

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PUCP

**EVALUACIÓN DE LAS PERCEPCIONES INDIVIDUALES
SOBRE LA ACEPTACIÓN Y USO DE BIM DE LOS
PROFESIONALES DE LA CONSTRUCCIÓN**

Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil, que presenta el bachiller:

Mijail Pavel Igor Balboa Falcon

Asesor: Danny Murguía Sánchez, Ph.D.

Lima, 30 de abril de 2021



Dedicatoria

*Este trabajo es dedicado a mi padre,
Victor Balboa Reyes, por enseñarme a
ser paciente y persistente, y a mi madre,
Norma Falcon Mendoza, por apoyarme
incondicionalmente durante todos los
retos presentados.*

RESUMEN

La presente investigación tiene como principal propósito evaluar las percepciones de los profesionales a cargo de la construcción de edificaciones en Lima Metropolitana y Callao para adoptar BIM (Building Information Modelling, por sus siglas en inglés). Para ello, se toma como marco de estudio la teoría unificada de aceptación y uso de tecnología (UTAUT, por sus siglas en inglés de The Unified theory of Acceptance and Use of Technology), la cual fue presentada por Venkatesh et al. (2003). Este modelo se extenderá y adaptará para representar un modelo de adopción BIM que permita entender las percepciones individuales en la industria local.

Para conseguir lo anteriormente descrito, se elaboró una encuesta con preguntas que describan el nivel y actitud del profesional a cargo de los proyectos de edificación acerca del uso y adopción BIM, de tal manera que permitan conocer sus percepciones al respecto. Estas encuestas fueron respondidas por 175 profesionales a cargo de construcciones en Lima Metropolitana y Callao; este número fue obtenido a través de principios de muestreo a partir del censo realizado y publicado el 2020 por la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) en “El Mercado de Edificaciones Urbanas en Lima Metropolitana y Callao: 25° estudio”.

La información obtenida se sintetizó, y se interpretaron los resultados para obtener conclusiones con respecto a los resultados obtenidos en el Primer Estudio de Adopción BIM (Murguía et al., 2017). De esta manera, se busca ampliar la línea base BIM generada en Lima Metropolitana y Callao para otorgar información para futuras investigaciones, y conocer la realidad actual del nivel de adopción BIM local en el año 2021.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| LISTA DE FIGURAS | IV |
| LISTA DE TABLAS..... | V |
| LISTA DE ABREVIACIONES | VI |
| CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Motivación | 1 |
| 1.2. Antecedentes | 1 |
| 1.3. Objetivos..... | 2 |
| 1.4. Preguntas de investigación..... | 3 |
| 1.5. Organización | 3 |
| CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA | 5 |
| CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO..... | 8 |
| 3.1. Actividad edificadora en Lima Metropolitana y Callao | 8 |
| 3.1.1. Terminología | 8 |
| 3.1.2. Sectorización | 9 |
| 3.2. Modelos de aceptación de tecnología..... | 10 |
| 3.3. Teoría unificada de aceptación y uso de la tecnología (UTAUT)..... | 16 |
| 3.3.1. Variables de la UTAUT | 17 |
| 3.3.2. Modelos de aceptación de tecnología integrados por la UTAUT | 17 |
| 3.3.3. Comparación empírica de los modelos de aceptación tecnológica integrados por la UTAUT..... | 19 |
| CAPÍTULO 4. MODELO UTAUT MODIFICADO Y APLICADO A LA ADOPCIÓN BIM..... | 20 |
| 4.1. Estructuración del modelo..... | 20 |
| 4.2. Análisis cuantitativo..... | 22 |
| 4.2.1. Estadística descriptiva | 23 |
| 4.2.2. Estadística inferencial..... | 23 |
| CAPÍTULO 5. DISEÑO MUESTRAL | 24 |
| 5.1. Plan de muestreo | 24 |
| 5.2. Unidad de muestreo | 24 |
| 5.3. Población..... | 24 |
| 5.4. Tamaño de la muestra | 27 |
| 5.5. Distribución de la muestra | 27 |
| CAPÍTULO 6. DISEÑO DE LA ENCUESTA..... | 30 |
| 6.1. Método de diseño de la encuesta..... | 30 |
| 6.2. Estructura de la encuesta..... | 31 |
| 6.2.1. Información del encuestado | 31 |
| 6.2.2. Nivel de aceptación BIM..... | 31 |
| 6.2.3. Información del proyecto..... | 33 |
| 6.3. Periodo de recolección de datos..... | 33 |
| 6.3.1. Criterios para identificar la unidad de muestreo | 33 |
| 6.3.2. Toma de la encuesta..... | 35 |
| CAPÍTULO 7. RESULTADOS..... | 38 |
| 7.1. Análisis de la muestra | 38 |
| 7.1.1. Información de los proyectos..... | 38 |
| 7.1.2. Información de los encuestados..... | 39 |

| | |
|--|----|
| 7.2. Fiabilidad y confiabilidad de los resultados | 43 |
| 7.2.1. Consistencia interna de los resultados | 43 |
| 7.2.2. Validez de factores | 44 |
| 7.3. Análisis estadístico de los resultados | 46 |
| 7.3.1. Análisis estadístico descriptivo..... | 46 |
| 7.3.2. Análisis estadístico inferencial | 54 |
| CAPÍTULO 8. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 58 |
| 8.1. Discusión y conclusiones | 58 |
| 8.1.1. Conclusiones sobre el modelo de adopción BIM y sus variables | 58 |
| 8.1.2. Conclusiones sobre el progreso comparativo del Primer Estudio de Adopción BIM.... | 62 |
| 8.2. Comentarios y recomendaciones..... | 64 |
| CAPÍTULO 9. BIBLIOGRAFÍA | 66 |
| CAPÍTULO 10. ANEXOS | 69 |
| 10.1. Anexo I – Ubicación espacial de los proyectos participantes | 69 |
| 10.2. Anexo II – Formato de la encuesta..... | 86 |



LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 2.1 Metodología..... | 7 |
| Figura 3.1 Sectores urbanos de Lima Metropolitana y Callao | 9 |
| Figura 3.2 Modelo de la teoría de acción razonada..... | 10 |
| Figura 3.3 Modelo de aceptación tecnológica..... | 11 |
| Figura 3.4 Modelo de la teoría de comportamiento planificado..... | 12 |
| Figura 3.5 Modelo combinado C-TAM-TPB..... | 13 |
| Figura 3.6 Modelo de utilización del PC..... | 14 |
| Figura 3.7 Modelo de la teoría de la difusión de innovaciones..... | 15 |
| Figura 3.8 Modelo de la teoría social cognitiva | 16 |
| Figura 3.9 Modelo UTAUT | 16 |
| Figura 4.1 Modelo UTAUT aplicado a la adopción BIM – marco propuesto..... | 21 |
| Figura 5.1 Distribución de la cantidad de muestras por conglomerado..... | 29 |
| Figura 6.1 Grados de aprobación de la escala de Likert..... | 30 |
| Figura 6.2 Verificación de la existencia del cartel de obra..... | 34 |
| Figura 6.3 Verificación de la licencia de edificación | 35 |
| Figura 6.4 Diagrama de flujo del periodo de recolección de datos | 37 |
| Figura 7.1 Distribución de la muestra por tipos de proyectos | 38 |
| Figura 7.2 Distribución de la profesión de los encuestados | 40 |
| Figura 7.3 Distribución del cargo de los encuestados | 40 |
| Figura 7.4 Distribución de los años de experiencia usando BIM con respecto a los años de experiencia totales del encuestado..... | 42 |
| Figura 7.5 Distribución de la definición de BIM del encuestado | 43 |
| Figura 7.6 Representación visual de los resultados del factor expectativa de rendimiento..... | 47 |
| Figura 7.7 Representación visual de los resultados del factor expectativa de esfuerzo..... | 48 |
| Figura 7.8 Representación visual de los resultados del factor actitud..... | 49 |
| Figura 7.9 Representación visual de los resultados del factor influencia social..... | 50 |
| Figura 7.10 Representación visual de los resultados del factor condiciones facilitadoras | 51 |
| Figura 7.11 Representación visual de los resultados del factor intención de uso de la tecnología BIM | 52 |
| Figura 7.12 Representación visual de los resultados del factor comportamiento de uso de la tecnología BIM | 53 |
| Figura 7.13 Modelo UTAUT aplicado a la adopción BIM – revisado y basado en regresión lineal..... | 57 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 3.1 Distritos pertenecientes a los sectores urbanos de Lima Metropolitana y Callao..... | 9 |
| Tabla 3.2 Variables dependientes e independientes de la UTAUT | 17 |
| Tabla 3.3 Modelos integrados por la UTAUT..... | 18 |
| Tabla 3.4 Relación entre las variables de la UTAUT y de los factores de los modelos que integra | 18 |
| Tabla 3.5 Varianzas explicativas de la aceptación de tecnología por modelo..... | 19 |
| Tabla 4.1 Variables dependientes e independientes del modelo de adopción BIM..... | 22 |
| Tabla 5.1 Número de proyectos totales proyectados para la población..... | 25 |
| Tabla 5.2 Distribución de la cantidad de muestras por sector urbano | 28 |
| Tabla 5.3 Distribución de la cantidad de muestras por sector urbano y por conglomerado | 28 |
| Tabla 6.1 Lista de enunciados para medir el nivel de aceptación BIM..... | 32 |
| Tabla 7.1 Profesiones y cargos de los profesionales de la construcción encuestados | 39 |
| Tabla 7.2 Años de experiencia laboral totales y usando BIM del encuestado..... | 41 |
| Tabla 7.3 Interpretación de los valores del coeficiente alfa de Cronbach | 44 |
| Tabla 7.4 Valores del coeficiente alfa de Cronbach por factores y por el total de resultados | 44 |
| Tabla 7.5 Reglas de decisión de hipótesis para la validez de factores..... | 45 |
| Tabla 7.6 Interpretación de los valores del coeficiente de correlación de Spearman | 45 |
| Tabla 7.7 Matriz de correlación producto-momento de Spearman | 46 |
| Tabla 7.8 Resultados y estadísticos descriptivos de los ítems del factor expectativa de rendimiento...47 | |
| Tabla 7.9 Resultados y estadísticos descriptivos de los ítems del factor expectativa de esfuerzo | 48 |
| Tabla 7.10 Resultados y estadísticos descriptivos de los ítems del factor actitud..... | 49 |
| Tabla 7.11 Resultados y estadísticos descriptivos de los ítems del factor influencia social..... | 50 |
| Tabla 7.12 Resultados y estadísticos descriptivos de los ítems del factor condiciones facilitadoras | 51 |
| Tabla 7.13 Resultados y estadísticos descriptivos de los ítems del factor intención de uso de la tecnología BIM | 52 |
| Tabla 7.14 Resultados y estadísticos descriptivos de los ítems del factor comportamiento de uso de la tecnología BIM | 53 |
| Tabla 7.15 Hipótesis del modelo de adopción BIM..... | 54 |
| Tabla 7.16 Análisis de regresión lineal del factor intención de uso de la tecnología BIM..... | 55 |
| Tabla 7.17 Análisis de regresión lineal del factor comportamiento de uso de la tecnología BIM | 56 |
| Tabla 7.18 Prueba t para las muestras independientes de expectativa de rendimiento y experiencia ... | 57 |
| Tabla 8.1 Resultados de las hipótesis propuestas | 58 |
| Tabla 8.2 Progreso comparativo con respecto al Primer Estudio de Adopción BIM | 64 |

LISTA DE ABREVIACIONES

- ACT = Actitud
- BIM = Modelación de Información para la Construcción (*Building Information Modeling*)
- CAPECO = Cámara Peruana de la Construcción
- CDBB = *Centre for Digital Built Britain*
- CF = Condiciones facilitadoras
- C-TAM-TPB = Modelo combinado TAM-TPB (*Combined TAM and TPB*)
- CUB = Comportamiento de uso de la tecnología BIM
- EE = Expectativa de esfuerzo
- ER = Expectativa de rendimiento
- ICD = Instituto de la Construcción y el Desarrollo
- IDT = Teoría de la difusión de innovaciones (*Innovation Diffussion Theory*)
- IS = Influencia social
- IUB = Intención de uso de la tecnología BIM
- MM = Modelo motivacional (*Motivational Model*)
- MPCU = Modelo de utilización del PC (*Model of Personal Computer Utilization*)
- SCT = Teoría social cognitiva (*Social Cognitive Theory*)
- SEM = Modelo de ecuaciones estructurales (*Structural Equation Modeling*)
- TAM = Modelo de aceptación tecnológica (*Technology Acceptance Model*)
- TIB = Teoría de la conducta humana (*Theory of Interpersonal Behavior*)
- TPB = Teoría del comportamiento planificado (*Theory of Planned Behavior*)
- TRA = Teoría de la acción razonada (*Theory of Reasoned Action*)
- UTAUT = Teoría unificada de aceptación y uso de la tecnología (*Unified theory of Acceptance and Use of Technology*)

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

La Modelación de Información para la Construcción (BIM, por sus siglas en inglés de Building Information Modeling) se ha aplicado en diversas construcciones a lo largo del territorio nacional en estos últimos años. Proyectos de edificaciones, la mayor parte de ellos de gran envergadura, utilizan la tecnología BIM para desarrollar un modelado virtual que permita visualizar las dimensiones del edificio, el cual estará vinculado permanentemente a una base de datos que se actualice en conjunto para todas las especialidades involucradas. De esta manera, la tecnología BIM es útil para solucionar problemas en las diferentes fases del proyecto, como incompatibilidades detectadas durante la fase de diseño y gestión de las instalaciones durante la etapa de operación y mantenimiento, incrementando así la productividad y rentabilidad del proyecto.

1.1. Motivación

La innovación tecnológica ha empezado a tomar lugar en la construcción no solo con recursos tecnológicos como el uso de drones, o en procesos constructivos que incorporan soluciones tecnológicas que maximizan la eficacia del ahorro de agua y energía (Mayer, 2018), sino, también, en el campo del diseño de producción: aplicación de conceptos de Lean Construction y la aplicación de BIM.

BIM es la expresión actual de la digitalización de la industria de la construcción. Existe evidencia de que la adopción de BIM se están acelerando en el contexto peruano; sin embargo, la adopción se observa en nichos de empresas y grupos de profesionales (Murguía et al., 2017). Por lo tanto, la esperada adopción a nivel de industria tiene un largo camino por recorrer. A pesar de que la adopción puede ser motivada por la empresa, la adopción termina últimamente en manos de los profesionales de construcción, que aceptan o rechazan BIM. Debido a esto, se requiere de un profundo entendimiento de la actitud y percepciones del grupo social que adoptará la tecnología. De esta manera, los tomadores de decisiones pueden hacer intervenciones directas en capacitación y entrenamiento para acelerar la adopción de BIM.

1.2. Antecedentes

En el Perú se han realizado estudios acerca del nivel de adopción BIM, como el Primer Estudio de Adopción BIM en proyectos de edificación en Lima y Callao 2017 (Murguía et al., 2017), el cual compiló los resultados de percepciones y nivel de adopción BIM, entre otros factores

obtenidos del uso de BIM de los profesionales de la construcción al cierre del año en el cual el estudio fue realizado. Estos resultados se obtuvieron a través de encuestas hechas a los profesionales en mención, y fueron evaluadas a través de dos tesis de pregrado que se enfocaron en evaluar los factores claves de la adopción de BIM (Collantes, 2018), y en evaluar el nivel de adopción de este (Tapia, 2018). A su vez, el presente estudio es parte del Segundo Estudio de Adopción BIM.

Asimismo, en el extranjero se han realizado estudios acerca del nivel adopción BIM y de la cuantificación de los factores que influyen en su uso. Tal es el caso de los desarrollados anualmente por la asociación Centre for Digital Built Britain (CDBB, por sus siglas en inglés), creada por el gobierno de Gran Bretaña, que busca desarrollar las nuevas tecnologías para mejorar su entorno de la construcción, aumentar la competitividad comercial y la productividad, mejorando así la calidad de vida de toda la población (CDDDB, 2017). El gobierno de Gran Bretaña definió 4 niveles BIM, los cuales ayudan a diferenciar el nivel de adopción BIM usados en proyectos.

- **Nivel 0:** en este nivel, los proyectos usan solo dibujos computarizados en 2D (planos). Además, existe poca colaboración en transferencia de información.
- **Nivel 1:** los proyectos usan tanto dibujos en 2D como en 3D. Asimismo, existe una base de datos común compartida por los desarrolladores.
- **Nivel 2:** los proyectos usan diseños en 3D en un entorno BIM, donde todas las partes del proyecto comparten información a través de una base de datos común, la cual permite realizar compatibilizaciones entre diferentes especialidades y prevenir errores en diseño y construcción.
- **Nivel 3:** a este nivel, los proyectos son completamente colaborativos. Se utiliza un solo diseño 3D BIM en el cual se comparte toda la data del proyecto, la cual es modificada y desarrollada durante la elaboración del proyecto.

1.3. Objetivos

El objetivo principal de esta tesis es evaluar el nivel de aceptación y uso BIM de los profesionales de la construcción a través de sus percepciones individuales sobre BIM.

Asimismo, los objetivos específicos se presentan listados a continuación.

- Revisar la literatura referida a adopción BIM y las percepciones individuales de los usuarios de BIM

- Identificar los principales factores que describan la adopción BIM y desarrollar un cuestionario con los factores seleccionados
- Recolectar la data a analizar a través de las encuestas a profesionales a cargo de la construcción de edificaciones
- Analizar los datos recopilados e identificar los factores más importantes en los profesionales de construcción de edificaciones
- Comparar los resultados con los obtenidos en el Primer Estudio de Adopción BIM presentado por Murguía et al. (2017)

1.4. Preguntas de investigación

- ¿Qué variables influyen positivamente en la intención y frecuencia del uso de la tecnología BIM en los profesionales de la construcción?
- ¿El nivel de adopción BIM en Lima Metropolitana y Callao ha incrementado en los últimos años?

1.5. Organización

El presente trabajo de investigación se compone de nueve capítulos:

- El capítulo 1 es la introducción, donde se describe brevemente el objetivo general y los objetivos específicos. Además, se esquematiza y resume cada capítulo de la tesis.
- El capítulo 2 describe la metodología del trabajo de investigación junto a un resumen gráfico de esta.
- El capítulo 3 incluye la revisión de literatura: publicación de Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO, por su abreviación) de la sectorización de las edificaciones en Lima Metropolitana y Callao, información acerca de la teoría unificada de aceptación y uso de la tecnología (UTAUT, por sus siglas en inglés de The Unified theory of Acceptance and Use of Technology), y otras teorías relevantes.
- El capítulo 4 describe el modelo UTAUT modificado y aplicado a la adopción BIM que permite evaluar los resultados obtenidos a través de métodos estadísticos.
- El capítulo 5 incluye las consideraciones para el diseño muestral utilizado para realizar la toma de encuestas.
- El capítulo 6 incluye las consideraciones para la realización del instrumento de medición, así como su estructura y criterios para identificar la unidad de muestreo.

- El capítulo 7 presenta los resultados de las encuestas junto al análisis de estas a través del modelo modificado basado en la UTAUT desarrollado.
- El capítulo 8 consta de la discusión de los resultados, conclusiones, recomendaciones y comentarios con respecto al modelo de adopción BIM utilizado y al progreso comparativo con respecto a los resultados presentados en el Primer Estudio de Adopción BIM por Murguía et al. en el 2017.
- El capítulo 9 incluye la bibliografía utilizada para el presente proyecto.
- El capítulo 10 incluye, finalmente, los anexos: la ubicación espacial de los proyectos civiles que participaron en el presente estudio y el formato de la encuesta desarrollada.



CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

La presente tesis está conformada por siete etapas, las cuales se presentan a continuación, y se representan gráficamente en la Figura 2.1.

I. Revisión de literatura

Se revisaron las más recientes publicaciones de CAPECO correspondientes al 23°, 24° y 25° estudio de “El Mercado de Edificaciones Urbanas en Lima Metropolitana y el Callao” (2018, 2019 y 2020, respectivamente).

Asimismo, se revisaron publicaciones de estudios previos acerca de la adopción BIM en el extranjero, como es el caso del estudio realizado en el Reino Unido llamado Addressing individual perceptions: An application of the Unified theory of acceptance and use of technology to Building information Modelling (Howard, Retrepo & Chang, 2017), el cual utilizó un modelo de aceptación tecnológica basado en el modelo UTAUT para entender las percepciones individuales de los profesionales que tienen con respecto a trabajar con BIM. Este modelo modificado sirvió como influencia para el desarrollo del modelo usado y descrito en la siguiente etapa.

II. Elaboración del marco conceptual

Se utilizó un modelo UTAUT adaptado que permita explicar la intención de los profesionales de la construcción para utilizar la tecnología BIM. Este modelo adaptado simplifica el modelo UTAUT añadiendo la variable independiente actitud (hacia la tecnología BIM), la cual afecta al comportamiento del uso BIM.

III. Diseño muestral

Se utilizó la sectorización de CAPECO de la ubicación de proyectos de edificación, y los datos del total de obras que presentan para Lima Metropolitana y Callao al 2020, a fin de obtener la población de estudio. Esta se utilizó para determinar el tamaño de la muestra y distribuirla de manera aleatoriamente a través de dos etapas. Primero, se repartió el total de la muestra de manera proporcional al porcentaje que representa la población de cada sector urbano con respecto al total de la población. Posteriormente, se repartió el total de la muestra por sector de manera equitativa entre algunos conglomerados pertenecientes a los sectores urbano de manera aleatoria.

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizó el tamaño muestral resultante al utilizar un nivel de confianza del 95%, una precisión o error admisible del 6%, y una probabilidad de éxito que caracteriza a la muestra del 24.5%. Esta probabilidad de éxito se extrajo del Primer Estudio de Adopción BIM (Murguía et al., 2017), siendo el valor del nivel de adopción BIM en edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y Callao en el año 2017.

IV. Diseño del instrumento de investigación

Se elaboró la encuesta con enunciados que permitan identificar el estado actual del nivel de adopción BIM y las percepciones de los profesionales de la construcción al respecto. La elaboración de los enunciados se realizó en base a las variables del modelo UTAUT modificado y aplicado a la adopción BIM.

V. Recolección de datos

Se realizó con visitas a obra, en donde la encuesta fue respondida por un responsable directo de la construcción: gerente de proyecto o ingeniero residente, o un encargado directo inmediato (asistente de residente) en caso de la falta de presencia de los dos primeros. La ubicación de la toma de la encuesta y el usuario que responda a esta garantizó la fiabilidad y confiabilidad de la muestra. Alternativamente, y en menor medida, se realizaron encuestas virtuales.

VI. Análisis de datos

Se recopilaron, limpiaron y agruparon los resultados de las encuestas, a fin de realizar el análisis cuantitativo de los datos que permitió identificar los factores más importantes en los profesionales de la construcción sobre su aceptación y uso de BIM. Se denominaron factores al conjunto de los valores obtenidos por los enunciados de cada variable utilizada. Asimismo, se verificó la fiabilidad de los datos a través de la estimación de la consistencia interna de los resultados por medio del coeficiente alfa de Cronbach para cada factor. Posteriormente, se utilizó la estrategia de validez de constructos (o validez de factores) por medio de la matriz de correlaciones producto-momento, a fin de determinar la confiabilidad de los resultados a través de la relación entre los factores. Finalmente, se analizaron los datos con estadística descriptiva e inferencial. Todos los cálculos estadísticos se realizaron con los softwares SPSS y Excel.

