016.12.002

Warner, J. B., Watts, R. L., & Wruck, K. H. (1988). Stock prices and top management changes* Jeroid B. Warner and Ross L. WATFS. *Journal of Financial Economics*, 20, 461–492.

Xu, X., Wang, G., Cao, D., & Zhang, Z. (2020). BIM Adoption for Facility Management in Urban Rail Transit: An Innovation Diffusion Theory Perspective. *Advances in Civil Engineering*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/8864221>

8 CAPÍTULO 8: ANEXOS

8.1 Anexo I-Formato de la encuesta



ENCUESTA PARA TESIS DE INVESTIGACIÓN DE BACHILLER

El siguiente cuestionario forma parte de la tesis titulada "Factores que influyen en la adopción de Building Information Modeling (BIM) en la alta gerencia de empresas del sector construcción en el Perú" que tiene como objetivo identificar los factores que influyen en la adopción de BIM en la alta gerencia. Cada una de sus respuestas serán tratadas de manera confidencial. De ante mano, gracias por su tiempo y colaboración.
 Cristhian Sutta y Yhon Echavands
 Estudiantes del 10mo ciclo de Ingeniería civil
 Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP)

1ER APARTADO (Datos generales)

1.- Como profesional de alta gerencia, por favor, indique el rubro de la empresa que forma parte, haciendo click sobre una opción.

Oficina de Arquitectura Oficina de Ingeniería Estructural Oficina de Ingeniería de Instalaciones Contratista

Otro: Haga click para especificar aquí, por favor:

2.- Por favor, indique su tiempo de experiencia en el sector construcción.

Menos de 10 años Entre 10 y 15 años Entre 15 y 20 años Más de 20 años

3.- Por favor, indique los años de experiencia con BIM de la empresa y el número de trabajadores (sin contar obreros).

1 a 3 años 4 a 6 años 7 o más años

10 o menos empleados 11 a 50 empleados 51 a 200 empleados Más de 200

4.- Por favor, indique sus años de experiencia con BIM

0 a 2 años 3 a 5 años 6 a más años

2DO APARTADO (Evaluación de las variables implicadas en la adopción de BIM por parte de la alta gerencia)

Por favor, marque, haciendo click sobre el cuadro " ", la casilla que mejor concuerde con su opinión de cada una de las siguientes premisas.

N°	PREMISA	(1) Totalmente en Desacuerdo	(2) En Desacuerdo	(3) Ni de Acuerdo ni en Desacuerdo	(4) De Acuerdo	(5) Totalmente de Acuerdo
VARIABLE 1: CREENCIAS DE LA ALTA GERENCIA						
1	El uso de BIM mejora el prestigio y la inserción en el mercado de la empresa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	BIM representa una ventaja para la empresa respecto a otras que no aplican esta metodología	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Adoptar BIM implica riesgos en el desarrollo de proyectos o incluso para la empresa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
VARIABLE 2: FACTOR COERCITIVO						
1	Desarrollar un adecuado plan BIM Perú impulsa adoptar BIM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Contar con estándares sobre entrega de información, contratos, entornos colaborativos, etc. permite optar por BIM con un respaldo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
VARIABLE 3: MIMETISMO INSTITUCIONAL						
1	Una notable presencia de BIM en proyectos del estado y en el sector privado impulsa su adopción.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Uso o usaria BIM si noto que mis colegas lo hacen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Las bondades que representa BIM no se hacen notar en los proyectos que lo aplican.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
VARIABLE 4: COMPATIBILIDAD DE LA INNOVACION						
1	BIM es útil para la empresa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	BIM mejora la productividad y permite terminar las tareas más rápido.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Una adecuada gestión en la aplicación de BIM reduciría costos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	La calidad de los proyectos mejora mediante el uso de BIM.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
VARIABLE 5: CONOCIMIENTO DE LA METODOLOGÍA BIM						
1	Reconozco cuáles son las características y bondades de BIM.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Aprender BIM es sencillo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Trabajar con BIM es fácil.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Donde laboro no contamos con personal de asistencia ante dificultades con BIM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
VARIABLE 6: LIDERAZGO Y PERSONALIDAD						
1	Mis redes interpersonales o colegas no utilizan BIM.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Me considero escéptico a las innovaciones como BIM.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Estimulo y resalto la importancia de BIM en mis trabajadores.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4					
VARIABLE 7: FACTOR ECONOMICO					
1	Tanto el software, hardware y capacitación en BIM es muy caro.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	La variabilidad en la economía no permite la adopción de BIM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3					
4					