VII. Conclusiones y recomendaciones

Se analizaron y discutieron las percepciones de aceptación y uso de la tecnología BIM según las variables descritas en el modelo UTAUT modificado y aplicado a la adopción BIM. Además, se compararon los resultados de progreso con respecto al Primer Estudio de Adopción BIM, realizado el 2017 por el Murguía et al.

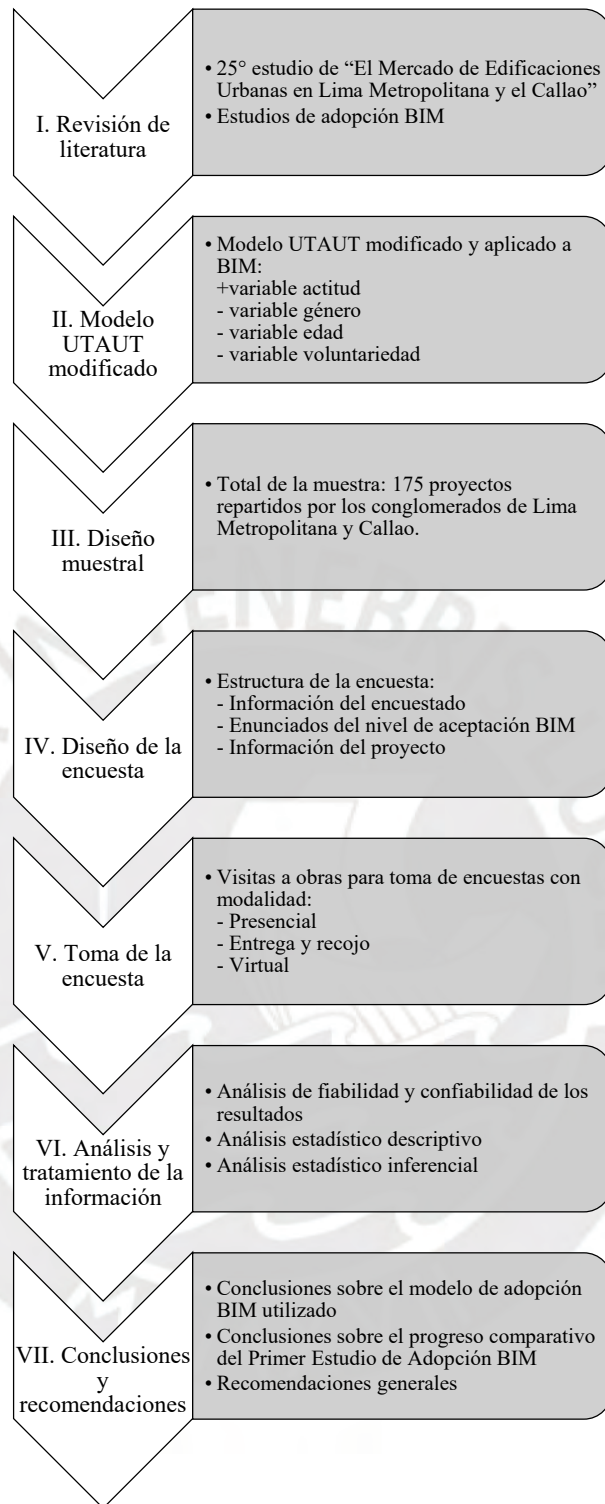


Figura 2.1 Metodología

CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO

3.1. Actividad edificadora en Lima Metropolitana y Callao

El estado general de la actividad edificadora se presenta y actualiza anualmente en la publicación “El mercado de Edificaciones Urbanas en Lima Metropolitana y el Callao”, cuyo 25° estudio es el correspondiente al año 2020, y es presentado por CAPECO a través de su organismo básico: el Instituto de la Construcción y el Desarrollo (ICD, por su abreviación). Este estudio tiene como finalidad brindar información para orientar las inversiones de empresas en construcción de edificios, así como adecuar los requerimientos de los demandantes de viviendas. Esto se realiza a través de datos estadísticos de la situación y comportamiento de la actividad edificadora, así como el comportamiento de la demanda de vivienda según los niveles socioeconómicos del área de estudio. De esta manera, la consulta de esta publicación es fuente necesaria para interesados afines a proyectos de construcción de edificaciones.

3.1.1. Terminología

A continuación, se describe los términos utilizados para definir los conceptos de la actividad edificadora en el periodo de recolección de información del año 2020.

- **Actividad edificadora:** suma total de áreas que comprenden las edificaciones en proceso de construcción con autorización respectiva.
- **Proceso de construcción:** periodo de construcción de una edificación comprendido entre la fase de movimiento de tierras y la entrega del proyecto.
- **Edificaciones comercializables:** conjunto de edificaciones en proceso de construcción o culminadas que tienen el propósito de ofrecerse en el mercado inmobiliario.
- **Edificaciones no comercializables:** conjunto de edificaciones paralizadas o culminadas que tienen la finalidad de uso propio o puesta en renta.
- **Oferta inmediata:** número de edificaciones, o el área total de estas, en proceso de construcción o culminadas que están a la venta.
- **Oferta futura:** número de edificaciones, o el área total de estas, en proceso de construcción que serán puestas en venta.

3.1.2. Sectorización

Lima Metropolitana y Callao se subdivide en 7 sectores urbanos: Lima Top, Lima Moderna, Lima Centro, Lima Este Lima Norte, Lima Sur y Callao (CAPECO, 2020). Estos sectores concentran los 43 distritos pertenecientes a Lima Metropolitana y los 7 distritos pertenecientes a Callao, divididos según el precio por m² de los inmuebles en sus respectivas áreas.

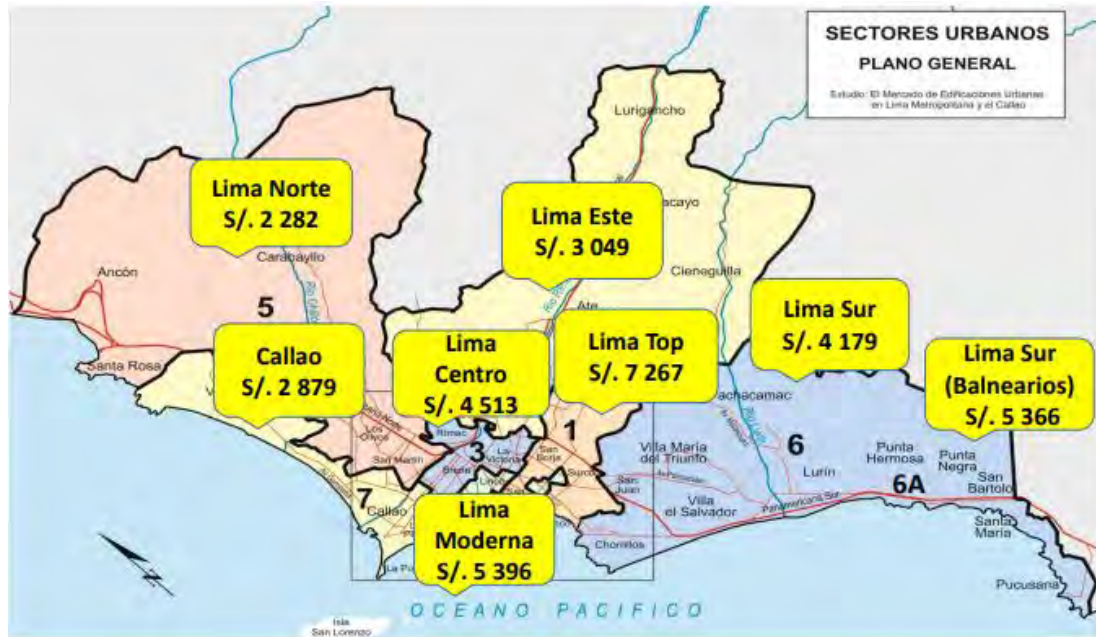


Figura 3.1 Sectores urbanos de Lima Metropolitana y Callao
 Fuente: CAPECO (2018) Mercado de Edificaciones Urbanas en Lima Metropolitana
 Recuperado de: www.pucp.edu.pe/nHUMbP

Acorde a lo mostrado en la Figura 3.1, los distritos pertenecientes a los siete sectores urbanos se presentan en la Tabla 3.1, en la cual se presenta, a su vez, los sectores urbanos en forma descendente de acuerdo a sus precios por m² de inmuebles y a su ubicación.

Tabla 3.1
Distritos pertenecientes a los sectores urbanos de Lima Metropolitana y Callao

| Sector urbano | Distritos |
|---------------|--|
| Lima Top | Miraflores, San Isidro, La Molina, Santiago de Surco, San Borja y Barranco |
| Lima Moderna | Jesús María, Lince, Magdalena del Mar, Pueblo Libre, San Miguel y Surquillo |
| Lima Centro | Cercado de Lima, Breña, La Victoria, Rímac y San Luis |
| Lima Este | Ate, Cieneguilla, Chaclacayo, Lurigancho, Santa Anita, El Agustino y San Juan de Lurigancho |
| Lima Norte | Carabayllo, Comas, Independencia, Los Olivos, Puente Piedra, San Martín de Porres, Ancón y Santa Rosa |
| Lima Sur | Chorrillos, Lurín, Pachacámac, San Juan de Miraflores, Villa el Salvador, Villa María del Triunfo, Pucusana, Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo y Santa María del Mar |

| Sector urbano | Distritos |
|---------------|--|
| Callao | Bellavista, Callao, Carmen de La Legua-Reynoso, La Perla, La Punta, Mi Perú y Ventanilla |

Nota. Fuente: Adaptado de CAPECO (2020)

La presente tesis se apoyó en esta sectorización para subdividir la cantidad de proyectos de edificación en cada uno de los sectores urbanos. Esto es descrito en el CAPÍTULO 5.

3.2. Modelos de aceptación de tecnología

Debido a la variada interacción entre la tecnología y sus usuarios, la investigación de la adopción y aceptación de la tecnología ha sido estudiada a través de diferentes modelos emergentes de la psicología y sociología que estudian la conducta humana, y que han sido adoptados a fin de predecir el uso de la tecnología.

Teoría de la acción razonada (TRA)

La teoría de la acción razonada (TRA, por sus siglas en inglés de Theory of Reasoned Action) fue propuesta por Fishbein y Aizen (1975, 1980), y pretende predecir la conducta humana ante el uso de una tecnología como, por ejemplo, para el caso del estudio de avances tecnológicos en herramientas de agricultura (Tornatzky & Klein, 1982). Para ello, se considera a la intención de uso como el mayor predictor para la conducta de uso, donde la intención está determinada, a su vez, por un factor personal (la actitud propia de la persona) y por un factor de influencia social (norma subjetiva) (Fishbein & Aizen, 1975).

La actitud personal del individuo se refiere a las creencias de este para tomar decisiones racionales dado una base de experiencia disponible, mientras que la norma subjetiva hace referencia a la percepción que tiene el individuo de un grupo de personas importantes para él, y de lo que estas piensan con respecto a si debe realizar o no una determinada conducta. A manera de síntesis, en la Figura 3.2 se presenta la esquematización del presente modelo.

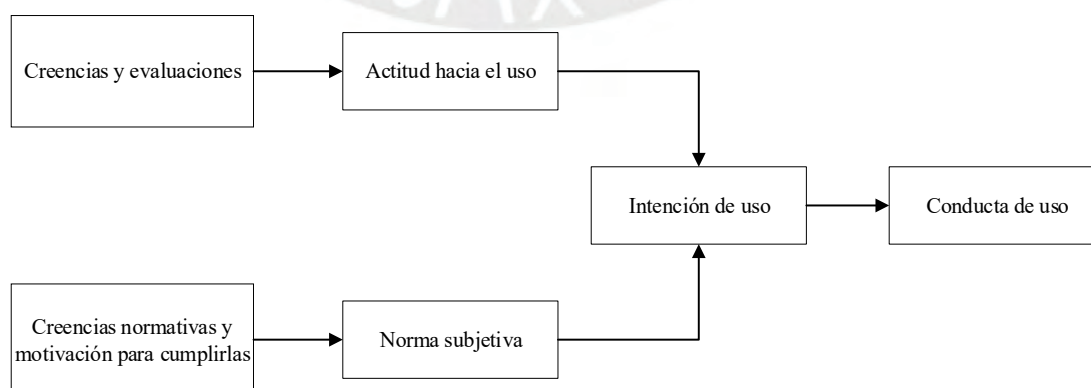


Figura 3.2 Modelo de la teoría de acción razonada

Fuente: Adaptado de Fishbein y Ajzen (1975)

Modelo de aceptación tecnológica (TAM)

El modelo de aceptación tecnológica (TAM, por sus siglas en inglés de Technology Acceptance Model) fue propuesto y desarrollado por Fred Davis (1985) con la finalidad de evaluar el mercado potencial existente de nuevas tecnologías. Este modelo considera que las variaciones externas afectan a los dos principales factores que afectan la actitud y la intención hacia el uso de la tecnología. Venkatesh y Davis (2000) extendieron el TAM en el modelo denominado TAM2, en el que se adicionó a la norma subjetiva como predictor del uso de la tecnología.

El primer factor de la TAM fue denominado utilidad percibida, el cual hace referencia a las creencias de un individuo de cómo una tecnología mejorará su desempeño en una tarea específica, y afecta tanto a la actitud hacia el uso como la intención de uso de tecnología, mientras que el segundo factor, facilidad de uso percibida, trata acerca de la cantidad de esfuerzo que un individuo cree tener que realizar para el uso de la tecnología, y afecta a la utilidad percibida y actitud hacia el uso de la tecnología.

De esta manera, la utilidad percibida representa el componente cognitivo de la intención de conducta, mientras que la facilidad de uso percibida representa la componente afectiva (Davis et al., 1989). A manera de síntesis, en la Figura 3.3 se presenta la esquematización del modelo de aceptación tecnológica.

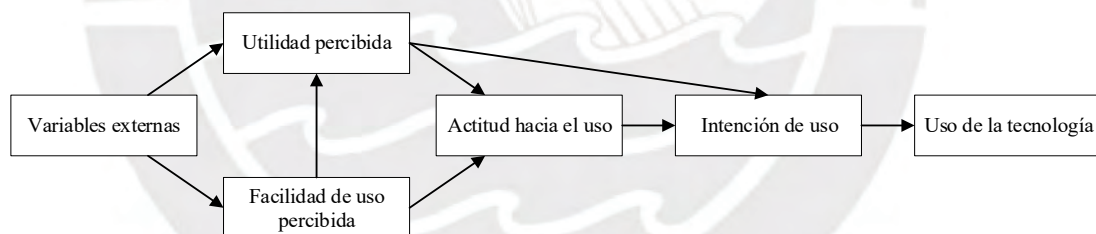


Figura 3.3 Modelo de aceptación tecnológica
Fuente: Adaptado de Davis, Bagozzi y Warshaw (1989)

Modelo motivacional (MM)

El modelo motivacional (MM, por sus siglas en inglés de Motivational Model) fue desarrollado por Vallerand (1997) y aplicado al entendimiento de la adopción y uso de nuevas tecnologías por Davis et al. (1992). Para ello, Davis et al. delimitaron dos variables del modelo MM relacionadas a procesos de cambio sociales (motivación extrínseca) e individuales (motivación intrínseca), ambas consideradas como predictoras de la intención de conducta de los usuarios (Venkatesh et al., 2003).

Las perspectivas motivacionales extrínsecas están relacionadas con lograr resultados valiosos distintos de la actividad en sí (e.g., remuneraciones por un mejor desempeño laboral) (Davis

et al., 1992), mientras que las perspectivas motivacionales intrínsecas tratan acerca de la satisfacción propia de realizar una actividad per se.

Teoría del comportamiento planificado (TPB)

La teoría del comportamiento planificado (TPB, por sus siglas en inglés de Theory of Planned Behavior) fue desarrollada por Icek Ajzen (1991) en base al modelo de la TRA, con la finalidad de desarrollarla para explicar la aceptación tecnológica.

Como predictoras de la intención de uso de la tecnología se encuentran las creencias que posea un individuo con respecto a las consecuencias de una conducta (actitud hacia el uso), las creencias acerca de las expectativas de otras personas importantes para el individuo acerca de lo que es o no correcto (norma subjetiva), y la facilidad o dificultad percibida de realizar un comportamiento (control percibido) (Ajzen, 1991). Esta última variable no fue añadida a la TRA, a diferencia de las demás que sí fueron adaptadas a ese modelo; asimismo, esta variable también afecta directamente a la conducta de uso de tecnología. En la Figura 3.4 se esquematiza el modelo de la TPB.

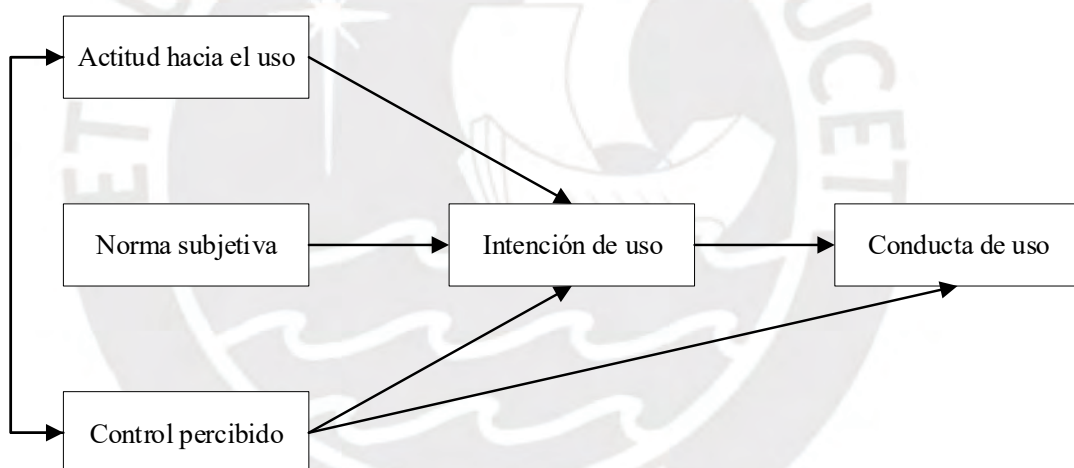


Figura 3.4 Modelo de la teoría de comportamiento planificado
Fuente: Adaptado de Ajzen (1991)

Modelo combinado TAM-TPB (C-TAM-TPB)

Taylor y Todd (1995a) sostuvieron que la TAM no incluyó factores necesarios que afectan al comportamiento de uso tecnologías como lo son considerar a la sociedad (norma subjetiva) y el control percibido. Estos dos factores se presentan como predictores de uso de la tecnología en la TPB, por lo que, continuando con la intención de explicar la aceptación tecnológica, Taylor y Todd (1995b) desarrollaron un modelo que combina los factores predictivos de los modelos TAM y TPB (C-TAM-TPB).

El híbrido C-TAM-TPB posee los factores facilidad de uso percibida, utilidad percibida, actitud hacia el uso, norma subjetiva y control percibido. Estos se encuentran descritos en las secciones de sus modelos correspondientes. Asimismo, se presenta una esquematización del modelo combinado C-TAM-TPB en la Figura 3.5.

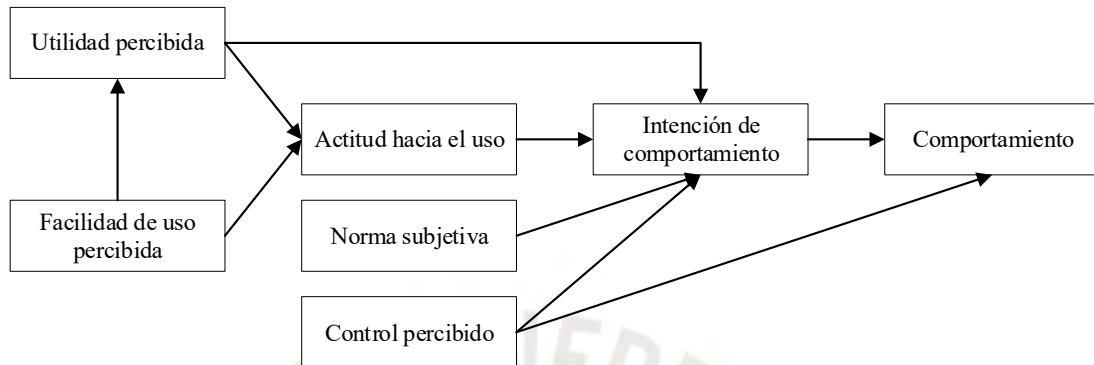


Figura 3.5 Modelo combinado C-TAM-TPB
Fuente: Adaptado de Taylor y Todd (1995b)

Modelo de utilización del PC (MPCU)

El modelo de utilización del PC (MPCU, por sus siglas en inglés de Model of Personal Computer Utilization) está basado en la Teoría de la conducta humana (TIB, por sus siglas en inglés de Theory of Interpersonal Behavior) desarrollada por Triandis (1977). Este modelo se adecuó al área de los sistemas de información y uso del PC por Thompson et al. (1991), y posee seis factores en total. Entre estos factores se encuentran la medida en la que el individuo cree que el uso de la tecnología puede mejorar su trabajo (ajuste laboral), la complejidad que requerirá el uso de la tecnología (complejidad de uso), consecuencias a largo plazo, sentimiento hacia el uso (e.g., alegría o rechazo), y condiciones facilitadoras para el uso de la tecnología (e.g., soporte técnico para usuarios de PC).

De esta manera, la experiencia propia del individuo en la utilización de la PC afecta estos factores, y todos estos, a su vez, el uso del PC. En la Figura 3.6 se presentan la esquematización del MPCU.

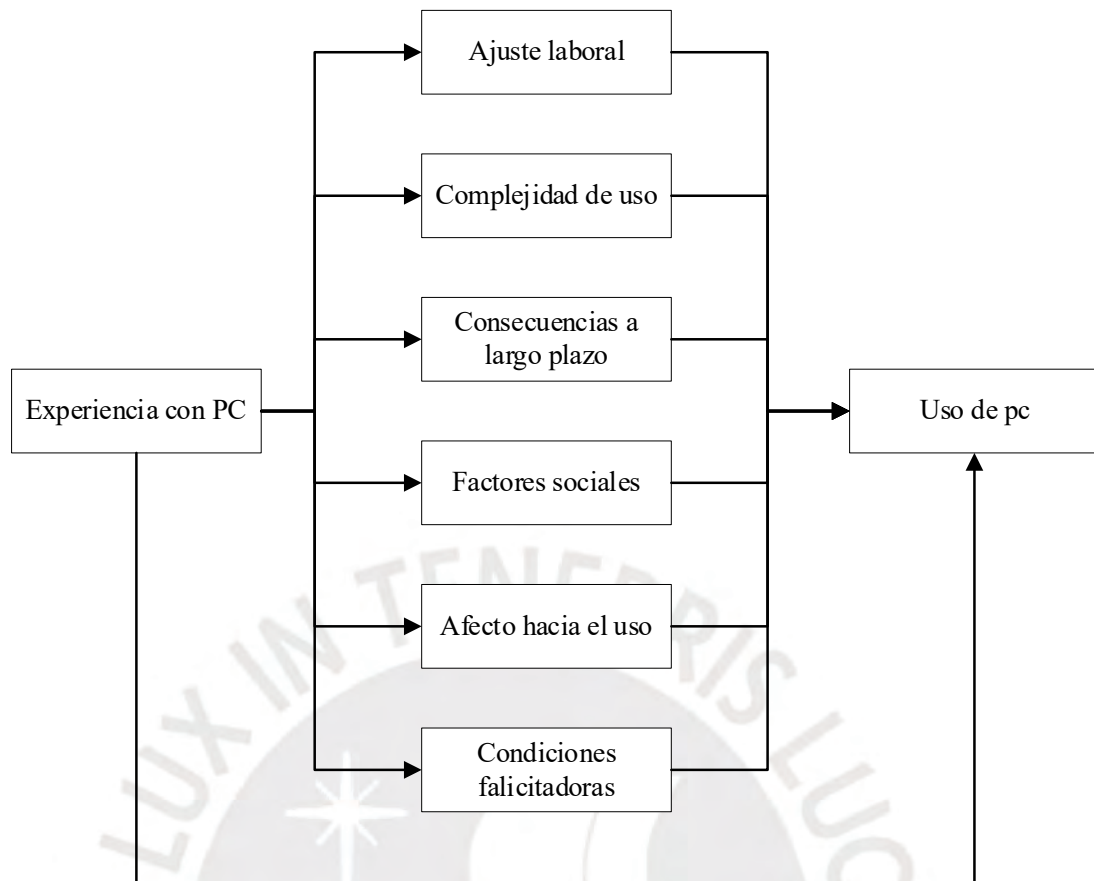


Figura 3.6 Modelo de utilización del PC
 Fuente: Adaptado de Thompson et al. (1991)

Teoría de la difusión de innovaciones (IDT)

La teoría de la difusión de innovaciones (IDT, por sus siglas en inglés de Innovation Diffusion Theory) fue desarrollada por Rogers (1962) en el área de la sociología. Desde entonces, se ha aplicado para desarrollar diferentes la aceptación de diferentes innovaciones (e.g., herramientas para agricultura) (Tronatzky & Klein, 1982).

Posteriormente, la IDT se adaptó por Moore y Benbasat (1991) para estudiar la aceptación de tecnologías, para la cual se necesitó refinar los factores, los cuales se presentan en la esquematización del modelo en la Figura 3.7. Entre estos se encuentran la percepción individual de qué tan mejor es una innovación con respecto a su precursora (ventaja relativa), facilidad de uso, la medida en la que el uso de la innovación mejora la imagen propia (imagen), la medida en la que se puede ver a otros usando la innovación (observabilidad), la medida en la que se considera a la innovación consistente con las experiencias y necesidades de los usuarios (compatibilidad), la demostración de resultados, y el grado en que la innovación es percibida por los usuarios como de uso voluntario (voluntariedad).

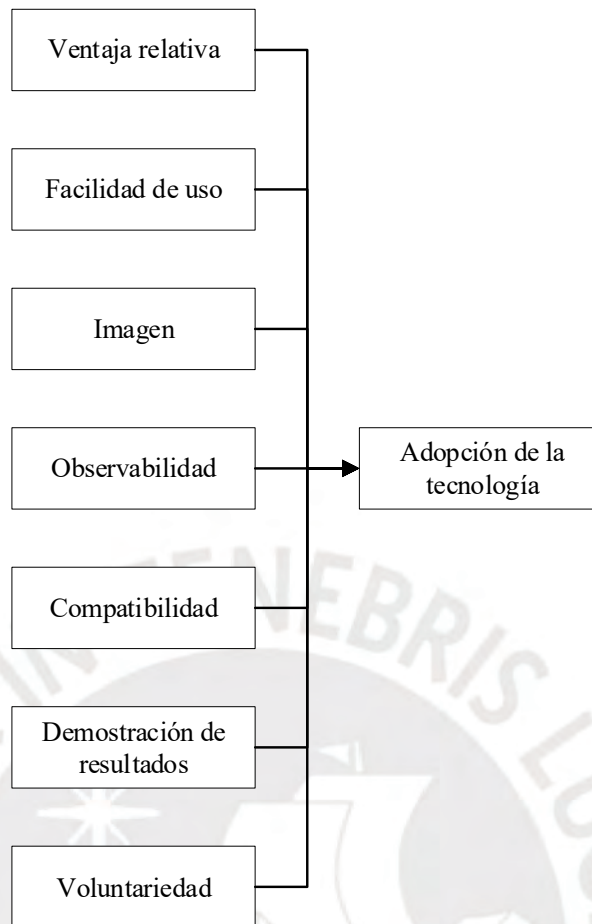


Figura 3.7 Modelo de la teoría de la difusión de innovaciones
Fuente: Adaptado de Moore y Benbasat (1991)

Teoría social cognitiva (SCT)

La teoría social cognitiva (SCT, por sus siglas en inglés de Social Cognitive Theory) fue desarrollada por Albert Bandura (1986), con la finalidad de describir y predecir el comportamiento humano. Este modelo fue ampliado por Compeau y Higgins (1995) para predecir el uso de una tecnología en particular: el PC.

Entre sus factores se tiene las expectativas de resultados del rendimiento, expectativas de resultados personales, el juicio de la habilidad propia para desarrollar un trabajo en el PC (autoeficacia), el gusto personal de una tecnología (e.g., afecto hacia el PC), y la ansiedad producida al realizar una tarea. Esto se presenta en la esquematización del modelo en la Figura 3.8.

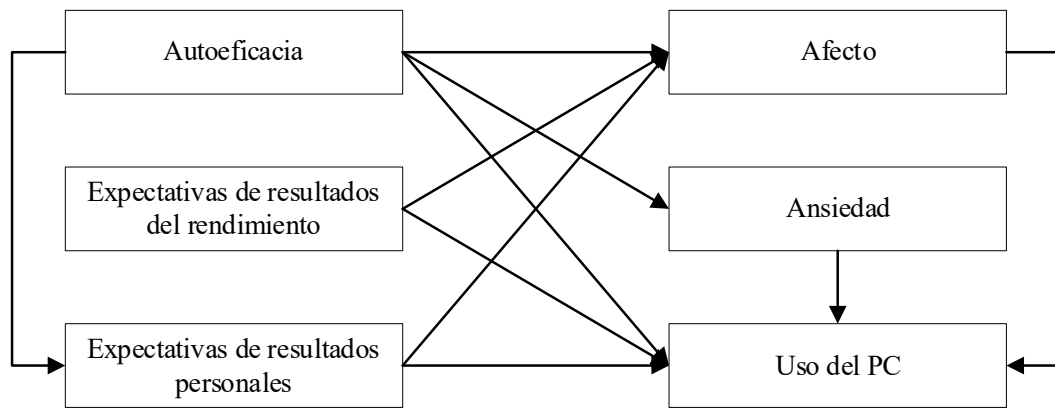


Figura 3.8 Modelo de la teoría social cognitiva
Fuente: Adaptado de Compeau y Higgins (1995)

3.3. Teoría unificada de aceptación y uso de la tecnología (UTAUT)

La teoría unificada de aceptación y uso de la tecnología (UTAUT, por sus siglas en inglés de Unified Theory of Acceptance and Use of Technology) es un modelo de aceptación de tecnología creado por Venkatesh et al. (2003), cuyo objetivo es predecir la intención y comportamiento de uso de la tecnología (Venkatesh et al., 2003). Para la predicción de estas dos variables dependientes, este modelo se apoya en cuatro variables moderadoras: género, edad, experiencia y voluntariedad. A su vez, se apoya en cuatro variables independientes: expectativa de rendimiento, expectativa de esfuerzo, influencia social y condiciones facilitadoras. Esto se representa gráficamente en la Figura 3.9.

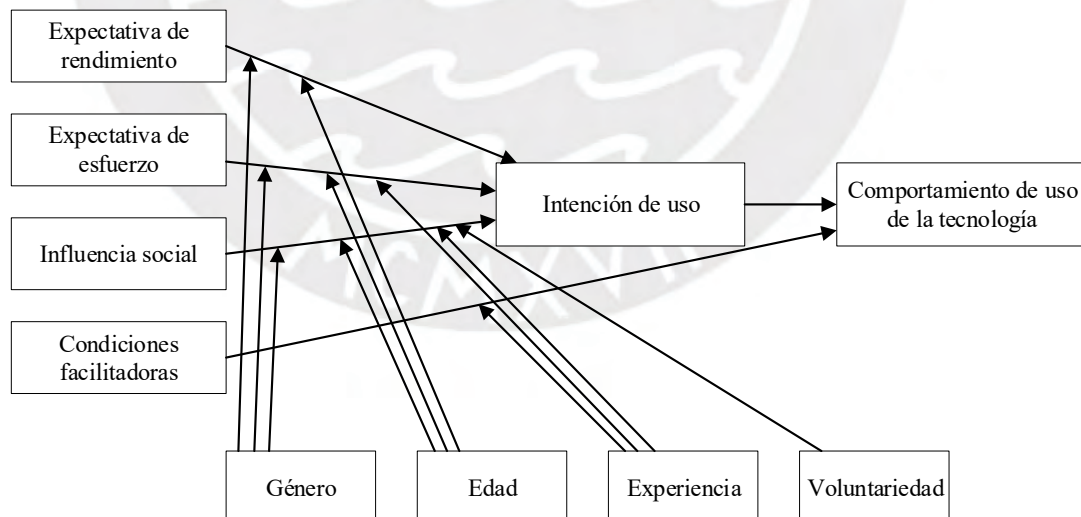


Figura 3.9 Modelo UTAUT
Fuente: Adaptado de Venkatesh et al. (2003)

De esta manera, el modelo UTAUT ha sido aplicado en diversos estudios de aceptación de tecnología, tales como la jugabilidad de juegos online a través de teléfonos móviles (Chen et al., 2011), explicar las intenciones de uso de un sistema de planificación de recursos

empresariales (Tong et al., 2011), y ayudar al entendimiento de los factores que determinan la aceptación de la población ante los servicios digitales brindados por el gobierno (AlAwadhi y Morris, 2008).

3.3.1. Variables de la UTAUT

En la Tabla 3.2 se presenta la definición de las variables dependientes e independientes de la UTAUT mencionadas en la subsección más atrás.

Tabla 3.2
Variables dependientes e independientes de la UTAUT

| Variables | Definición |
|--|--|
| <u>Variables dependientes</u> | |
| Intención de uso | Se define como la intención de usuario para hacer uso de una tecnología (Howard et al., 2017) |
| Comportamiento de uso de la tecnología | Esta variable mide el grado de intervención de un usuario con la tecnología (Howard et al., 2017) |
| <u>Variables independientes</u> | |
| Expectativa de rendimiento | Se define como el grado en el que el usuario de una tecnología cree que el uso de un sistema le generará beneficios en su desempeño laboral (Venkatesh, 2003). |
| Expectativa de esfuerzo | Se define como el grado de facilidad que asocia un usuario al uso de un sistema (Venkatesh, 2003). |
| Influencia social | Se define como el grado en el usuario percibe que personas importantes para él creen que él debería usar el nuevo sistema (Venkatesh, 2003). |
| Condiciones facilitadoras | Se definen como el grado en que el usuario cree que existe una infraestructura técnica y organizada a fin de apoyar con el uso del sistema (Venkatesh, 2003). |

3.3.2. Modelos de aceptación de tecnología integrados por la UTAUT

El desarrollo del modelo UTAUT fue influenciado fuertemente por el modelo de aceptación tecnológica (TAM, por sus siglas en inglés de Technological Acceptance Model), además de los otros siete modelos desarrollados previamente. En general, Venkatesh et al. (2003) refinan e integran los conceptos de ocho métodos de aceptación de tecnología en uno solo, consiguiendo que su modelo sea una base sólida para evaluar la difusión tecnológica (Howard et al., 2017).

Estos modelos se presentan en la Tabla 3.3 con sus respectivos autores, así como los responsables de la adaptación de estos modelos a la aceptación de tecnologías.

Tabla 3.3
Modelos integrados por la UTAUT

| Modelo | Autor | Adaptación a la aceptación de tecnologías |
|---|--|--|
| Teoría de la acción razonada (TRA) | Ajzen y Fishbein (1980); Fishbein y Ajzen (1975) | Davis, Bagozzi y Warshaw (1989) |
| Modelo de aceptación tecnológica (TAM) | Davis (1985); Davis et al. (1989) | Venkatesh y Davis (2000) |
| Modelo motivacional (MM) | Vallerand (1997) | Davis, Bagozzi y Warshaw (1992) |
| Teoría del comportamiento planificado (TPB) | Ajzen (1991) | Harrison, Mykytyn y Riemenschneider (1997); Mathieson (1991) |
| Modelo combinado TAM-TPB (C-TAM-TPB) | Taylor y Todd (1995b) | Taylor y Todd (1995b) |
| Modelo de utilización del PC (MPCU) | Triandis (1977) | Thompson, Higgins y Howell (1991) |
| Teoría de la difusión de innovaciones (IDT) | Rogers (1962) | Moore y Benbasat (1991) |
| Teoría social cognitiva (SCT) | Bandura (1986) | Compeau y Higgins (1995) |

Nota. Fuente: Adaptado de Venkatesh et al. (2003)

Asimismo, se evidencia la influencia de estos ocho modelos sobre el modelo UTAUT en la Tabla 3.4, donde se relacionan las variables independientes del modelo UTAUT con los factores de los ocho modelos mencionados.

Tabla 3.4
Relación entre las variables de la UTAUT y de los factores de los modelos que integra

| Variable independiente UTAUT | Factores | Modelos |
|------------------------------|--|------------------|
| Expectativa de rendimiento | Utilidad percibida | C-TAM-TPB TAM |
| | Motivación intrínseca | MM |
| | Ajuste laboral | MPCU |
| | Ventaja relativa | IDT |
| | Expectativa de resultados del rendimiento y personales | SCT |
| Expectativa de esfuerzo | Facilidad de uso percibida | TAM |
| | Complejidad de uso | MPCU |
| | Facilidad de uso | IDT |
| Influencia social | Norma subjetiva | TRA TPB |
| | | C-TAM-TPB |
| | Factores sociales | MPCU |
| | Imagen | IDT |
| Condiciones facilitadoras | Control percibido | TPB |
| | Condiciones facilitadoras | MPCU |
| | Compatibilidad | IDT |

Nota. Fuente: Adaptado de Venkatesh et al. (2003)

3.3.3. Comparación empírica de los modelos de aceptación tecnológica integrados por la UTAUT

Un punto desarrollado por Venkatesh et al. (2013) fue la comparación empírica de los ocho modelos de adopción de tecnologías que se integraron por la UTAUT a través de un estudio realizado por cuatro organizaciones. Este estudio se realizó hacia individuos que se introducían a una nueva tecnología en su empresa a fin de predecir la intención de uso y hallar la varianza explicada (R^2) generada para cada modelo. Para ello, se tomó un cuestionario en tres momentos diferentes de la aplicación de la tecnología: post-entrenamiento, un mes posterior a su implementación, y tres meses posteriores a su implementación (Venkatesh et al., 2013).

En la Tabla 3.5 se resumen las características obtenidas de la data por cada modelo, cuyas valideces predictoras presentaron varianzas explicadas entre 36% (correspondiente a TRA) hasta 53% (correspondiente a TAM).

Tabla 3.5
Varianzas explicativas de la aceptación de tecnología por modelo

| Modelo | Varianza explicada (R^2) |
|---|------------------------------|
| Teoría de la acción razonada (TRA) | .36 |
| Modelo de aceptación tecnológica (TAM) | .53 |
| Modelo motivacional (MM) | .38 |
| Teoría del comportamiento planificado (TPB) | .36 |
| Modelo combinado TAM-TPB (C-TAM-TPB) | .39 |
| Modelo de utilización del PC (MPCU) | .47 |
| Teoría de la difusión de innovaciones (IDT) | .40 |
| Teoría social cognitiva (SCT) | .36 |
| Teoría unificada de aceptación y uso de la tecnología (UTAUT) | .69 |

Nota. Se incluyó a los moderadores en el cálculo de las varianzas explicadas. Fuente: Adaptado de Venkatesh et al. (2003)

Cabe mencionar que en el estudio en mención se emplearon los datos para hallar la varianza para el modelo UTAUT, la cual fue igual a 69%, lo que confirma su superioridad en su poder explicativo (Venkatesh et al., 2003) con respecto a los demás modelos. Por este motivo, se seleccionó a UTAUT como el modelo base para el desarrollo de modelo de adopción BIM utilizado en la presente investigación.

CAPÍTULO 4. MODELO UTAUT MODIFICADO Y APLICADO A LA ADOPCIÓN BIM

4.1. Estructuración del modelo

El modelo UTAUT modificado y aplicado a la adopción BIM (en adelante, modelo de adopción BIM) está fuertemente influenciado por el modelo UTAUT aplicado a BIM desarrollado por Howard et al. (2017), principalmente por la inclusión de la variable independiente actitud al modelo, y por la consideración de la influencia de la variable experiencia en la relación entre la expectativa de rendimiento e intención de uso de la tecnología.

El modelo de adopción BIM posee un total de ocho variables. Las variables independientes son las mismas que las variables del modelo UTAUT (expectativa de rendimiento, expectativa de esfuerzo, influencia social y condiciones facilitadoras), más una variable independiente añadida: actitud. Asimismo, las dos variables dependientes se mantienen del modelo UTAUT y se refieren al uso de la tecnología BIM. La primera de estas, intención de uso de la tecnología BIM, tiene como factores predictivos a las variables independientes actitud, expectativa de rendimiento, expectativa de esfuerzo e influencia social, mientras que la segunda variable dependiente, comportamiento de uso de la tecnología BIM, tiene como factores predictivos a las variables independientes actitud y condiciones facilitadoras, además de la variable intención de uso de la tecnología BIM anteriormente descrita.

Asimismo, tres de las cuatro variables moderadoras del modelo UTAUT (género, edad y voluntariedad) fueron removidas. En el caso de la variable género, esta fue removida debido a que, en la aplicación de la tecnología (como lo es BIM), no existen limitaciones ni se ejerce alguna influencia debido al género del usuario. Por otro lado, en el caso de la variable edad, esta se eliminó debido a que la variable experiencia incluye, entre otros atributos, las cualidades que la variable edad incluiría (Howard et al., 2017) (e.g., un usuario de mayor experiencia se relaciona con mayor edad) en el ámbito de la adopción BIM. La variable voluntariedad fue descartada dado que, al año 2021, aún no existe un mandato obligatorio de la aplicación de BIM por parte de clientes o del Estado en el contexto peruano

De esta manera, se desarrollan las ocho hipótesis para el modelo de adopción BIM, y se presenta la esquematización del modelo en la Figura 4.1.

- **Hipótesis 1:** la variable actitud tendrá una influencia positiva sobre la intención de uso de la tecnología BIM.
- **Hipótesis 2:** la variable expectativa de rendimiento tendrá una influencia positiva sobre la intención de uso de la tecnología BIM.
- **Hipótesis 3:** la variable expectativa de esfuerzo tendrá una influencia positiva sobre la intención de uso de la tecnología BIM.
- **Hipótesis 4:** la variable influencia social tendrá una influencia positiva sobre la intención de uso de la tecnología BIM.
- **Hipótesis 5:** la variable actitud tendrá una influencia positiva sobre el comportamiento de uso de la tecnología BIM.
- **Hipótesis 6:** la variable condiciones facilitadoras tendrá una influencia positiva sobre el comportamiento de uso de la tecnología BIM.
- **Hipótesis 7:** la variable intención de uso de la tecnología BIM tendrá una influencia positiva sobre el comportamiento de uso de la tecnología BIM.
- **Hipótesis 8:** la variable experiencia tendrá una influencia positiva sobre la relación entre las variables expectativa de rendimiento e intención de uso de la tecnología BIM.

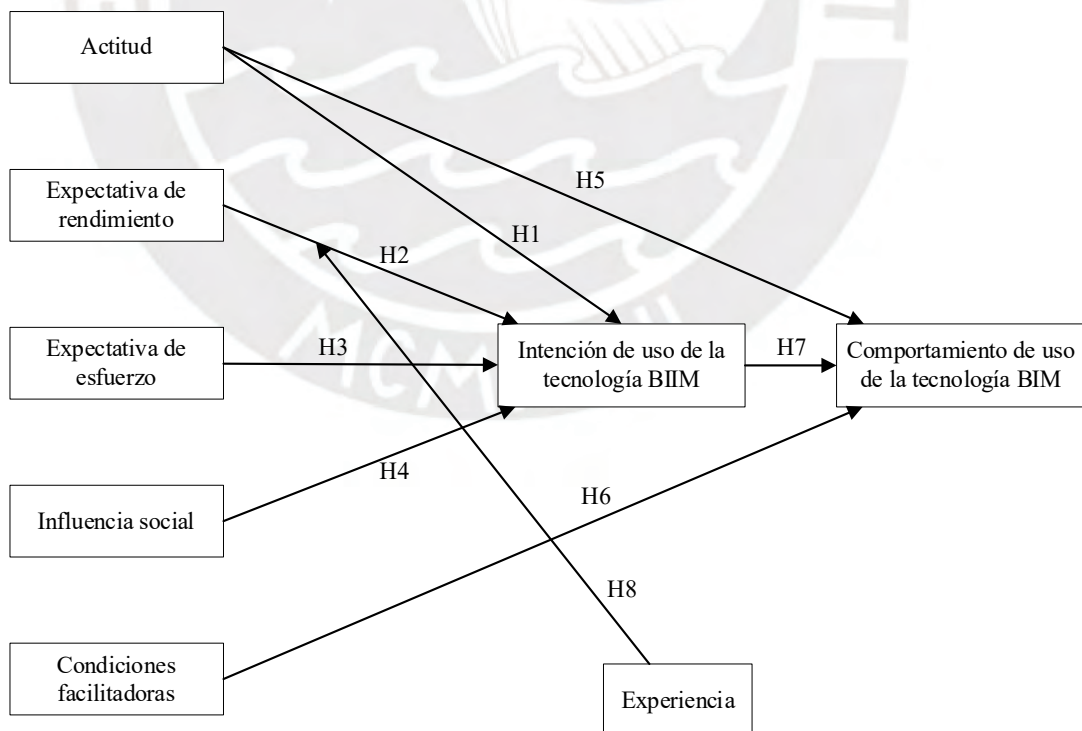


Figura 4.1 Modelo UTAUT aplicado a la adopción BIM – marco propuesto
Fuente: Adaptado de Howard et al. (2017)

La definición de las variables a considerar es análoga a la presentada en la Tabla 3.2 debido a la similitud de estas con las variables de la UTAUT. Sin embargo, la tecnología y el usuario mencionados en la UTAUT se concretizan en la tecnología BIM y el profesional de la construcción, respectivamente, para el presente modelo. Asimismo, debido a la adición de la variable independiente actitud al modelo de adopción BIM, en la Tabla 4.1 se presenta su definición junto a las demás variables.

Tabla 4.1
Variables dependientes e independientes del modelo de adopción BIM

| Variables | Definición |
|--|--|
| <u>Variables dependientes</u> | |
| Intención de uso de la tecnología BIM | Se define como la intención del profesional de la construcción para hacer uso de una tecnología BIM. |
| Comportamiento de uso de la tecnología BIM | Esta variable mide el grado de intervención del profesional de la construcción con la tecnología BIM. |
| <u>Variables independientes</u> | |
| Actitud | Se define como la disposición de un usuario, sea positiva o negativa, sobre el uso de una tecnología (Fishbein & Ajzen, 1975). Cuando una organización o empresa exige el uso de BIM, se considera importante la actitud que posea el profesional de la construcción a cargo (Keong et al., 2012). |
| Expectativa de rendimiento | Se define como el grado en el que el profesional de la construcción cree que el uso de BIM le generará beneficios en su desempeño laboral. |
| Expectativa de esfuerzo | Se define como el grado de facilidad que asocia un profesional de la construcción al uso de BIM. |
| Influencia social | Se define como el grado en el que el profesional de la construcción percibe que personas importantes para él creen que él debería usar BIM. |
| Condiciones facilitadoras | Se definen como el grado en que el profesional de la construcción cree que existe una infraestructura técnica y organizada a fin de apoyar al uso de BIM. |

4.2. Análisis cuantitativo

A fin de realizar el análisis cuantitativo de las variables del modelo de adopción BIM, se utilizó este modelo para desarrollar un cuestionario, cuyo diseño se describió en el CAPÍTULO 6 de la presente investigación, para obtener los grados de aceptación seleccionados por los encuestados para cada enunciado del cuestionario. Se tomó como variable estadística cuantitativa y discreta a las equivalencias numéricas de estos grados de aceptación (valores desde el 1 al 5 para los grados desde totalmente en desacuerdo al totalmente de acuerdo, respectivamente). Asimismo, se verificó la consistencia interna basada en las correlaciones de los valores obtenidos para cada factor (relacionado con las variables del modelo), así como una validación de estos, para poder realizar operaciones numéricas con las puntuaciones de los enunciados.

Posteriormente, se realizó una descripción de los resultados con ayuda de estadísticos descriptivos, así como con la aplicación de estadística inferencial para identificar las variables que influyen positivamente a las variables dependientes del modelo de adopción BIM.

4.2.1. Estadística descriptiva

Se organizaron y ordenaron los datos en tablas para la mejor visualización de datos, para posteriormente mostrar las frecuencias absolutas y relativas por enunciado en tanto por ciento. Asimismo, se hizo uso del total de datos para el cálculo y/o visualización de los siguientes parámetros estadísticos:

- Medidas de posición central: media y moda
- Medida de dispersión: desviación estándar
- Asimetría

De la misma manera, se realizaron figuras con las frecuencias absolutas de los datos obtenidos por grupo de enunciados para la representación de los datos y visualización de la moda.

4.2.2. Estadística inferencial

Con los datos organizados, se realizaron análisis de regresión lineal con método escalonado con el software SPSS. El método escalonado se utilizó para identificar, de manera iterativa, qué variables influyen positivamente a las variables dependientes del modelo de adopción BIM: intención de uso de la tecnología BIM y comportamiento de uso de la tecnología BIM.

CAPÍTULO 5. DISEÑO MUESTRAL

5.1. Plan de muestreo

La muestra diseñada para la encuesta se clasifica como: probabilística, porque todos los elementos de la población tienen una probabilidad mayor a cero (y conocida) de ser seleccionados para la muestra; y bietápica, porque la selección de unidades se realizó en dos etapas, primero se repartió el total de la muestra proporcionalmente a la cantidad de elementos de la población por sectores (muestreo estratificado proporcional), y luego se repartió el total de muestra por sector de manera equitativa entre algunos de sus conglomerados elegidos de manera aleatoria (muestreo por conglomerados).

5.2. Unidad de muestreo

La unidad de muestreo de la presente investigación es un proyecto de edificación, ya sea de tipo vivienda, comercio, oficina u otros, que cumplan con los criterios considerados en la Sección 6.3.1, a fin de garantizar la formalidad del proyecto. Asimismo, en el caso de ser un proyecto de vivienda, este debe formar parte de la actividad edificadora comercializable.

5.3. Población

La población del estudio está compuesta por el total de edificaciones urbanas en proceso de construcción, durante el periodo de recolección de la data (años 2020 y 2021), en Lima Metropolitana y Callao. Se considera la terminología descrita en la Sección 3.1.1 para la definición de proceso de construcción como el periodo comprendido entre la fase de movimiento de tierras y la entrega del proyecto.

En el 25° estudio de “El Mercado de Edificaciones Urbanas en Lima Metropolitana y el Callao” (CAPECO, 2020) se presentó la data de la totalidad de proyectos de Lima Metropolitana y Callao en el año 2020 (1529 edificaciones). De esta manera, se utilizó esta información a fin de obtener el total de proyectos que conformará la población y utilizar los subtotales por sector urbano para realizar el plan de muestreo. El número total de proyectos y los subtotales desglosados por sectores urbanos y por sus respectivos conglomerados se presenta en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1
Número de proyectos totales proyectados para la población

| Sector urbano | Número de proyectos (Total = 1529) | Conglomerado | | Subtotal de proyectos | | |
|-----------------|------------------------------------|-------------------|-------------|-----------------------|---|----|
| | | Distrito | Grupo | | | |
| Lima Top | 644 (42.1%) | Miraflores | A | 52 | | |
| | | Miraflores | B | 85 | | |
| | | Miraflores | C | 21 | | |
| | | San Isidro | A | 50 | | |
| | | San Isidro | B | 65 | | |
| | | La Molina | A | 6 | | |
| | | La Molina | B | 9 | | |
| | | La Molina | C | 1 | | |
| | | Santiago de Surco | A | 60 | | |
| | | Santiago de Surco | B | 119 | | |
| | | Santiago de Surco | C | 38 | | |
| | | San Borja | A | 28 | | |
| | | San Borja | B | 56 | | |
| | | San Borja | C | 8 | | |
| | | Barranco | A | 27 | | |
| | | Barranco | B | 19 | | |
| | | Lima Moderna | 517 (33.8%) | Jesús María | A | 46 |
| | | | | Jesús María | B | 34 |
| | | | | Jesús María | C | 12 |
| | | | | Lince | A | 16 |
| | | | | Lince | B | 49 |
| | | | | Magdalena del mar | A | 29 |
| | | | | Magdalena del mar | B | 30 |
| | | | | Magdalena del mar | C | 24 |
| | | | | Pueblo Libre | A | 51 |
| | | | | Pueblo Libre | B | 23 |
| | | | | Pueblo Libre | C | 17 |
| | | | | San Miguel | A | 22 |
| | | | | San Miguel | B | 29 |
| | | | | San Miguel | C | 42 |
| | | | | Surquillo | A | 19 |
| | | Surquillo | B | 52 | | |
| | | Lima Centro | 98 (6.4%) | Cercado de Lima | A | 30 |
| Cercado de Lima | B | | | 9 | | |
| Cercado de Lima | C | | | 1 | | |
| Breña | A | | | 13 | | |
| Breña | B | | | 5 | | |
| Breña | C | | | 6 | | |
| La Victoria | A | | | 19 | | |
| Rímac | A | | | 3 | | |

| Sector urbano | Número de proyectos (Total = 1529) | Conglomerado | | Subtotal de proyectos |
|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-----------|-----------------------|
| | | Distrito | Grupo | |
| Lima Este | 64 (4.2%) | San Luis | A | 8 |
| | | San Luis | B | 4 |
| | | Ate | A | 36 |
| | | Cieneguilla | A | 0 |
| | | Chaclacayo | A | 1 |
| | | Lurigancho | A | 8 |
| | | Santa Anita | A | 2 |
| | | El Agustino | A | 7 |
| Lima Norte | 93 (6.1%) | San Juan de Lurigancho | A | 10 |
| | | Carabayllo | A | 30 |
| | | Comas | A | 20 |
| | | Independencia | A | 3 |
| | | Los Olivos | A | 5 |
| | | Los Olivos | B | 6 |
| | | Los Olivos | C | 2 |
| | | Puente Piedra | A | 4 |
| | | San Martín de Porres | A | 21 |
| | | Ancón | A | 0 |
| Lima Sur | 79 (5.2%) | Santa Rosa | A | 2 |
| | | Chorrillos | A | 8 |
| | | Chorrillos | C | 28 |
| | | Lurín | A | 3 |
| | | San Juan de Miraflores | A | 9 |
| | | Villa María del Triunfo | A | 1 |
| | | Pucusana | A | 2 |
| | | Punta Hermosa | A | 13 |
| | | Punta Negra | A | 2 |
| | | San Bartolo | A | 9 |
| | | Santa María del Mar | A | 4 |
| | | Callao | 34 (2.2%) | Bellavista |
| Callao | A | | | 9 |
| Carmen de La Legua-Reynoso | A | | | 0 |
| La Perla | A | | | 8 |
| La Punta | A | | | 0 |
| Mi Perú | A | | | 0 |
| Ventanilla | A | | | 4 |

Nota. El porcentaje relacionado al número de proyectos de cada sector urbano toma como 100% el número total de proyectos igual a 1529. Fuente: Adaptado de CAPECO (2020)

5.4. Tamaño de la muestra

Debido a que se conoce el tamaño de la población, se utilizará la siguiente fórmula para calcular el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

- n : tamaño de la muestra
- N : tamaño de población (1529)
- Z_{α} : nivel de confianza (1.962, correspondiente al nivel de confianza será del 95.0%)
- p : probabilidad de éxito, o proporción esperada (24.5%)
- q : probabilidad de fracaso (75.5%)
- d : precisión (error máximo admisible) (6.0%)

De la operación, se obtiene el tamaño de la muestra n igual a 175. Inicialmente, el total de muestras obtenidas fue de 225; sin embargo, tras la limpieza de datos por información incompleta, el tamaño muestral utilizado para el presente estudio fue de 175, el cual es un tamaño muestral considerado como confiable de acuerdo al cálculo realizado previamente.

Cabe mencionar que el valor de la probabilidad de éxito utilizada para caracterizar la muestra es el nivel de adopción BIM en edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y Callao en el año 2017 (igual a 24.5%). Este valor representa la porción de proyectos que ha adoptado BIM, es decir, que desarrolló algún uso de este, del total de datos analizados en el Primer Estudio de Adopción BIM (Murguía et al., 2017).

5.5. Distribución de la muestra

De acuerdo al porcentaje que representa cada sector urbano con respecto al total de proyectos, presentado en la Tabla 5.1 y la Tabla 5.2, se distribuyó la cantidad de muestras para calcular la distribución inicial por sectores. La segunda etapa fue repartir equitativamente el total de la muestra por sector a algunos de sus conglomerados seleccionados aleatoriamente, a fin de conseguir un número final de diseño (muestra) por sector urbano aproximadamente igual a la distribución inicial.

Tabla 5.2
Distribución de la cantidad de muestras por sector urbano

| Sector urbano | Número de proyectos (Total = 1529) | Distribución inicial por sector urbano (Total = 175) | Asignación por conglomerados | Muestra (Total = 175) |
|---------------|------------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| Lima Top | 644 (42.1%) | 74 | 8 grupos ⁽¹⁾ | 78 |
| Lima Moderna | 517 (33.8%) | 59 | 10 grupos ⁽¹⁾ | 77 |
| Lima Centro | 98 (6.4%) | 11 | 4 grupos ⁽¹⁾ | 10 |
| Lima Este | 64 (4.2%) | 7 | 2 grupos de 2 muestras | 4 |
| Lima Norte | 93 (6.1%) | 11 | 1 grupos de 2 muestras | 2 |
| Lima Sur | 74 (5.2%) | 9 | 1 grupos de 3 muestras | 3 |
| Callao | 34 (2.2%) | 4 | 1 grupos de 1 muestra | 1 |

Nota. El porcentaje relacionado al número de proyectos de cada sector urbano toma como 100% el número total de proyectos igual a 1529.

⁽¹⁾ La cantidad de muestra de los grupos es variable.

El número final de diseño disgregado por sector urbano y por conglomerados se presenta en la Tabla 5.3, y se representa gráficamente en la Figura 5.1.

Tabla 5.3
Distribución de la cantidad de muestras por sector urbano y por conglomerado

| Sector urbano | Conglomerado | | Muestra (Total = 175) |
|--------------------------|-------------------|-------|-----------------------|
| | Distrito | Grupo | |
| Lima Top (78) | Miraflores | A | 12 |
| | Miraflores | B | 4 |
| | Miraflores | C | 8 |
| | San Isidro | A | 14 |
| | Santiago de Surco | A | 14 |
| | San Borja | A | 15 |
| | Barranco | A | 10 |
| | Barranco | B | 1 |
| Lima Moderna (77) | Jesús María | A | 10 |
| | Jesús María | B | 7 |
| | Jesús María | C | 2 |
| | Lince | A | 15 |
| | Magdalena del Mar | A | 3 |
| | Magdalena del Mar | B | 3 |
| | Pueblo Libre | B | 15 |
| | San Miguel | A | 11 |
| | San Miguel | C | 2 |
| | Surquillo | A | 9 |
| Lima Centro (10) | Cercado de Lima | A | 5 |

| Sector urbano | Conglomerado | | Muestra (Total = 175) |
|-----------------------|------------------------|-------|--------------------------|
| | Distrito | Grupo | |
| Lima Este (4) | Breña | A | 2 |
| | La Victoria | A | 2 |
| | Rímac | A | 1 |
| | Santa Anita | A | 2 |
| | San Juan de Lurigancho | A | 2 |
| Lima Norte (2) | Comas | A | 2 |
| Lima Sur (3) | Chorrillos | C | 3 |
| Callao (1) | Bellavista | A | 1 |

Nota. El número relacionado a cada sector urbano corresponde a la suma de sus respectivos subtotales de la muestra.

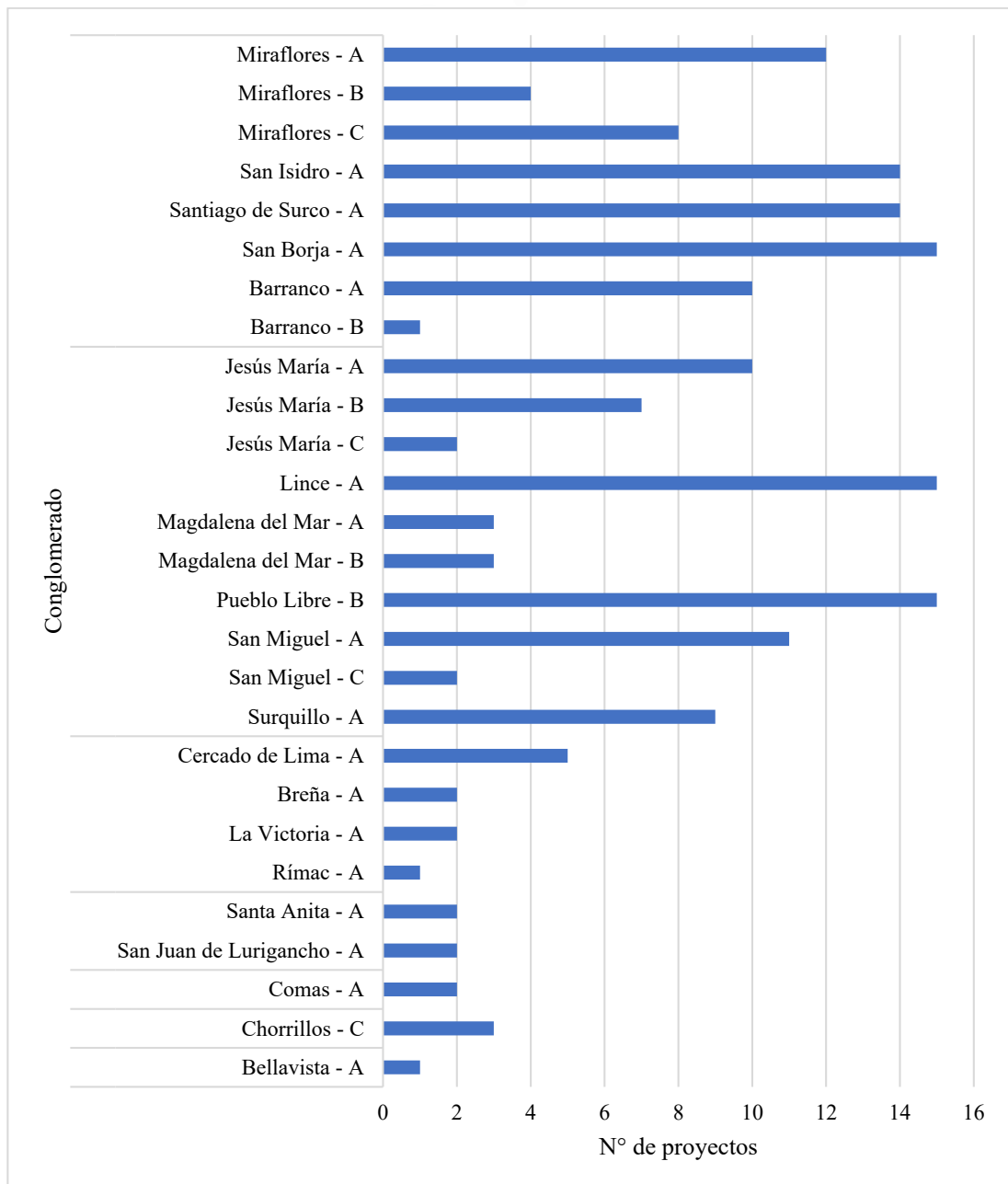


Figura 5.1 Distribución de la cantidad de muestras por conglomerado

CAPÍTULO 6. DISEÑO DE LA ENCUESTA

6.1. Método de diseño de la encuesta

El primer paso realizado para el diseño de la encuesta fue la creación de los enunciados que permitan medir el nivel de aceptación BIM y las percepciones individuales de los profesionales de la construcción encuestados. Para ello, se utilizó el modelo de adopción BIM y se utilizaron las variables definidas en este para relacionarse y crear los enunciados. Esto se puede apreciar en el listado de enunciados de la Tabla 6.1. Asimismo, se elaboraron los enunciados introductorios y finales de la encuesta: la información del encuestado y del proyecto.

Posteriormente, se sometió a la encuesta a una etapa de revisión para modificar o descartar enunciados que no se consideraron pertinentes. Luego de esta etapa, se consiguió el diseño final de la encuesta, la cual se presenta en el Anexo II del presente estudio.

Se utilizó la escala de Likert para medir el grado de aceptación del encuestado. Esta escala consiste en brindar cinco opciones de grados de aceptación o aprobación para cada enunciado: totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, ni acuerdo ni en desacuerdo, de acuerdo, y totalmente de acuerdo, dándoles valores desde el 1 hasta el 5, respectivamente. De esta manera, se relaciona un puntaje numérico a cada encuestado (Likert, 1932), el cual se utilizó para generar sumas parciales a fin de representarlas, posteriormente, utilizando estadística descriptiva. Los grados de aprobación de la escala de Likert y sus equivalencias con un puntaje numérico se representan en la Figura 6.1.



Figura 6.1 Grados de aprobación de la escala de Likert

6.2. Estructura de la encuesta

6.2.1. Información del encuestado

Profesión y cargo

Debido a que la encuesta fue dirigida a profesionales de la construcción, las opciones para elegir la profesión del encuestado fueron arquitecto e ingeniero civil. Se prefirió estas dos profesiones debido al mayor conocimiento que estos profesionales podrían tener acerca del proceso de diseño y tecnologías usadas de sus respectivas obras; sin embargo, debido a un posible caso excepcional de ausencia o no disponibilidad de estos profesionales en obra, se optó por la opción de encuestar a otro profesional (e.g., ingeniero de seguridad).

Asimismo, se prefirió realizar la encuesta a profesionales con el cargo de gerente de proyecto o de residente de obra debido a las mismas razones por las que se prefirió la profesión de arquitecto o ingeniero civil mencionadas previamente; sin embargo, ante la imposibilidad de contactarlo, se optó por la opción de encuestar a un profesional con un cargo diferente (e.g., ingeniero de campo o ingeniero de producción, entre otros).

Años de experiencia laboral

Se preguntó a los profesionales de la construcción por la cantidad de años de experiencia laboral y por la cantidad de años de experiencia laboral usando BIM que tenían como parte de la información del encuestado a recolectar. Cabe mencionar que este dato se utilizó para definir la variable moderadora utilizada en el modelo de adopción BIM: experiencia.

Definición personal de BIM

Se preguntó al encuestado por su definición más cercana que tenía de BIM, a fin de caracterizar la encuesta e introducir al profesional de la construcción a calificar su grado de aceptación de los enunciados posteriores. Se dio a elegir al encuestado cuál de las siguientes tres opciones se acercaba más a su definición personal de BIM:

- Tecnología de modelado 3D y detección de incompatibilidades
- Metodología para colaborar entre empresas
- Metodología para integrar diseño, construcción y operación

6.2.2. Nivel de aceptación BIM

La colección de los enunciados para medir el nivel de aceptación BIM de acuerdo a las percepciones de los profesionales encuestados se encuentra en la sección 7 de la encuesta, lo cual corresponde a los enunciados del 7.01 al 7.20. Estos 20 enunciados se listan en la Tabla 6.1. Debido a que el desarrollo de los enunciados se realizó a partir de las variables

dependientes e independientes del modelo de adopción BIM, estos se categorizaron de acuerdo al factor al que pertenecen, los cuales llevan el mismo nombre que las variables de las que partieron los enunciados.

Cabe mencionar que cada enunciado está relacionado a un código de identificación conformado de la abreviación del factor al que pertenece y al orden de enunciado que le corresponde dentro del factor.

Tabla 6.1
Lista de enunciados para medir el nivel de aceptación BIM

| Enunciados de nivel de aceptación BIM | Código |
|--|---------------|
| <u>Expectativa de rendimiento (ER)</u> | |
| 7.01. Usar BIM es útil en mi trabajo. | ER-1 |
| 7.02. Usar BIM me permite realizar tareas más rápido. | ER-2 |
| 7.03. Usar BIM incrementa mi productividad. | ER-3 |
| <u>Expectativa de esfuerzo (EE)</u> | |
| 7.04. Mi interacción con BIM es clara y entendible. | EE-1 |
| 7.05. Es fácil para mí aprender a trabajar con BIM. | EE-2 |
| 7.06. Considero que BIM es fácil de utilizar. | EE-3 |
| <u>Actitud (ACT)</u> | |
| 7.07. Usar BIM es una buena idea. | ACT-1 |
| 7.08. BIM hace mi trabajo más interesante. | ACT-2 |
| 7.09. Me gusta trabajar con BIM. | ACT-3 |
| <u>Influencia social (IS)</u> | |
| 7.10. Personas importantes para mí piensan que debería usar BIM. | IS-1 |
| 7.11. La alta gerencia de la empresa ha sido útil en el uso de BIM. | IS-2 |
| 7.12. La empresa apoya el uso de BIM. | IS-3 |
| <u>Condiciones facilitadoras (CF)</u> | |
| 7.13. Tengo los recursos necesarios para trabajar con BIM. | CF-1 |
| 7.14. Tengo el conocimiento necesario para trabajar con BIM. | CF-2 |
| 7.15. Alguien está disponible para apoyar en caso de dificultades durante el uso de BIM. | CF-3 |
| <u>Intención de uso de la tecnología BIM (IUB)</u> | |
| 7.16. Tengo intenciones de trabajar con BIM lo más pronto posible. | IUB-1 |
| 7.17. Estimo que usaré BIM en los próximos 3 años. | IUB-2 |
| 7.18. Planeo usar BIM en el próximo proyecto. | IUB-3 |
| <u>Comportamiento de uso de la tecnología BIM (CUB)</u> | |
| 7.19. Uso BIM en mi trabajo. | CUB-1 |
| 7.20. La empresa donde trabajo usa BIM. | CUB-2 |

Nota. Las siglas que acompañan a los nombres de las variables del modelo de adopción BIM son sus respectivas abreviaciones, las cuales se utilizaron para generar el código de los enunciados y para hacer referencia a dichas variables, o al factor con su mismo nombre, a lo largo del presente estudio.

6.2.3. Información del proyecto

Se recolectó información del proyecto a fin de caracterizar las encuestas. Se requirió información de la ubicación de la obra de construcción, cantidad de personal contratado por la empresa (sin considerar obreros), el tipo de proyecto, el total del área construida en metros cuadrados, y el número de pisos y sótanos. Posteriormente, se clasificó la encuesta dentro de uno de los conglomerados listados previamente en la Tabla 5.3.

Los rangos establecidos para la cantidad de personal contratado por la empresa fueron 10 o menos, de 11 a 49, de 50 a 250, y más de 250. Las opciones para el tipo de proyecto fueron edificación multifamiliar, oficina, hotel, centro comercial, vivienda masiva y centro educativo; además, se añadió la opción de otros en el caso de que un proyecto no pertenezca a la tipología mencionada (e.g., restaurantes o comisarías).

6.3. Periodo de recolección de datos

El periodo de recolección de datos se realizó durante los meses del primer y cuarto trimestre del año 2020. El horario de visita a obras fue variado según disponibilidad de los tres encuestadores; sin embargo, se respetó la jornada laboral de las obras visitadas (8 a.m. a 5:30 p.m.) de lunes a viernes, así como la de los sábados (8 a.m. a 1 p.m.). Asimismo, se prefirió la asistencia a las obras en las horas en las que el profesional de la construcción tenía mayor disponibilidad, las cuales eran previamente coordinadas con ellos tras una primera visita. Durante las visitas a los proyectos de edificación, se garantizó la formalidad de la obra para, posteriormente, realizar la toma de la encuesta.

6.3.1. Criterios para identificar la unidad de muestreo

El primer y mayor criterio para identificar la unidad de muestreo, es decir, el proyecto de edificación, fue que la ubicación de este pertenezca a uno de los conglomerados listados en la Tabla 5.3. Para ello se utilizaron las figuras del 24° estudio de “El Mercado de Edificaciones Urbanas en Lima Metropolitana y el Callao” (CAPECO, 2019) que muestran la distribución de precios por metro cuadrado de departamentos por cada distrito dividido en sus grupos. Estas figuras se presentan compiladas en el Anexo I del presente estudio.

Asimismo, el proyecto debe estar, preferencialmente, dentro de las tipologías de vivienda, comercio o de oficina; en el caso de ser de tipo vivienda, este debe ser parte de la actividad edificadora comercializable; sin embargo, se presentaron excepciones. Una vez cumplidos estos criterios, se debe garantizar también la formalidad de los proyectos. Para ello, se establecieron los siguientes criterios.

Verificación de actividad en obra

Debido a que la elección de los proyectos se realizó de manera aleatoria, al encontrar una obra dentro de los conglomerados listados en la distribución de la muestra se verificó, incluso desde la lejanía, que exista actividad en la obra (e.g., con la operación de una torre grúa); es decir, que el personal de la obra se encuentre trabajando liderado por un profesional de la construcción capacitado, el cual pueda ser potencialmente encuestado.

Verificación de la existencia del cartel de obra

Se verificó la existencia de un cartel de obra visible a las afueras del proyecto luego de identificar la actividad en este. Tal como se observa en la Figura 6.2, este cartel, además de ser un importante atributo para garantizar la formalidad del proyecto, fue una fuente importante de información del proyecto para corroborar los datos brindados por el profesional de la construcción encuestado.



Figura 6.2 Verificación de la existencia del cartel de obra

Verificar la licencia de edificación

Se verificó que exista una resolución de licencia de edificación vigente a las afueras de la obra. Debido a que esta licencia es concedida por la municipalidad del distrito en que se encuentre el proyecto, la existencia de esta es una importante prueba de la formalidad de la obra. De manera similar al cartel de obra, esta licencia contiene información del proyecto útil para verificar los datos brindados por el encuestado. En la Figura 6.3 se puede apreciar, al medio de los tres documentos, la resolución de licencia de edificación de una de las obras visitadas.

Asimismo, se verificó, de manera complementaria, el documento de permiso de vías (a la izquierda de la figura), y la autorización de reanudación de trabajos tras la declaratoria del estado de emergencia por el COVID-19 (a la derecha de la figura).

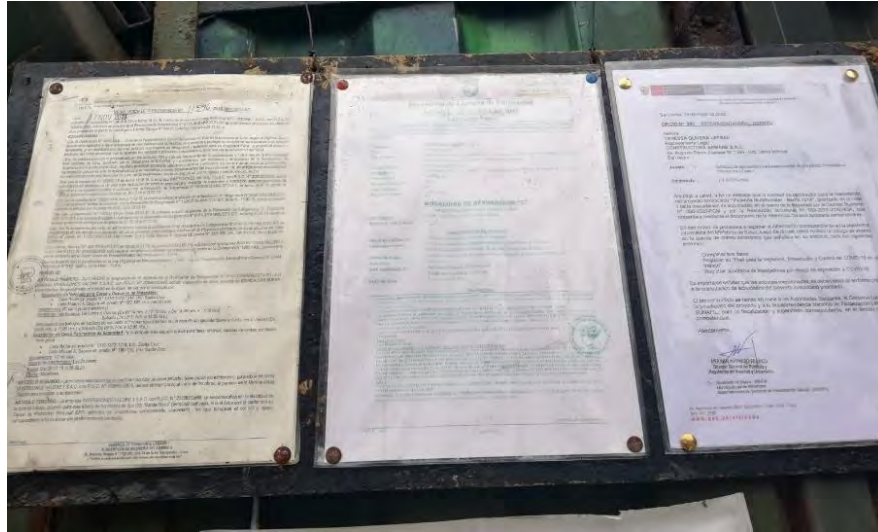


Figura 6.3 Verificación de la licencia de edificación

6.3.2. Toma de la encuesta

Una vez identificado el proyecto de edificación con los criterios mencionados previamente, se realizó una presentación con el personal de seguridad de la obra, así como una explicación general del motivo de la encuesta, a fin de que nos permita tener contacto con algún profesional de la construcción dentro de la obra; sin embargo, existieron oportunidades donde se pudo entablar conversación directamente con el ingeniero residente debido a la realización de labores al exterior de la obra (e.g., conversación entre el ingeniero y un vecino), esperando el tiempo necesario para no incomodar en estas.

Una vez se contaba con la presencia del personal de la construcción, se realizaba una breve explicación de la estructura de la encuesta, haciendo énfasis en la explicación de los enunciados de nivel de aceptación BIM. Se realizaron tres modalidades para la toma de la encuesta debido a que la disponibilidad de tiempo no era la misma entre los profesionales encuestados: presencial, entrega y recojo, y virtual.

Presencial

Se prefirió, ante todas las demás modalidades, la toma de encuesta presencial. Previamente, se le explicaba al encuestado que la encuesta duraba entre 10 a 15 minutos para verificar su disponibilidad. Una vez este aceptaba, se procedió a preguntar los datos del encuestado, de la obra, y con la lectura de los enunciados de nivel de aceptación BIM.

De esta manera, se pudieron aclarar dudas puntuales que tenía el encuestado sobre enunciados, así como verificar los datos de la información del proyecto.

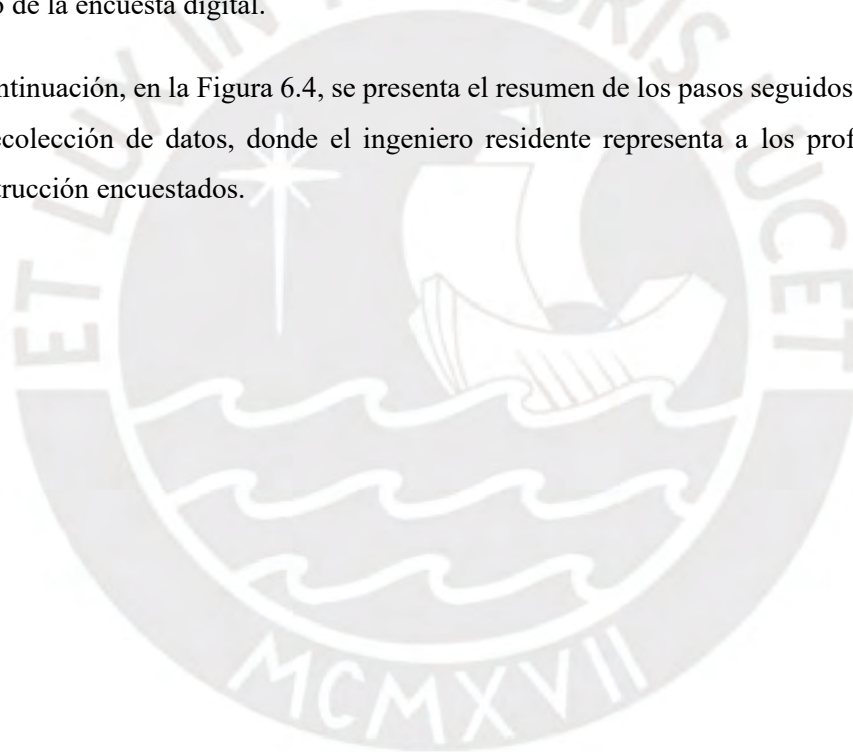
Entrega y recojo

Se realizó la modalidad de entrega de la encuesta al personal de seguridad o, de preferencia, a un profesional de la construcción de la obra, el cual aceptaba la encuesta y se comprometía con su llenado a lo largo del día. Se coordinaba una fecha y hora de recojo según disponibilidad del profesional.

Virtual

La modalidad de la realización virtual de la encuesta se realizó ante la imposibilidad de la realización de las dos modalidades previamente mencionadas. Durante las visitas a obras, se intercambiaba información de contacto con el profesional de la construcción para realizar el envío de la encuesta digital.

A continuación, en la Figura 6.4, se presenta el resumen de los pasos seguidos para el periodo de recolección de datos, donde el ingeniero residente representa a los profesionales de la construcción encuestados.



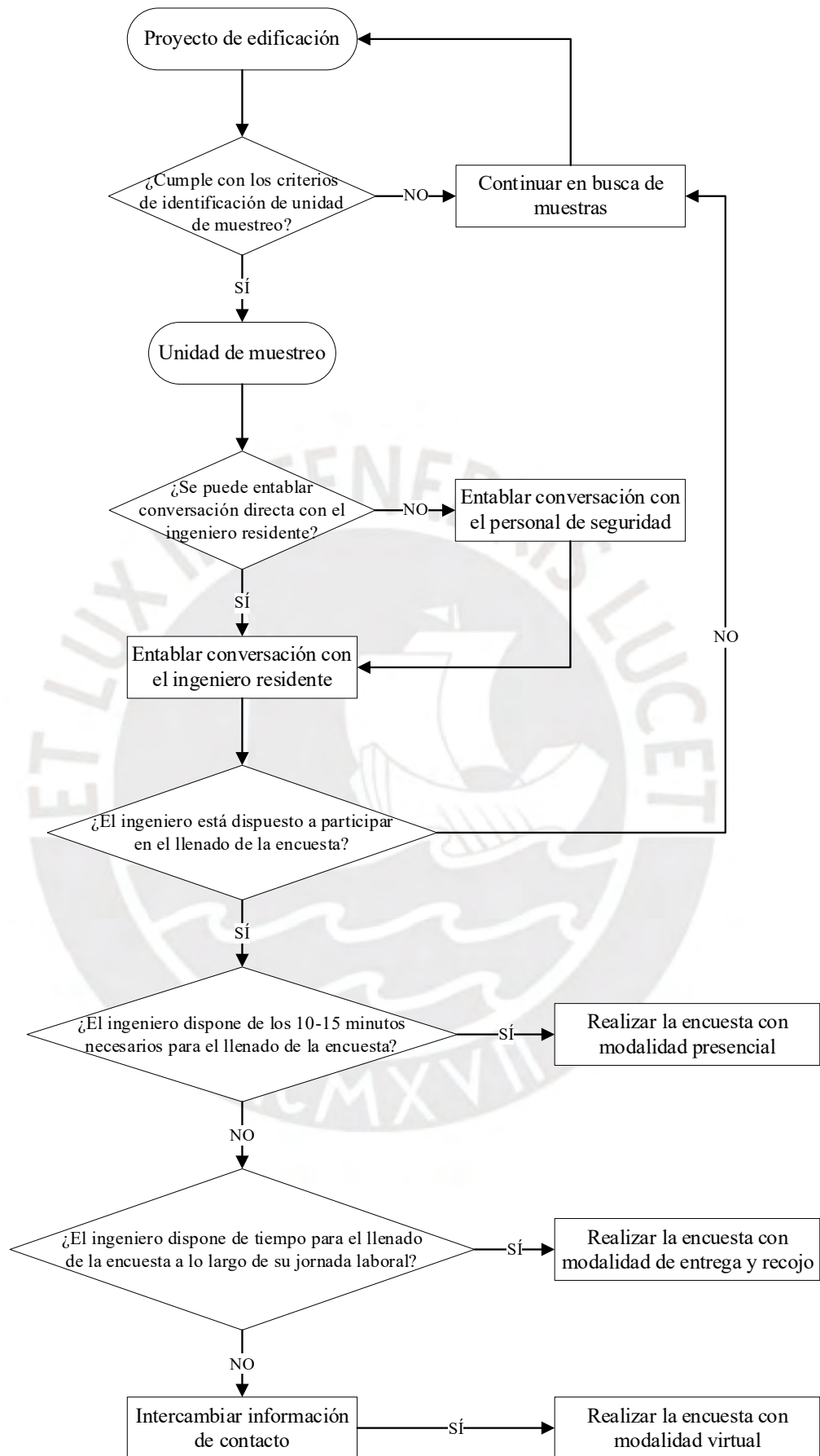


Figura 6.4 Diagrama de flujo del periodo de recolección de datos

CAPÍTULO 7. RESULTADOS

7.1. Análisis de la muestra

7.1.1. Información de los proyectos

Tipos de proyectos

Las clasificaciones por tipo de proyecto fueron edificación multifamiliar, oficina, hotel, centro comercial, vivienda masiva, centro educativo y otros. El tipo de proyecto predominante en la muestra fue edificación multifamiliar (159 unidades, 90.9%), seguido por una amplia diferencia de muestras del tipo de proyectos centros comerciales (5 unidades, 2.9%). Por otra parte, los proyectos del tipo oficina y otros tuvieron la misma frecuencia en la muestra (4 unidades, 2.2%), mientras que la menor frecuencia se presentó en los proyectos del tipo hotel, vivienda masiva y centro educativo (1 unidad, 0.6%). Estos resultados son congruentes con la distribución de edificaciones multifamiliares (94.5%) presentada en el 25° estudio de “El Mercado de Edificaciones Urbanas en Lima Metropolitana y el Callao” por CAPECO el 2020. La distribución en frecuencias absolutas de la muestra por tipos de proyectos se presenta en la Figura 7.1.

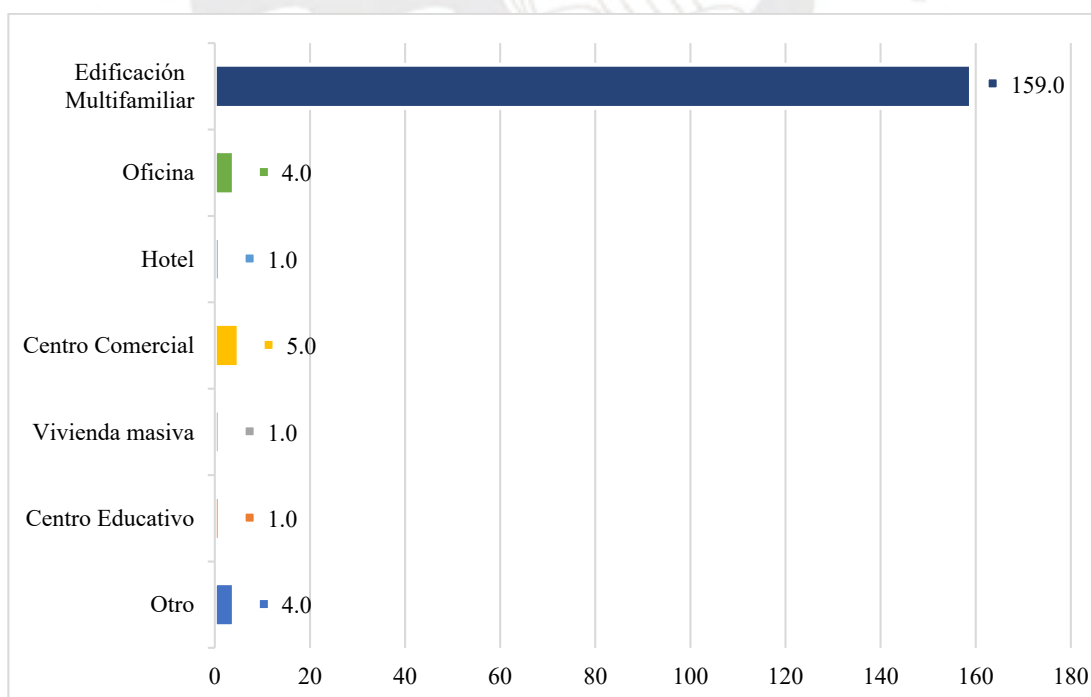


Figura 7.1 Distribución de la muestra por tipos de proyectos

7.1.2. Información de los encuestados

Profesión y cargo de los encuestados

Los profesionales de la construcción encuestados se clasificaron según las profesiones de ingeniero civil y arquitecto, con la opción de mencionar otra profesión. La profesión de ingeniero civil (165 profesionales, 94.3%) fue la predominante en la muestra, seguida de la profesión de arquitecto (9 profesionales, 5.1%). Asimismo, en la clasificación de otra (1, 0.6%) se encuentra un profesional de la construcción con la profesión de ingeniero sanitario.

Los profesionales encuestados se clasificaron según los cargos que ejercían en sus respectivos proyectos. Estos cargos se dividieron considerando su jerarquía y frecuencia, obteniendo así la clasificación de residente de obra, gerente de proyecto, coordinador BIM, jefe de producción, supervisor de obra, jefe de oficina técnica, jefe de calidad, asistente y otros. El cargo de residente de obra fue el predominante en la muestra (103 profesionales, 58.9%), seguido del cargo de jefe de producción (41 profesionales, 23.4%). Con una frecuencia relativa menor al 10% se encuentran los cargos de supervisor de obra y jefe de oficina técnica (7 profesionales, 4.0% en cada caso), asistente, gerente de proyecto y coordinador BIM (4 profesionales, 2.3% en cada caso), jefe de calidad (3 profesionales, 1.7%), y otros (2 profesionales, 1.1%).

La distribución de los profesionales de la construcción encuestados, tanto por profesión como por cargo, se presenta en la Tabla 7.1, mientras que la distribución por profesiones y la distribución por cargos se representan en la Figura 7.2 y la Figura 7.3, respectivamente.

Tabla 7.1
Profesiones y cargos de los profesionales de la construcción encuestados

| Cargo del profesional de la construcción | Profesión del profesional de la construcción | | | Total |
|--|--|------------|------|------------|
| | Ingeniero Civil | Arquitecto | Otro | |
| Residente de Obra | 98 | 5 | 0 | 103 |
| Jefe de Producción | 40 | 1 | 0 | 41 |
| Supervisor de Obra | 6 | 1 | 0 | 7 |
| Jefe de Oficina Técnica | 7 | 0 | 0 | 7 |
| Gerente de Proyecto | 3 | 1 | 0 | 4 |
| Coordinador BIM | 3 | 1 | 0 | 4 |
| Asistente | 4 | 0 | 0 | 4 |
| Jefe de Calidad | 3 | 0 | 0 | 3 |
| Otro | 1 | 0 | 1 | 2 |
| Total | 165 | 9 | 1 | 175 |

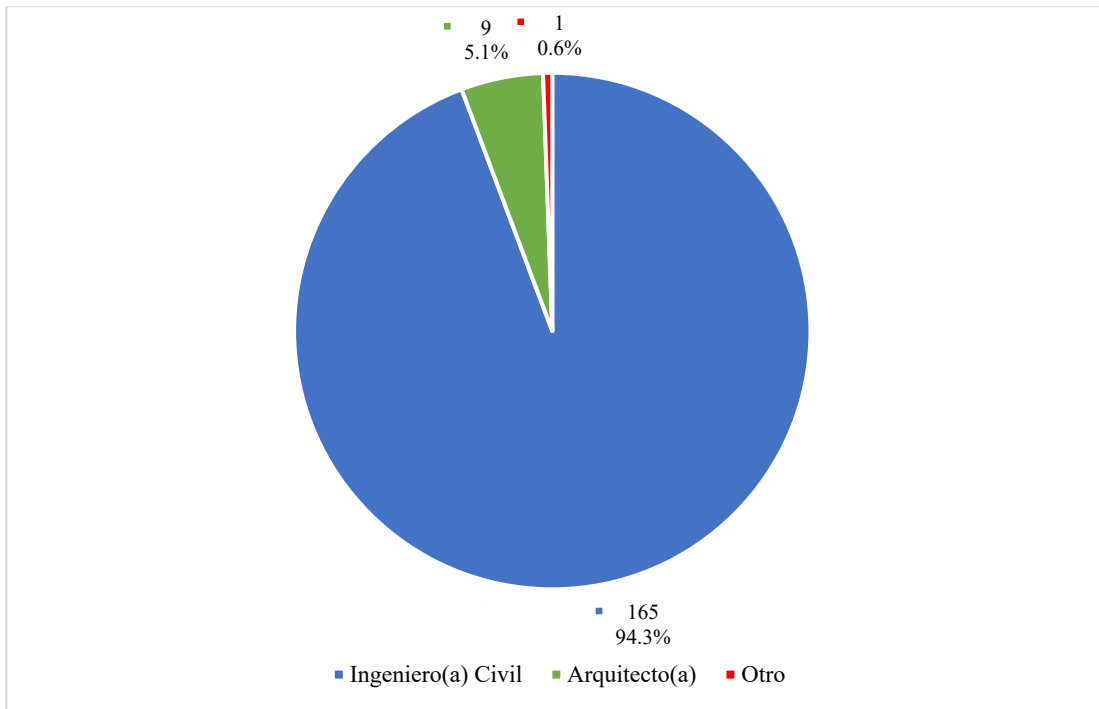


Figura 7.2 Distribución de la profesión de los encuestados

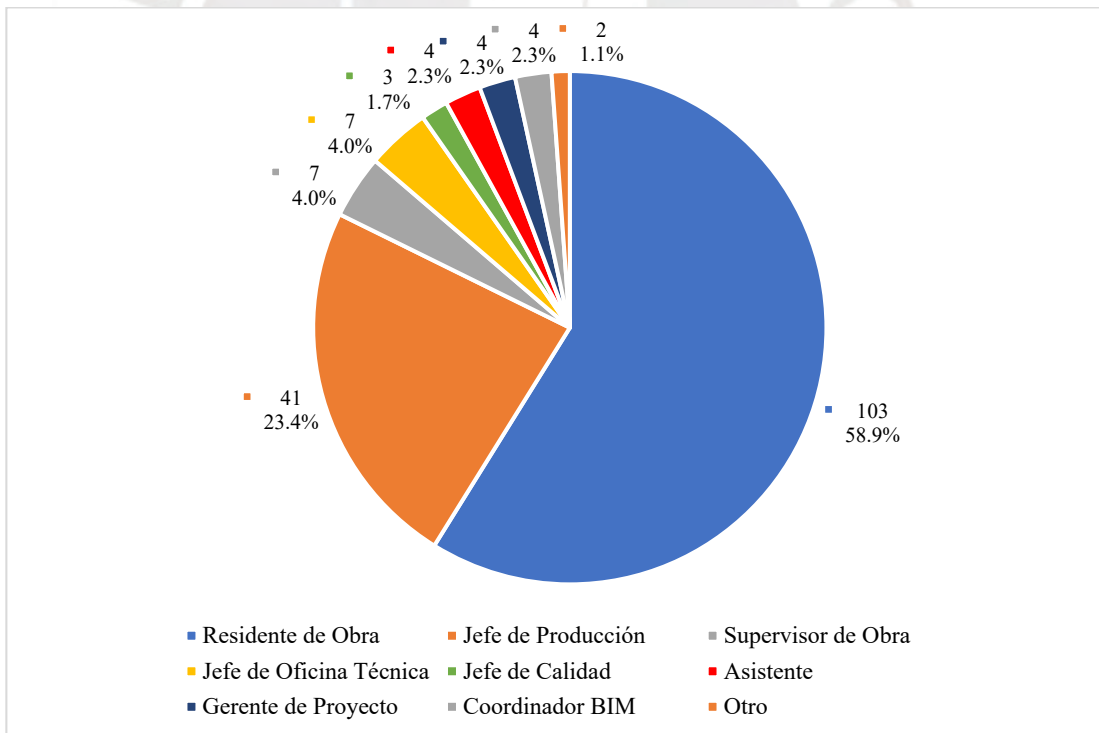


Figura 7.3 Distribución del cargo de los encuestados

Años de experiencia laboral de los encuestados

Se obtuvo la cantidad de los años de experiencia laboral totales y los años de experiencia usando BIM de los profesionales de la construcción como parte de la información de los encuestados. Se consideró a la variable de años de experiencia laboral como discreta, por lo que se agrupó, a fin de presentarla en los resultados, en rangos de cinco años, tanto para los años de experiencia totales como los años usando BIM; sin embargo, se añadió la clasificación de sin experiencia usando BIM en el caso de las respuestas iguales a cero en esta pregunta por parte de los encuestados.

Los resultados de los años de experiencia laboral usando BIM según los años de experiencia laboral totales de los encuestados se presentan en una matriz de doble entrada en la Tabla 7.2 y en la Figura 7.4, donde se puede apreciar que la mayor parte de los encuestados se encontraron en el rango de 5 a 10 años de experiencia laboral (85 profesionales, 48.6%). Del total, el 46.3% de los profesionales declararon no tener experiencia laboral usando BIM. Asimismo, 62 de los 127 profesionales con menos de 10 años de experiencia laboral no poseen experiencia usando BIM, lo cual corresponde al 76.5% del total los profesionales que declararon no tener experiencia laboral usando BIM. Por otro lado, se puede observar que solo dos profesionales (lo cual representa el 1.1%) señalaron tener más de 10 años de experiencia laboral usando BIM, los cuales señalaron también tener más de 16 y más de 20 años de experiencia laboral.

Tabla 7.2
Años de experiencia laboral totales y usando BIM del encuestado

| Años de experiencia laboral | Años de experiencia laboral usando BIM | | | | Total |
|-----------------------------|--|---------------|----------------|----------------|---------------|
| | Sin experiencia | De 1 a 5 años | De 6 a 10 años | Más de 10 años | |
| De 1 a 5 años | 30 | 23 | N.A. | N.A. | 53 (30.3%) |
| De 5 a 10 años | 32 | 39 | 3 | N.A. | 74 (42.3%) |
| De 11 a 15 años | 8 | 14 | 4 | 0 | 26 (14.9%) |
| De 16 a 20 años | 5 | 4 | 0 | 1 | 10 (5.7%) |
| Más de 20 años | 6 | 5 | 0 | 1 | 12 (6.8%) |
| Total | 81 (46.3%) | 85 (48.6%) | 7 (4.0%) | 2 (1.1%) | 175 |

Nota. N.A.: no aplica

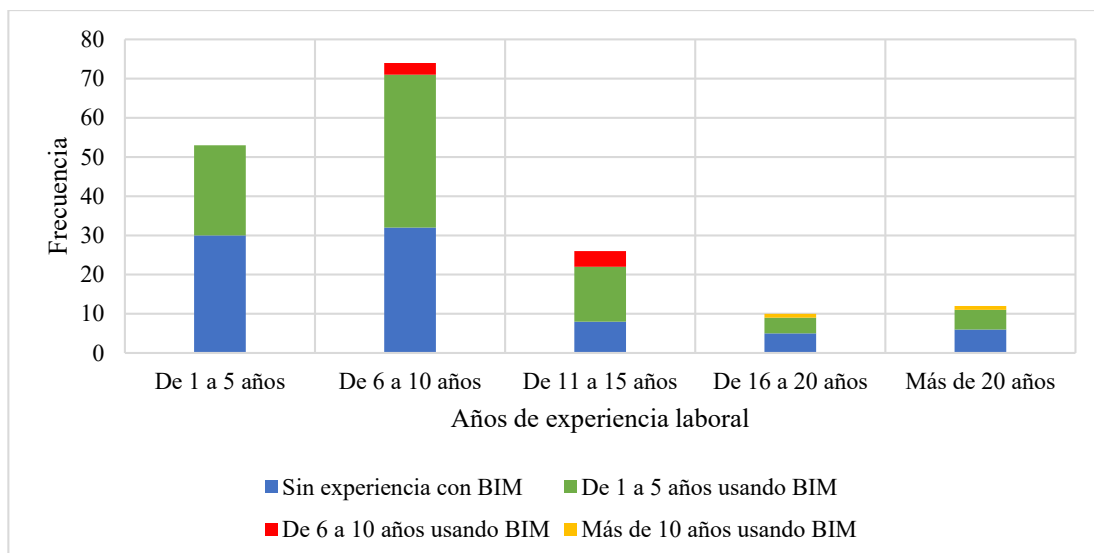


Figura 7.4 Distribución de los años de experiencia usando BIM con respecto a los años de experiencia totales del encuestado

Definición de BIM del encuestado

Se preguntó a los profesionales de la construcción encuestados sobre cuál de las tres opciones dadas se acerca más a su definición personal de BIM. Las opciones y la distribución obtenidas de estas se presentan en la Figura 7.5.

El 73.1% de los profesionales eligieron como definición personal más cercana a “BIM es una metodología para integrar diseño, construcción y operación”, mientras que el 25.2% de los profesionales eligieron “BIM es una tecnología para modelado 3D y detección de incompatibilidades”. Asimismo, solo el 1.7% de los encuestados señaló que “BIM es una metodología para colaborar entre empresas”. Por lo cual, estos resultados indican que la gran mayoría de los profesionales encuestados considera a BIM como una metodología (i.e., un conjunto de procedimientos) que pretende integrar las diferentes etapas de un proyecto. Esto se puede relacionar con el intercambio constante de información colaborativamente durante todas las etapas de un proyecto que se realiza al aplicar BIM, las cuales se realizan considerando la utilidad de la información a futuro como pueden ser datos de instalaciones mecánicas seleccionadas desde la etapa de diseño que permitan un correspondiente mantenimiento durante la etapa de operación del proyecto.

Por otro lado, un menor porcentaje (25.2%) considera a BIM como una tecnología (i.e., la aplicación de un conjunto de conocimiento) para generar modelados 3D y detectar incompatibilidades, lo cual se relaciona con el medio para desarrollar la colaboración y con uno de los usos BIM más conocidos a través de un modelado en conjunto de diferentes especialidades.

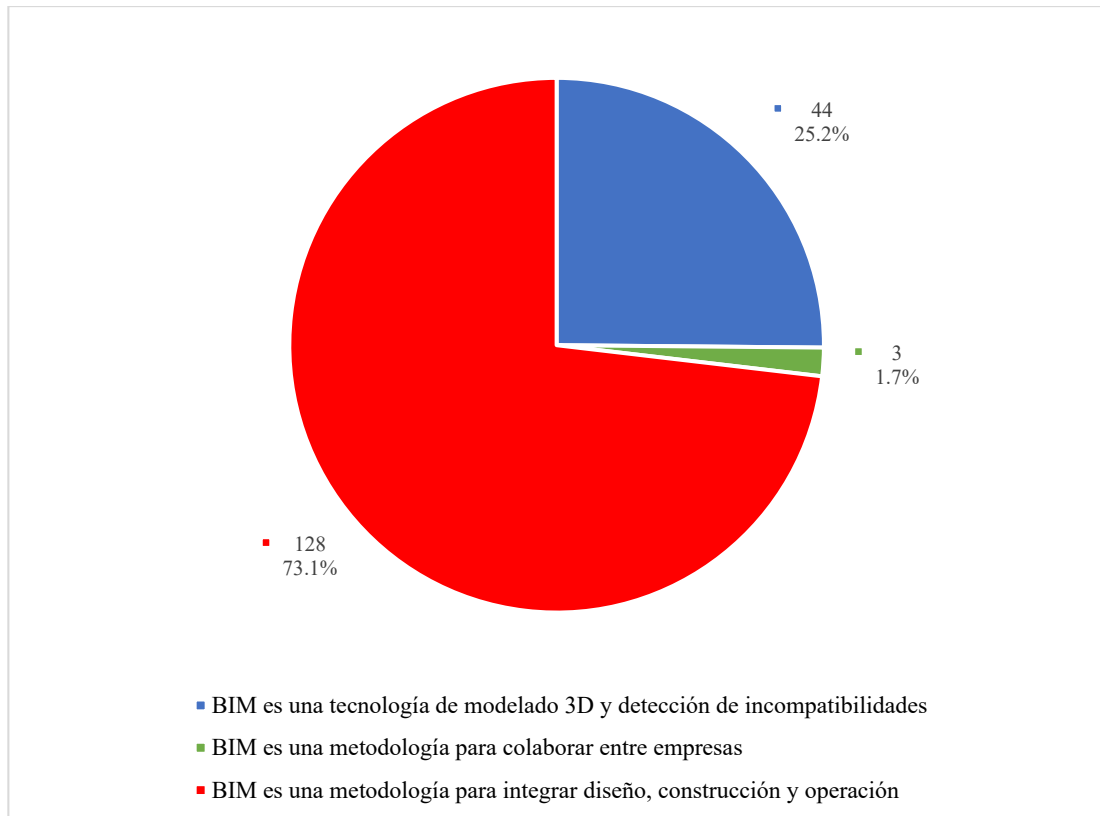


Figura 7.5 Distribución de la definición de BIM del encuestado

7.2. Fiabilidad y confiabilidad de los resultados

Los resultados de las encuestas se agruparon en siete factores: ER, EE, ACT, IS, CF, IUB y CUB (uno por cada variable con el mismo nombre del modelo de adopción BIM), a fin de determinar la fiabilidad y confiabilidad de dichos resultados.

La determinación de la fiabilidad de los resultados se realizó por medio de la estimación de la consistencia interna de estos con el coeficiente alfa de Cronbach; esta variable fue calculada para cada factor y para el total calculado de estos, mientras que la confiabilidad de los resultados se realizó a través de la estrategia de validez de factores por medio de la matriz de correlaciones producto-momento. Estos cálculos se realizaron con el software SPSS.

7.2.1. Consistencia interna de los resultados

La estimación de la consistencia interna de los resultados se realizó por medio del coeficiente alfa de Cronbach (α) a través de las varianzas de los resultados de un factor y el número de enunciados (ítems) de este. El valor de este coeficiente oscila de 0 a 1, y se puede interpretar de acuerdo al rango al que pertenezca el valor obtenido (George & Mallery, 1995), tal como se presenta en la Tabla 7.3. Asimismo, Nunnally (1978) recomienda un valor mínimo de alfa de Cronbach igual a .7 (fiabilidad aceptable).

Tabla 7.3
Interpretación de los valores del coeficiente alfa de Cronbach

| Valor de α | Interpretación |
|-------------------|--|
| .90 a 1.00 | Los ítems del factor presentan una fiabilidad excelente |
| .80 a .90 | Los ítems del factor presentan una fiabilidad buena |
| .70 a .80 | Los ítems del factor presentan una fiabilidad aceptable |
| .60 a .70 | Los ítems del factor presentan una fiabilidad débil |
| .50 a .60 | Los ítems del factor presentan una fiabilidad pobre |
| .00 a .50 | Los ítems del factor presentan una fiabilidad no aceptable |

Nota. α : alfa de Cronbach. Fuente: Adaptado de George y Mallery (1995)

En la Tabla 7.4 se presentan los valores de los coeficientes alfa de Cronbach obtenidos para cada factor, así como para el total de los resultados. Entre los factores, se obtuvo un valor mínimo de alfa de Cronbach igual a .68 para IS, y un máximo valor igual a .90 para CUB. Para los resultados totales (20 ítems) el valor del coeficiente fue de .93. Debido a que la mayoría de los valores obtenidos son mayores o iguales a .7, se considera que los resultados poseen una fiabilidad aceptable a excelente (a excepción de IS, cuyos resultados fueron los únicos cuyo alfa de Cronbach fue ligeramente menor a .7, es decir, poseen una fiabilidad débil, pero aceptable), por lo que se pudo sumar las puntuaciones de los enunciados para formar una puntuación total por factor, a fin de realizar la validez de factores y analizar los resultados en las siguientes secciones.

Tabla 7.4
Valores del coeficiente alfa de Cronbach por factores y por el total de resultados

| Factor | Ítems | Alfa de Cronbach |
|--|-------|------------------|
| Expectativa de rendimiento (ER) | 3 | .88 |
| Expectativa de esfuerzo (EE) | 3 | .88 |
| Actitud (ACT) | 3 | .80 |
| Influencia social (IS) | 3 | .68 |
| Condiciones facilitadoras (CF) | 3 | .74 |
| Intención de uso de la tecnología BIM (IUB) | 3 | .82 |
| Comportamiento de uso de la tecnología BIM (CUB) | 2 | .90 |
| Total | 20 | .93 |

Nota. El número de ítems señalado es igual a la cantidad de enunciados correspondientes a cada factor, los cuales fueron los utilizados para el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach.

7.2.2. Validez de factores

Para comprobar la confiabilidad de la encuesta se utilizó la estrategia de validez de factores, la cual utiliza una hipótesis nula (H_0) y una hipótesis alternativa (H_1) para relacionar los factores a través de un análisis de correlaciones bivariadas. Si se acepta H_0 , se rechaza la existencia de una relación lineal significativa entre el par de factores; sin embargo, si se rechaza H_0 , no se rechaza H_1 , es decir, no se rechaza la existencia de una relación lineal

significativa entre los factores. El nivel de confianza seleccionado para esta elección es del 99%, por lo que el nivel de significancia a dos colas correspondiente (p) es igual a .01. A manera de síntesis, la selección de la hipótesis nula o de la hipótesis alternativa se presenta en la Tabla 7.5.

Tabla 7.5
Reglas de decisión de hipótesis para la validez de factores

| Hipótesis | Regla de decisión | Conclusión |
|--|----------------------------------|---|
| H_0 : No existe una relación lineal significativa entre el par de factores | $p > .01$ Se acepta H_0 | Se rechaza la existencia de una relación lineal significativa entre el par de factores |
| H_1 : Existe una relación lineal significativa entre el par de factores | $p \leq .01$ Se rechaza H_0 | No se rechaza la existencia de una relación lineal significativa entre el par de factores |

Nota. H_0 : hipótesis nula; H_1 : hipótesis alternativa; p : nivel de significancia

El análisis de correlaciones bivariadas se realizó por medio de una matriz de correlación producto-momento, donde el coeficiente de correlación utilizado fue rho de Spearman (ρ). El valor de entre coeficiente oscila de -1 a 1, y se puede interpretar de acuerdo al rango al que pertenezca el valor obtenido (Hinkle, Wiersman & Jurs, 2003), tal como se presenta en la Tabla 7.6.

Tabla 7.6
Interpretación de los valores del coeficiente de correlación de Spearman

| Valor de ρ | Interpretación |
|---------------------------|--|
| .90 a 1.00 (-.90 a -1.00) | Los factores presentan una correlación lineal positiva (o negativa) muy alta |
| .70 a .90 (-.70 a -.90) | Los factores presentan una correlación lineal positiva (o negativa) alta |
| .50 a .70 (-.50 a -.70) | Los factores presentan una correlación lineal positiva (o negativa) moderada |
| .30 a .50 (-.30 a -.50) | Los factores presentan una correlación lineal positiva (o negativa) baja |
| .00 a .30 (.00 a -.30) | Los factores presentan una correlación lineal positiva (o negativa) despreciable |

Nota. ρ : coeficiente de correlación de Spearman. Fuente: Adaptado de Hinkle et al. (2003)

En la Tabla 7.7 se presentan los valores del coeficiente de correlación ρ , el nivel de significancia, y el número de parejas de datos analizados para cada par de factores. Esta matriz es cuadrada y simétrica debido al orden de los factores utilizados, y que el análisis se realiza por pares, por lo que se presenta solo la porción triangular inferior de la matriz; asimismo, la diagonal igual a la unidad se genera debido a que contiene las correlaciones de cada factor consigo mismo, y se muestra como referencia para una mejor ubicación visual de los valores.

Como se observa en la Tabla 7.7, se encontró una relación lineal estadísticamente significativa, moderada (con un valor de ρ entre .51 y .63) y directamente proporcional entre los factores ER ($\rho=.63, p<.01$), EE ($\rho=.63, p<.01$), ACT ($\rho=.61, p<.01$) e IS ($\rho=.54, p<.01$) con el factor IUB, y entre los factores IS ($\rho=.51, p<.01$) y CF ($\rho=.56, p<.01$) con CUB.

Tabla 7.7
Matriz de correlación producto-momento de Spearman

| | | ER | EE | ACT | IS | CF | IUB | CUB |
|-----|-----------------|------|------|------|------|------|------|-----|
| ER | ρ | 1 | | | | | | |
| | p (bilateral) | | | | | | | |
| | N | 175 | | | | | | |
| EE | ρ | .63* | 1 | | | | | |
| | p (bilateral) | .000 | | | | | | |
| | N | 175 | 175 | | | | | |
| ACT | ρ | .68* | .59* | 1 | | | | |
| | p (bilateral) | .000 | .000 | | | | | |
| | N | 175 | 175 | 175 | | | | |
| IS | ρ | .49* | .48* | .51* | 1 | | | |
| | p (bilateral) | .000 | .000 | .000 | | | | |
| | N | 175 | 175 | 175 | 175 | | | |
| CF | ρ | .34* | .49* | .36* | .51* | 1 | | |
| | p (bilateral) | .000 | .000 | .000 | .000 | | | |
| | N | 175 | 175 | 175 | 175 | 175 | | |
| IUB | ρ | .63* | .63* | .61* | .54* | .41* | 1 | |
| | p (bilateral) | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | | |
| | N | 175 | 175 | 175 | 175 | 175 | 175 | |
| CUB | ρ | .30* | .47* | .30* | .51* | .56* | .44* | 1 |
| | p (bilateral) | .000 | .000 | .002 | .000 | .000 | .000 | |
| | N | 175 | 175 | 175 | 175 | 175 | 175 | 175 |

Nota. ρ : coeficiente de correlación de Spearman; p : nivel de significancia, N : número de pares de datos, ER: expectativa de rendimiento, EE: expectativa de esfuerzo, ACT: actitud, IS: influencia social, CF: condiciones facilitadoras, IUB: intención de uso de la tecnología BIM, CUB: comportamiento de uso de la tecnología BIM

* La correlación es significativa en el nivel .01 (bilateral).

7.3. Análisis estadístico de los resultados

7.3.1. Análisis estadístico descriptivo

En esta sección se presentan los resultados obtenidos al analizar e interpretar los datos de las encuestas a través de un análisis estadístico descriptivo. Para ello, se utilizaron tablas para presentar la distribución de frecuencias absolutas y relativas porcentuales, la media aritmética de los resultados (M), su desviación estándar (DE), y su asimetría (As).

Los cálculos se realizaron con el software Excel. Asimismo, se utilizaron figuras a fin de visualizar la distribución de los resultados e identificar la moda.

Expectativa de rendimiento (ER)

El factor ER tiene como objetivo medir el grado en que el profesional de la construcción cree que BIM le generará beneficios en su trabajo, para lo cual se compone de tres enunciados, los cuales obtuvieron un valor de alfa de Cronbach igual a .88, es decir, están interrelacionados y presentaron una fiabilidad buena. Los resultados de los enunciados ER-1 ($ME=3.95$, $DE=0.74$ y $As=-0.61$), ER-2 ($ME=3.97$, $DE=0.72$ y $As=-0.51$) y ER-3 ($ME=4.02$, $DE=0.73$ y $As=-0.40$) se presentan en la Tabla 7.8 y se representan en la Figura 7.6.

Los valores de las medias obtenidas en los tres enunciados indican que los profesionales de la construcción estuvieron de acuerdo tanto en la utilidad que les generaría aplicar BIM en su trabajo, como en el incremento de su productividad que produciría.

Tabla 7.8
Resultados y estadísticos descriptivos de los ítems del factor expectativa de rendimiento

| Código del enunciado | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | M | DE | As |
|----------------------|-----------|-------------|---------------|----------------|---------------|------|-----|------|
| ER-1 | 0 (0%) | 8 (4.6%) | 28 (16.0%) | 103 (58.8%) | 36 (20.6%) | 3.95 | 0.7 | -0.6 |
| ER-2 | 0 (0%) | 6 (3.4%) | 30 (17.2%) | 102 (58.3%) | 37 (21.1%) | 3.97 | 0.7 | -0.5 |
| ER-3 | 0 (0%) | 4 (2.3%) | 32 (18.3%) | 95 (54.3%) | 44 (25.1%) | 4.02 | 0.7 | -0.4 |

Nota. M: media aritmética, DE: desviación estándar, As: asimetría

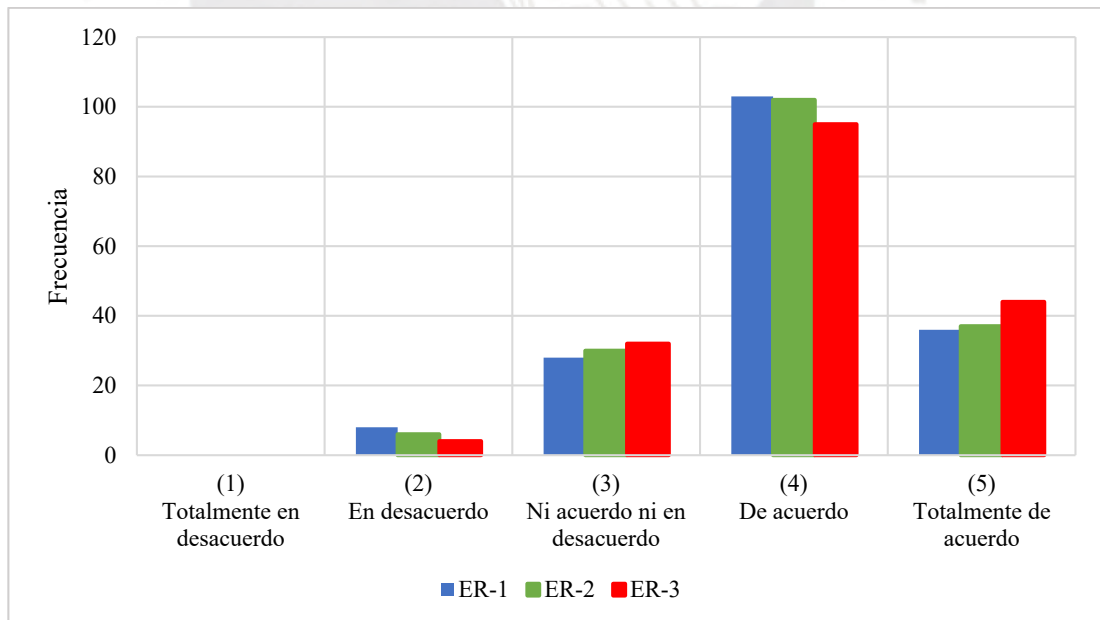


Figura 7.6 Representación visual de los resultados del factor expectativa de rendimiento

Expectativa de esfuerzo (EE)

El factor EE tiene como objetivo medir el grado de facilidad asociado al uso de BIM del profesional de la construcción, para lo cual se compone de tres enunciados, los cuales obtuvieron un valor de alfa de Cronbach igual a .88, es decir, están interrelacionados y presentaron una fiabilidad buena. Los resultados de los enunciados EE-1 ($ME=3.63$, $DE=0.91$ y $As=-0.46$), EE-2 ($ME=3.74$, $DE=0.84$ y $As=-0.32$) y EE-3 ($ME=3.62$, $DE=0.89$ y $As=-0.43$) se presentan en la Tabla 7.9 y se representan en la Figura 7.7.

Los valores de las medias obtenidas en los tres enunciados indican que los profesionales de la construcción estuvieron parcialmente de acuerdo en la tener una interacción clara y entendible con BIM. De la misma manera, estuvieron parcialmente de acuerdo con que sería fácil para ellos aprender a trabajar con BIM, así como utilizarlo.

Tabla 7.9
Resultados y estadísticos descriptivos de los ítems del factor expectativa de esfuerzo

| Código del enunciado | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | M | DE | As |
|----------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|------|-----|------|
| EE-1 | 3 (1.7%) | 15 (8.6%) | 53 (30.3%) | 77 (44.0%) | 27 (15.4%) | 3.63 | 0.9 | -0.5 |
| EE-2 | 1 (0.6%) | 10 (5.7%) | 53 (30.3%) | 80 (45.7%) | 31 (17.7%) | 3.74 | 0.8 | -0.3 |
| EE-3 | 3 (1.7%) | 13 (7.4%) | 57 (32.6%) | 76 (43.4%) | 26 (14.9%) | 3.62 | 0.9 | -0.4 |

Nota. M: media aritmética, DE: desviación estándar, As: asimetría

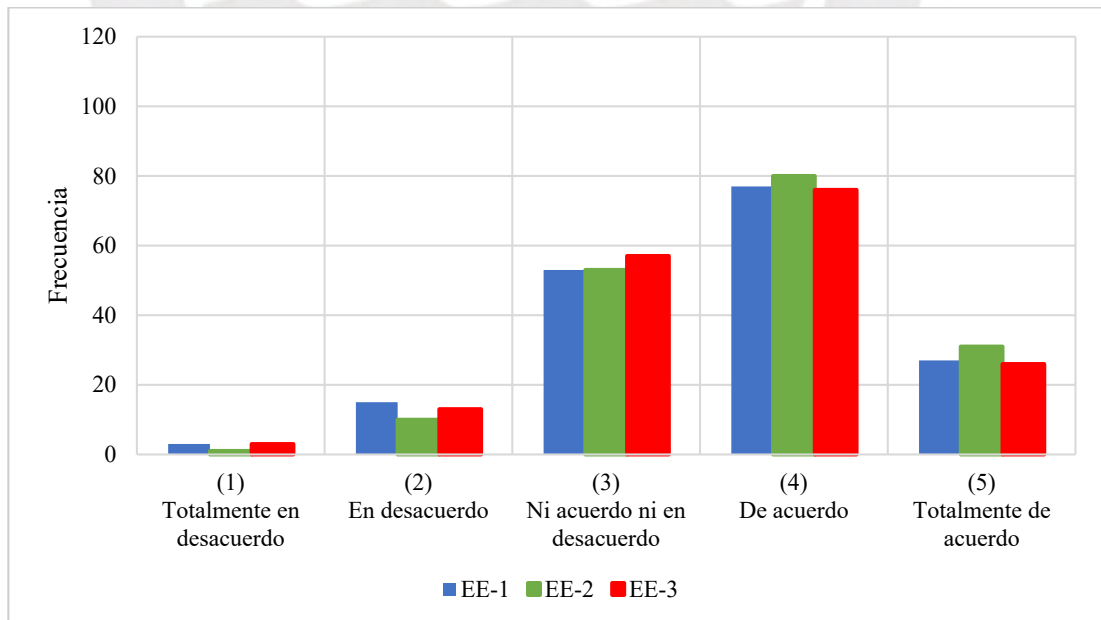


Figura 7.7 Representación visual de los resultados del factor expectativa de esfuerzo

Actitud (ACT)

El factor ACT tiene como objetivo medir la disposición del profesional de la construcción sobre el uso de BIM, para lo cual se compone de tres enunciados, los cuales obtuvieron un valor de alfa de Cronbach igual a .80, es decir, están interrelacionados y presentaron una fiabilidad buena. Los resultados de los enunciados ACT-1 ($ME=4.25$, $DE=0.65$ y $As=-0.55$), ACT-2 ($ME=4.00$, $DE=0.76$ y $As=-0.80$) y ACT-3 ($ME=3.84$, $DE=0.79$ y $As=-0.14$) se presentan en la Tabla 7.10 y se representan en la Figura 7.8.

Los valores de las medias obtenidas en los tres enunciados indican que los profesionales de la construcción están de acuerdo en que BIM es una buena idea que haría su trabajo más interesante y les gustaría utilizarlo en el trabajo. Cabe mencionar que en el caso particular del enunciado ACT-3, una porción importante no mayoritaria (29.71%) de los profesionales encuestados consideran no estar ni acuerdo ni en desacuerdo con querer usar BIM en el trabajo a pesar de sí considerarla una buena idea.

Tabla 7.10
Resultados y estadísticos descriptivos de los ítems del factor actitud

| Código del enunciado | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | M | DE | As |
|----------------------|-------------|-------------|---------------|----------------|---------------|------|-----|------|
| ACT-1 | 0 (0%) | 2 (1.1%) | 15 (8.6%) | 96 (54.9%) | 62 (35.4%) | 4.25 | 0.7 | -0.5 |
| ACT-2 | 1 (0.6%) | 6 (3.4%) | 26 (14.9%) | 101 (57.7%) | 41 (23.4%) | 4.00 | 0.8 | -0.8 |
| ACT-3 | 0 (0%) | 6 (3.4%) | 52 (29.7%) | 81 (46.3%) | 36 (20.6%) | 3.84 | 0.8 | -0.1 |

Nota. M: media aritmética, DE: desviación estándar, As: asimetría

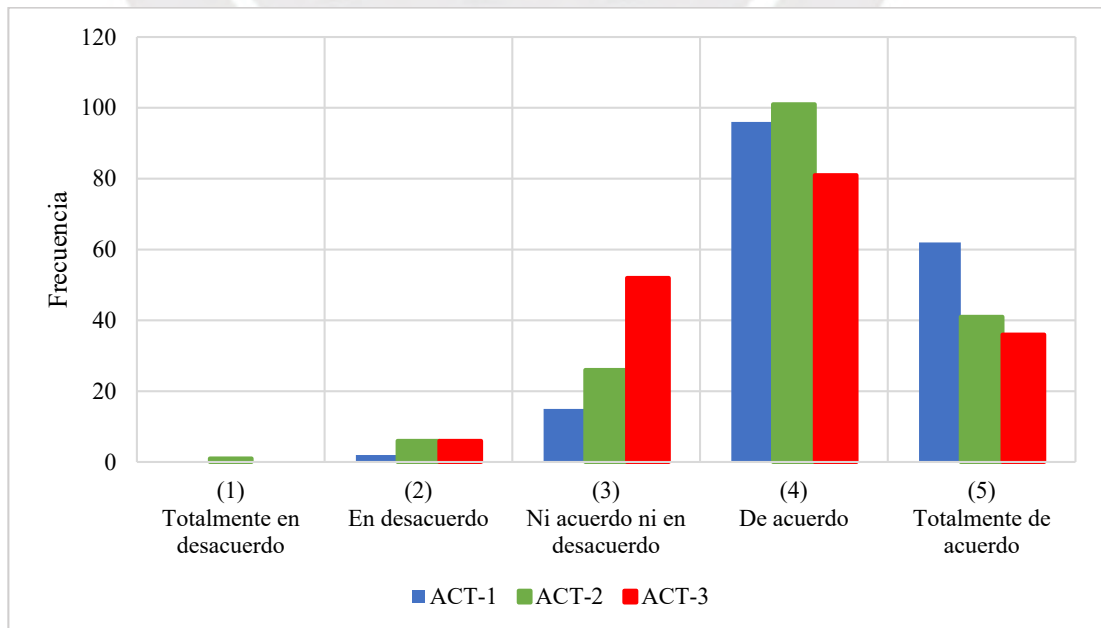


Figura 7.8 Representación visual de los resultados del factor actitud

Influencia social (IS)

El factor IS tiene como objetivo medir el grado en que el profesional de la construcción cree que personas importantes a él (como lo pueden ser colegas) creen que debería usar BIM, para lo cual se compone de tres enunciados, los cuales obtuvieron un valor de alfa de Cronbach igual a .68, es decir, están ligeramente interrelacionados y presentaron una fiabilidad débil. Los resultados de los enunciados IS-1 ($ME=3.87$, $DE=0.80$ y $As=-0.50$), IS-2 ($ME=3.19$, $DE=1.03$ y $As=0.03$) y IS-3 ($ME=3.01$, $DE=1.08$ y $As=0.14$) se presentan en la Tabla 7.11 y se representan en la Figura 7.9.

El valor de la media obtenida en el enunciado IS-1 indica que los profesionales de la construcción están ligeramente de acuerdo con que personas importantes a ellos (e.g., colegas) creen que deberían usar BIM, mientras que el valor de las medias de los enunciados IS-2 e IS-3 indican que los profesionales encuestados no están de acuerdo ni en desacuerdo en que la alta gerencia de sus empresas, y la empresa en general, ha sido útil o apoya el uso de BIM.

Tabla 7.11
Resultados y estadísticos descriptivos de los ítems del factor influencia social

| Código del enunciado | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | M | DE | As |
|----------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------|-----|------|
| IS-1 | 0 (0%) | 11 (6.3%) | 36 (20.6%) | 93 (53.1%) | 35 (20.0%) | 3.87 | 0.8 | -0.5 |
| IS-2 | 7 (4.0%) | 38 (21.7%) | 65 (37.2%) | 45 (25.7%) | 20 (11.4%) | 3.19 | 1.0 | 0.0 |
| IS-3 | 11 (6.3%) | 50 (28.6%) | 57 (32.6%) | 40 (22.8%) | 17 (9.7%) | 3.01 | 1.1 | 0.1 |

Nota. M: media aritmética, DE: desviación estándar, As: asimetría

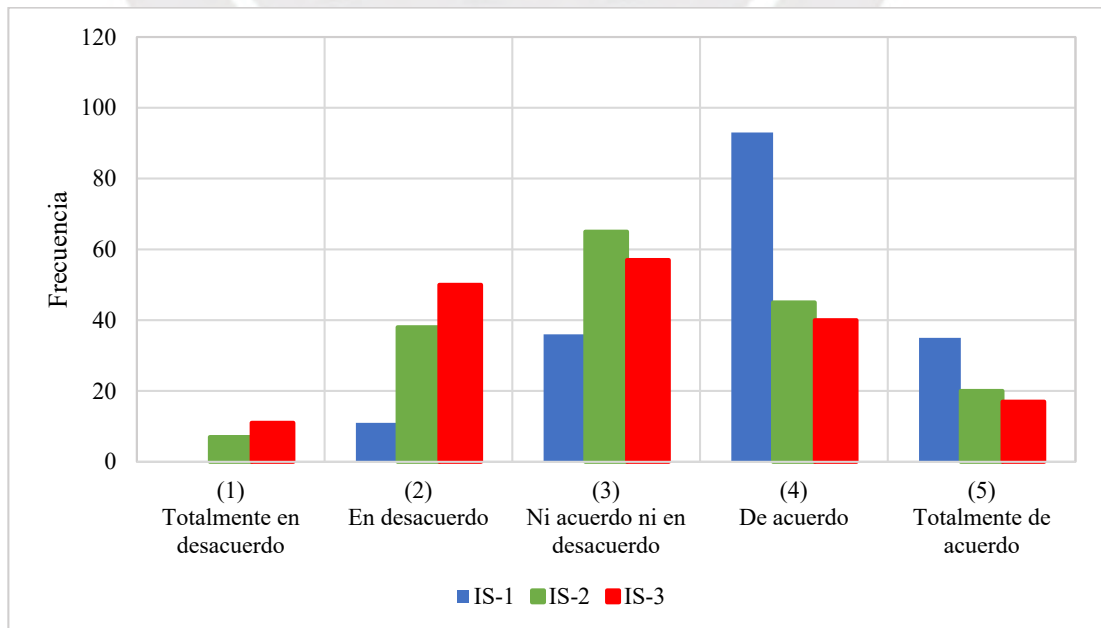


Figura 7.9 Representación visual de los resultados del factor influencia social

Condiciones facilitadoras (CF)

El factor CF tiene como objetivo medir el grado en que el profesional de la construcción cree que existe una infraestructura organizada que apoye al uso de BIM, para lo cual se compone de tres enunciados, los cuales obtuvieron un valor de alfa de Cronbach igual a .74, es decir, están interrelacionados y presentaron una fiabilidad aceptable. Los resultados de los enunciados CF-1 ($ME=3.21$, $DE=1.04$ y $As=-0.20$), CF-2 ($ME=3.51$, $DE=0.96$ y $As=-0.51$) y CF-3 ($ME=3.21$, $DE=1.04$ y $As=-0.28$) se presentan en la Tabla 7.12 y se representan en la Figura 7.10.

El valor de la media del enunciado CF-2 indica que los profesionales de la construcción están ligeramente de acuerdo en tener los conocimientos necesarios para trabajar con BIM, mientras que los valores de las medias de CF-1 y CF-3 indican que los profesionales no están de acuerdo ni en desacuerdo en tener los recursos necesarios para trabajar con BIM, así como de tener a alguien que pueda ayudarlos en caso de tener alguna dificultad con BIM.

Tabla 7.12
Resultados y estadísticos descriptivos de los ítems del factor condiciones facilitadoras

| Código del enunciado | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | M | DE | As |
|----------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------|-----|------|
| CF-1 | 8 (4.6%) | 40 (22.8%) | 50 (28.6%) | 62 (35.4%) | 15 (8.6%) | 3.21 | 1.0 | -0.2 |
| CF-2 | 4 (2.3%) | 26 (14.8%) | 43 (24.6%) | 81 (46.3%) | 21 (12.0%) | 3.51 | 1.0 | -0.5 |
| CF-3 | 9 (5.2%) | 38 (21.7%) | 49 (28.0%) | 65 (37.1%) | 14 (8.0%) | 3.21 | 1.0 | -0.3 |

Nota. M: media aritmética, DE: desviación estándar, As: asimetría

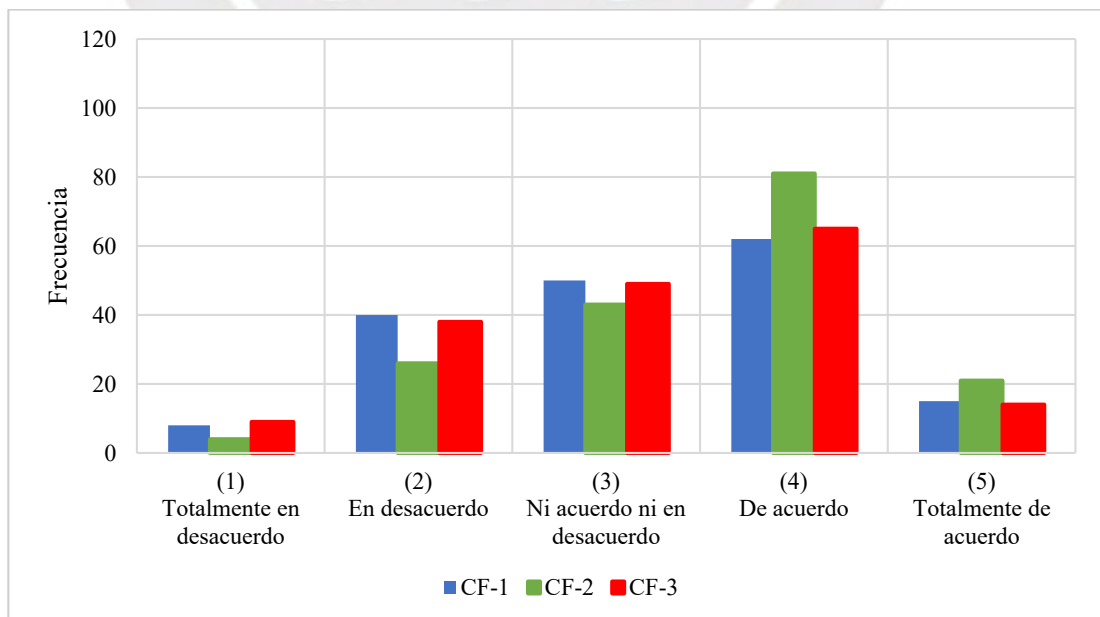


Figura 7.10 Representación visual de los resultados del factor condiciones facilitadoras

Intención de uso de la tecnología BIM (IUB)

El factor IUB pretende predecir la intención del profesional de la construcción para utilizar BIM, para lo cual se compone de tres enunciados, los cuales obtuvieron un valor de alfa de Cronbach igual a .82, es decir, están interrelacionados y presentaron una fiabilidad buena. Los resultados de los enunciados IUB-1 ($ME=3.89$, $DE=0.81$ y $As=-1.00$), IUB-2 ($ME=4.09$, $DE=0.79$ y $As=-1.44$) y IUB-3 ($ME=3.66$, $DE=1.00$ y $As=-0.63$) se presentan en la Tabla 7.13 y se representan en la Figura 7.11.

Los valores de las medidas de los tres enunciados indican que los profesionales de la construcción están de acuerdo en la idea de trabajar con BIM en un futuro próximo, ya sea la opción de realizarlo lo más pronto posible (IUB-1) o en los próximos 3 años (IUB-2); asimismo, los encuestados están ligeramente de acuerdo en trabajar con BIM en su próximo proyecto a desarrollar (IUB-3).

Tabla 7.13
Resultados y estadísticos descriptivos de los ítems del factor intención de uso de la tecnología BIM

| Código del enunciado | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | M | DE | As |
|----------------------|-------------|--------------|---------------|----------------|---------------|------|-----|------|
| IUB-1 | 3 (1.7%) | 6 (3.4%) | 31 (17.7%) | 102 (58.3%) | 33 (18.9%) | 3.89 | 0.8 | -1.0 |
| IUB-2 | 4 (2.3%) | 2 (1.2%) | 17 (9.7%) | 104 (59.4%) | 48 (27.4%) | 4.09 | 0.8 | -1.4 |
| IUB-3 | 6 (3.4%) | 15 (8.6%) | 46 (26.3%) | 74 (42.3%) | 34 (19.4%) | 3.66 | 1.0 | -0.6 |

Nota. M: media aritmética, DE: desviación estándar, As: asimetría

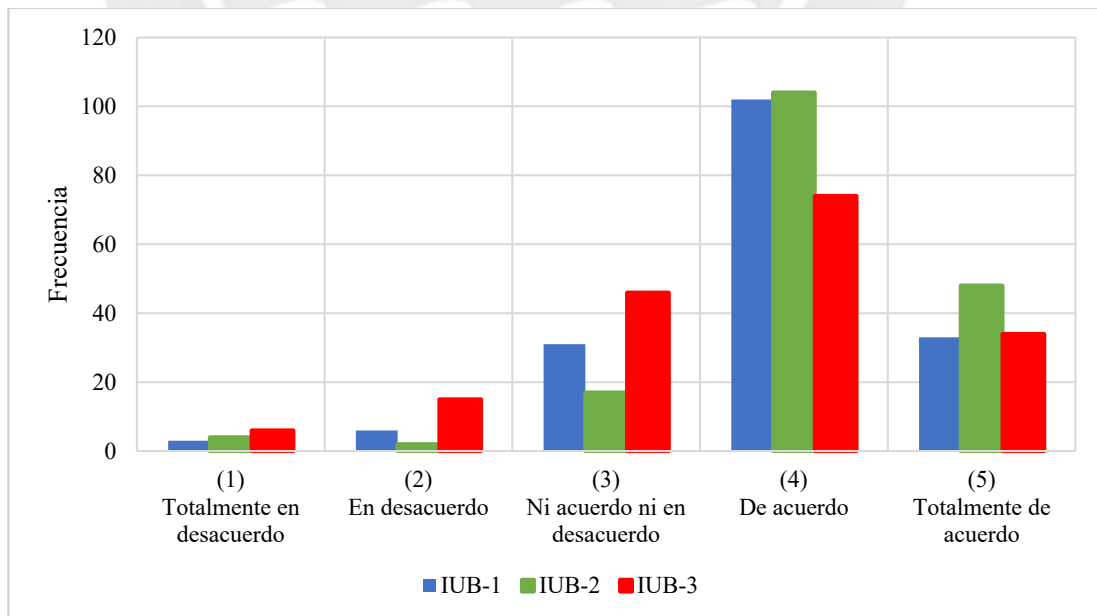


Figura 7.11 Representación visual de los resultados del factor intención de uso de la tecnología BIM

Comportamiento de uso de la tecnología BIM (CUB)

El factor CUB tiene como objetivo medir el grado de intervención del profesional de la construcción con la tecnología BIM, para lo cual se compone de dos enunciados, los cuales obtuvieron un valor de alfa de Cronbach igual a .90, es decir, están interrelacionados y presentaron una fiabilidad excelente. Los resultados de los enunciados CUB-1 ($ME=2.63$, $DE=1.28$ y $As=0.42$) y CUB-2 ($ME=2.55$, $DE=1.33$ y $As=0.52$) se presentan en la Tabla 7.14 y se representan en la Figura 7.12.

Los valores de las medias de los dos enunciados indican que los profesionales de la construcción están, en su mayoría, en desacuerdo con los enunciados que afirman que BIM se usa en su trabajo o en su empresa en general. Sin embargo, como se aprecia en la Figura 7.12, se presenta una considerable dispersión de los resultados (lo cual se refleja también en las elevadas desviaciones estándar de ambos enunciados) debido a la porción minoritaria de los profesionales encuestados que sí usan BIM.

Tabla 7.14
Resultados y estadísticos descriptivos de los ítems del factor comportamiento de uso de la tecnología BIM

| Código del enunciado | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | M | DE | As |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------|-----|-----|
| CUB-1 | 36 (20.6%) | 61 (34.8%) | 27 (15.4%) | 33 (18.9%) | 18 (10.3%) | 2.63 | 1.3 | 0.4 |
| CUB-2 | 47 (26.8%) | 57 (32.6%) | 23 (13.1%) | 29 (16.6%) | 19 (10.9%) | 2.55 | 1.3 | 0.5 |

Nota. M: media aritmética, DE: desviación estándar, As: asimetría

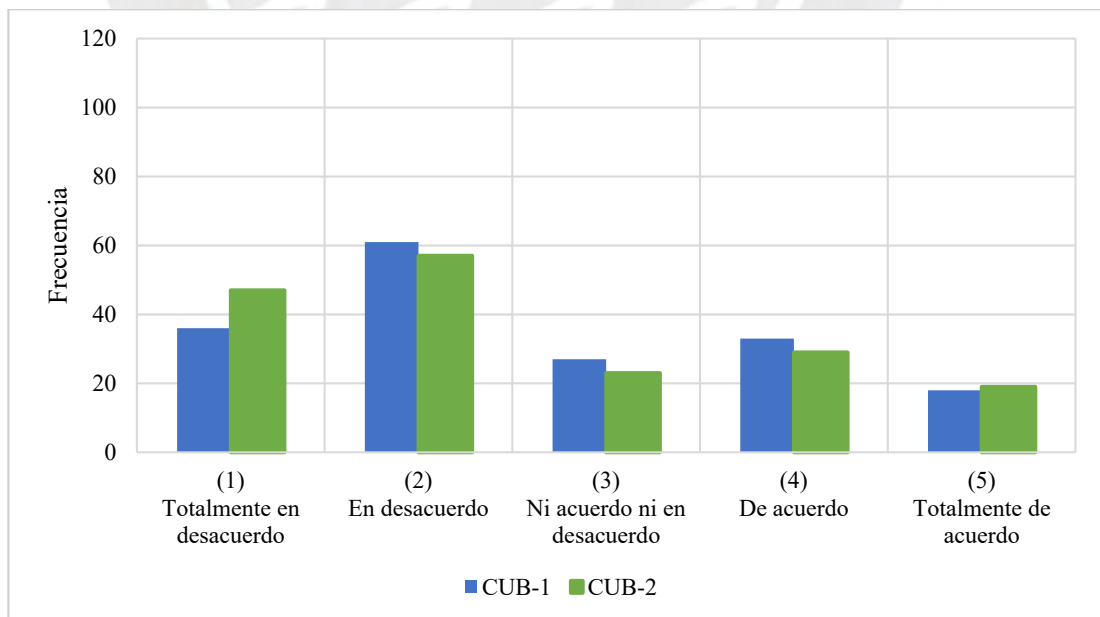


Figura 7.12 Representación visual de los resultados del factor comportamiento de uso de la tecnología BIM

7.3.2. Análisis estadístico inferencial

En esta sección se presentan los resultados obtenidos tras realizar dos análisis de regresión lineal con método escalonado. El primero de ellos se realizó considerando a la variable IUB como dependiente, mientras que el segundo se realizó considerando a la variable CUB como dependiente.

De manera similar a lo explicado en la validez de factores, para comprobar si una variable independiente influye positivamente (i.e., es una variable predictora) a una variable dependiente se utiliza una hipótesis nula (H_0) y una hipótesis alternativa (H_1), cuya regla de decisión para la identificación de las variables predictoras se basa en comparar el nivel de significancia dado por el t -valor con el nivel de significancia relacionado al nivel de confianza del análisis de regresión. El nivel de confianza seleccionado para esta elección es del 95%, por lo que el nivel de significancia correspondiente (p) es igual a .05. Por lo tanto, si el nivel de significancia dado por el t -valor es menor o igual a .05, se rechaza H_0 (se acepta H_1); de otro modo, se acepta H_0 . Las hipótesis alternativas (hipótesis) se desarrollaron en el CAPÍTULO 4 del presente estudio, y se resumen en la Tabla 7.15.

Tabla 7.15
Hipótesis del modelo de adopción BIM

| Hipótesis | Descripción |
|------------------|--|
| Hipótesis 1 (H1) | La variable ACT tendrá una influencia positiva sobre la variable IUB |
| Hipótesis 2 (H2) | La variable ER tendrá una influencia positiva sobre la variable IUB |
| Hipótesis 3 (H3) | La variable EE tendrá una influencia positiva sobre la variable IUB |
| Hipótesis 4 (H4) | La variable IS tendrá una influencia positiva sobre la variable IUB |
| Hipótesis 5 (H5) | La variable ACT tendrá una influencia positiva sobre la variable CUB |
| Hipótesis 6 (H6) | La variable CF tendrá una influencia positiva sobre la variable CUB |
| Hipótesis 7 (H7) | La variable IUB tendrá una influencia positiva sobre la variable CUB |
| Hipótesis 8 (H8) | La variable moderadora experiencia tendrá una influencia positiva sobre la relación entre las variables ER e IUB |

Nota. Se presentan los códigos de identificación de las hipótesis junto a estas.
IS: influencia social, ER: expectativa de rendimiento, EE: expectativa de esfuerzo, ACT: actitud, CF: condiciones facilitadoras, IUB: intención de uso de la tecnología BIM, CUB: comportamiento de uso de la tecnología BIM

Intención de uso de la tecnología BIM (IUB)

Los resultados del análisis de regresión lineal para identificar las variables predictoras de la variable intención de uso de la tecnología BIM se presentan en la Tabla 7.16. Estos resultados muestran que las variables expectativa de esfuerzo ($\beta=.333, p<.05$), influencia social ($\beta=.244, p<.05$) y expectativa de rendimiento ($\beta=.280, p<.05$) influyen positivamente en la intención de uso de la tecnología BIM por parte de los profesionales de la construcción; por lo tanto, las hipótesis H2, H3 y H4 se aceptan. Por otro lado, los resultados muestran que la variable actitud

($\beta=.064$, $p=.441$) no tiene una influencia sobre la intención de uso de la tecnología BIM dado que su nivel de significancia es mayor que .05 ($p>.05$); por lo tanto, la hipótesis H1 se rechaza.

Que la hipótesis H2 se acepte quiere decir que cuando los profesionales de la construcción consideren que BIM es útil e incrementa su productividad en su trabajo, esto aumenta sus intenciones de usar BIM. Por su parte, que la hipótesis H3 se acepte quiere decir que cuando los profesionales de la construcción esperan que BIM sea fácil de usar, esto también aumentará sus intenciones de usarlo. Asimismo, que la hipótesis H4 se acepte quiere decir que cuando colegas o personas importantes para los profesionales de la construcción crean o le sugieran que deberían usar BIM, o tengan el apoyo de su entorno laboral para su aplicación, esto aumenta sus intenciones de dicha tecnología.

Tabla 7.16
Análisis de regresión lineal del factor intención de uso de la tecnología BIM

| | <i>B</i> | β | <i>t</i> -valor | <i>p</i> |
|-------------------------|----------|---------|-----------------|----------|
| EE | .316 | .333 | 4.529* | .000 |
| IS | .238 | .244 | 3.915* | .000 |
| ER | .319 | .280 | 3.821* | .000 |
| ACT | | .064 | 0.772* | .441 |
| R ² | .513 | | | |
| R ² ajustado | .505 | | | |

Nota. *B*: coeficiente beta no estandarizado, β : coeficiente beta estandarizado, *t*: valor de la *t* de Student, *p*: nivel de significancia, R²: coeficiente de determinación, EE: expectativa de esfuerzo, IS: influencia social, ER: expectativa de rendimiento, ACT: actitud
* La influencia positiva es significativa en el nivel .05.

Comportamiento de uso de la tecnología BIM (CUB)

Los resultados del análisis de regresión lineal para identificar las variables predictoras de la variable comportamiento de uso de la tecnología BIM se presentan en la Tabla 7.17. Estos resultados muestran que las variables condiciones facilitadoras ($\beta=.464$, $p<.05$) e intención de uso de la tecnología BIM ($\beta=.269$, $p<.05$) influyen positivamente en el comportamiento de uso de la tecnología BIM por parte de los profesionales de la construcción; por lo tanto, las hipótesis H6 y H7 se aceptan. Por otro lado, los resultados muestran que la variable actitud ($\beta=.042$, $p=.559$) no tiene una influencia sobre el comportamiento de uso de la tecnología BIM dado que su nivel de significancia es mayor que .05 ($p>.05$); por lo tanto, la hipótesis H5 se rechaza.

Que la hipótesis H6 se acepte quiere decir que cuando los profesionales de la construcción reciban más condiciones facilitadoras, como recursos de software necesarios para la aplicación de BIM o ayuda de un profesional capacitado ante dificultades en el uso de esta tecnología, usarán BIM con más frecuencia. Por otro lado, que se acepte la hipótesis H7 quiere decir que se verifica la relación entre las dos variables dependientes del modelo, siento la intención de

uso de la tecnología BIM la predictora del comportamiento de uso. Esto quiere decir que cuando los profesionales de la construcción tengan más intenciones de usar BIM, concretizarán la idea y usarán BIM con más frecuencia.

Tabla 7.17

Análisis de regresión lineal del factor comportamiento de uso de la tecnología BIM

| | <i>B</i> | β | <i>t</i> -valor | <i>p</i> |
|-------------------------|----------|---------|-----------------|----------|
| CF | .471 | .464 | 6.995* | .000 |
| IUB | .299 | .269 | 4.054* | .000 |
| ACT | | .042 | 0.585* | .559 |
| R ² | .401 | | | |
| R ² ajustado | .394 | | | |

Nota. *B*: coeficiente beta no estandarizado, β : coeficiente beta estandarizado, *t*: valor de la *t* de Student, *p*: nivel de significancia, R²: coeficiente de determinación, CF: condiciones facilitadoras, IUB: intención de uso de la tecnología BIM

* La influencia positiva es significativa en el nivel .05.

Otras variables

Experiencia

En el caso de la variable moderadora experiencia, se rechaza la hipótesis H8 debido a que esta variable no influye positivamente en la relación entre la variable expectativa de rendimiento e intención de uso de la tecnología BIM. A pesar de que la hipótesis H2 fue aceptada (i.e., la variable expectativa de rendimiento tiene una influencia positiva sobre la variable intención de uso de la tecnología BIM), la variable experiencia no influye significativamente en la expectativa de rendimiento del profesional de la construcción de acuerdo a la prueba *t* realizada para muestras independientes, la cual se presenta en la Tabla 7.18. Esta prueba *t* se realizó a un nivel de confianza del 95% y considerando el supuesto de normalidad de acuerdo a la prueba Kolmogorov-Smirnov realizado para el total de las muestras, la cual no fue realizada para la variable expectativa de rendimiento debido a su asimetría; asimismo, se consideró como punto de corte de la variable experiencia la edad de 8 años, dado que otorga un número de datos similar, estadísticos descriptivos (media, varianza y desviación estándar) similares, y es una cantidad de años suficiente para considerar a un profesional de la construcción como experimentado en nuestra realidad local.

Como se observa en la prueba *t*, debido a que el nivel de significancia ($p=.955$) es mayor al nivel de significancia a dos colas de la prueba *t* igual a .05, no existe diferencia significativa entre las medias de las variables experiencia con la variable expectativa de rendimiento, a pesar de la cercanía de los valores presentados. Por lo tanto, los años de experiencia laboral de los profesionales no influyen en el grado en el que creen que BIM les generará beneficios.

Tabla 7.18
Prueba t para las muestras independientes de expectativa de rendimiento y experiencia

| Expectativa de rendimiento | Experiencia | |
|----------------------------|----------------|------------------------|
| | Menor a 8 años | Mayor o igual a 8 años |
| Número de datos | 83 | 92 |
| Media | 11.9 | 12.0 |
| Desviación estándar | 1.8 | 2.1 |
| <i>t</i> | | -.056* |
| <i>p</i> (bilateral) | | .955 |

Nota. *t*: valor de la *t* de Student, *p*: nivel de significancia

* Se acepta la hipótesis nula H_0 : no existe diferencia significativa entre las medias de las variables.

** La influencia positiva es significativa en el nivel .05 (bilateral). Se rechaza la hipótesis nula H_0 .

De esta manera, el modelo de adopción BIM, de acuerdo a los resultados obtenidos por regresión lineal y con las hipótesis aceptadas, se presenta en la Figura 7.13. En este modelo revisado se eliminó la variable actitud por no ser predictora de la intención de uso ni del comportamiento de uso de la tecnología BIM en los profesionales de la construcción; asimismo, se eliminó la variable experiencia por no influir en la intención de usar BIM de los profesionales de la construcción.

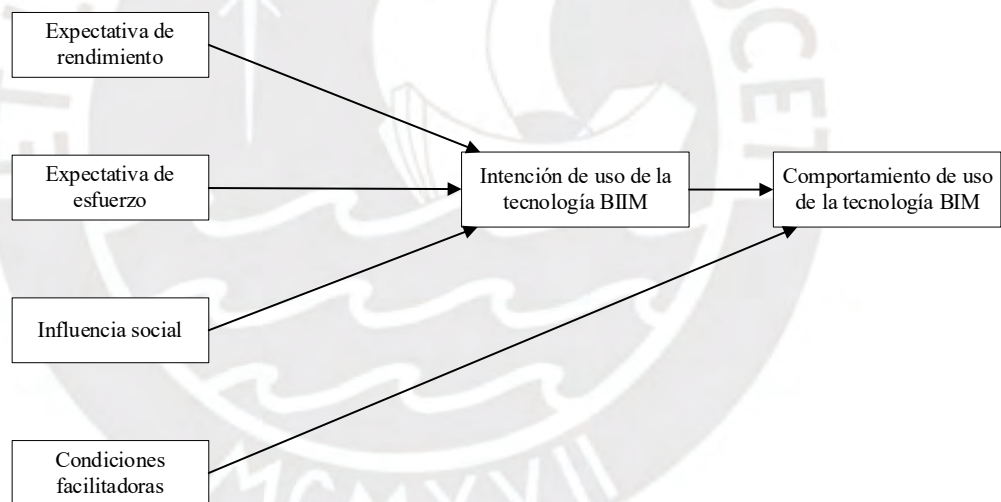


Figura 7.13 Modelo UTAUT aplicado a la adopción BIM – revisado y basado en regresión lineal

CAPÍTULO 8. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Discusión y conclusiones

8.1.1. Conclusiones sobre el modelo de adopción BIM y sus variables

Sobre el modelo de adopción BIM

El modelo UTAUT modificado y aplicado a la adopción de BIM demostró ser capaz de predecir la aceptación de la tecnología BIM y entender las percepciones individuales de los profesionales de la construcción para trabajar con esta tecnología.

La capacidad de este modelo se debe a su poder predictivo y explicativo a través de sus variables independientes expectativa de rendimiento, expectativa de esfuerzo e influencia social sobre la variable dependiente intención de uso de la tecnología BIM, así como de las variables condiciones facilitadoras e intención de uso de la tecnología BIM sobre la variable dependiente comportamiento de uso de la tecnología BIM de los profesionales de la construcción.

A manera de síntesis, en la Tabla 8.1 se presentan los resultados de las hipótesis propuestas para el modelo de adopción BIM, los cuales se comentarán en las siguientes secciones.

Tabla 8.1
Resultados de las hipótesis propuestas

| Hipótesis | Descripción | Resultado |
|------------------|--|-----------|
| Hipótesis 1 (H1) | La variable ACT tendrá una influencia positiva sobre la variable IUB | Rechazada |
| Hipótesis 2 (H2) | La variable ER tendrá una influencia positiva sobre la variable IUB | Aceptada |
| Hipótesis 3 (H3) | La variable EE tendrá una influencia positiva sobre la variable IUB | Aceptada |
| Hipótesis 4 (H4) | La variable IS tendrá una influencia positiva sobre la variable IUB | Aceptada |
| Hipótesis 5 (H5) | La variable ACT tendrá una influencia positiva sobre la variable CUB | Rechazada |
| Hipótesis 6 (H6) | La variable CF tendrá una influencia positiva sobre la variable CUB | Aceptada |
| Hipótesis 7 (H7) | La variable IUB tendrá una influencia positiva sobre la variable CUB | Aceptada |
| Hipótesis 8 (H8) | La variable moderadora experiencia tendrá una influencia positiva sobre la relación entre las variables ER e IUB | Rechazada |

Nota. Se presentan los códigos de identificación de las hipótesis junto a estas.

ACT: actitud, ER: expectativa de rendimiento, EE: expectativa de esfuerzo, IS: influencia social, CF: condiciones facilitadoras, IUB: intención de uso de la tecnología BIM, CUB: comportamiento de uso de la tecnología BIM

Sobre las variables predictoras

Se identificaron las variables predictoras (i.e., aquellas que influyen positivamente) de las variables dependientes del modelo de adopción BIM a través de un análisis de regresión lineal. De esta manera, se concluye que las variables ER, EE e IS influyen positivamente en la variable IUB, y que las variables CF e IUB influyen positivamente en la variable CUB.

Expectativa de rendimiento (ER)

Se concluye que la variable expectativa de rendimiento influye positivamente en la intención de uso de la tecnología BIM, por lo que se acepta la hipótesis H2, lo cual quiere decir que mientras más útil le parezca al profesional de la construcción el uso de BIM en su trabajo, este tendrá más intenciones de usar esta tecnología.

De esta manera, se concluye además que, en nuestra realidad local, conocer los beneficios que generaría utilizar BIM en el trabajo aumentaría la intención de usar esta tecnología en los profesionales de la construcción, lo cual puede promoverse con capacitaciones dentro de los respectivos ambientes laborales y con conferencias. Sin embargo, es importante considerar la desinformación de los clientes acerca de BIM, cuya preocupación por el costo del diseño y de la construcción del proyecto, puede hacer desistir a los profesionales de proponer el uso de BIM, especialmente para los proyectos de menor envergadura, por lo cual terminan decidiendo realizar métodos de diseño 2D tradicionales.

Expectativa de esfuerzo (EE)

Se concluye que la variable expectativa de esfuerzo influye positivamente en la intención de uso de la tecnología BIM, por lo que se acepta la hipótesis H3, lo cual quiere decir que mientras más fácil le parezca al profesional de la construcción el uso de BIM, este tendrá más intenciones de usar esta tecnología.

De esta manera, se concluye además que, en nuestra realidad local, la creación de tecnologías fáciles de usar anima al usuario final a utilizarla para, al menos, verificarlo autodidactamente. Esta oportunidad puede abrir una brecha para captar a más profesionales de la construcción con ayuda de condiciones facilitadoras como softwares actualizados que faciliten el flujo de intercambio de información sin generar complicaciones, o la presencia de un profesional o equipo de profesionales capacitados que ayude ante cualquier complicación durante la aplicación de BIM. Este equipo debe tener, adicional y preferiblemente, experiencia en construcción para dar mayor credibilidad a los modelos e información a generar, así como confianza en el profesional como parte del equipo que solicite su ayuda.

Influencia social (IS)

Se concluye que la variable influencia social influye positivamente en la intención de uso de la tecnología BIM, por lo que se acepta la hipótesis H4, lo cual quiere decir que la opinión de personas cercanas o importantes para el profesional de la construcción influyen en sus intenciones de usar BIM.

Lo anterior mencionado podría deberse a que, al presente año 2021, se ha dado a conocer más acerca de los planes de incorporación progresiva de BIM en, por ejemplo, la inversión pública, como es el caso del Plan BIM Perú, por medio de conferencias y charlas realizadas por entidades como el Colegio de Ingenieros del Perú. De esta manera, se ha expandido el conocimiento de la existencia y beneficios de BIM entre los profesionales de la construcción, por lo que los comentarios de personas cercanas a ellos, como pueden ser colegas, poseen una influencia significativa en el profesional debido a la próxima incorporación de BIM en la realidad peruana.

El apoyo al uso de BIM de la alta gerencia y de las empresas en las que los profesionales de la construcción trabajan también juegan un rol importante en la influencia social del profesional. Para aumentar el apoyo de las empresas en el uso de BIM, el estado posee la responsabilidad significativa de generar y adaptar estándares internacionales que definan mecanismos de modelado e intercambio de información mínimos necesarios para la realización de un proyecto (e.g., definir la uniformización de librerías de objetos estándar a utilizar en el diseño), todo esto con la finalidad de facilitar la utilización de BIM en empresas, lo cual podría interpretarse por parte del profesional como un apoyo al uso de BIM que terminaría influyendo positivamente en su intención de usar esta tecnología.

Condiciones facilitadoras (CF)

Se concluye que la variable condiciones facilitadoras influye positivamente en el comportamiento de uso de la tecnología BIM, por lo que se acepta la hipótesis H6, lo cual quiere decir que mientras más recursos, conocimientos y facilidades (relacionada a una infraestructura organizada) considere tener el profesional de la construcción con respecto a BIM, utilizará esta tecnología con mayor frecuencia.

De esta manera, disponer de recursos facilitadores por parte de un empleador podría impulsar la expectativa de facilidad de uso de BIM (expectativa de rendimiento) a través de un aprendizaje progresivo, y así promover tanto la intención como la frecuencia de uso de esta tecnología.

Intención de uso de la tecnología BIM (IUB)

Se concluye que la variable intención de uso de la tecnología BIM influye positivamente en el comportamiento de uso de la tecnología BIM, por lo que se acepta la hipótesis H7, lo cual expresa una relación significativa entre la intención de usar BIM de un profesional de la construcción con la frecuencia con la que realmente lo usa.

Al tener como objetivo promover el uso de BIM, se debe enfocar inicialmente en la influencia de las variables predictoras de la intención de uso previamente descritas, y en las recomendaciones o comentarios brindados.

Sobre las variables no predictoras

Actitud (ACT)

Los análisis de regresión lineal realizados tanto para las variables dependientes intención de uso y comportamiento de uso de la tecnología BIM no identificaron a la actitud como predictor de estas, a diferencia de las variables descritas previamente, por lo cual se rechazan las hipótesis H1 y H5, respectivamente. Esto quiere decir que la actitud y opinión que los profesionales tienen sobre BIM no afecta significativamente a su intención de usarlo ni a la frecuencia con que la usarían. Además, estos resultados revelan que a pesar la positiva actitud del profesional de la construcción hacia el uso de BIM, la decisión de su uso en su equipo de trabajo no recae únicamente en él, sino que requiere de la aceptación de partes importantes, y pendientes a motivar, como lo son el empleador y el cliente.

Experiencia

Se concluye que la variable moderadora experiencia no influye positivamente en la relación de las variables expectativa de rendimiento e intención de uso BIM, por lo que se rechaza la hipótesis H8. Esto quiere decir que los años de experiencia laboral del profesional de la construcción no es un factor que afecte en su grado de percepción de los beneficios que genera usar BIM, lo cual puede deberse a que la mayoría de los profesionales encuestados conocen por igual acerca de los beneficios y usos BIM más conocidos (e.g., aumento de productividad por una extracción de metrados automatizada, la detección de incompatibilidades, o la estimación de costos a partir de un modelo) por sus estudios universitarios, o por comentarios y experiencias propias o de colegas.

Sin embargo, cabe mencionar que los años de experiencia laboral usando BIM del profesional sí podrían ser un factor que influya en el grado en que ellos creen que BIM le generará beneficios debido a su conocimiento adicional adquirido en su ambiente laboral.

8.1.2. Conclusiones sobre el progreso comparativo del Primer Estudio de Adopción BIM

Las principales variables desarrolladas el año 2017 en el Primer Estudio de Adopción BIM que definen las percepciones individuales sobre la aceptación y uso de BIM contienen todas las variables desarrolladas en el presente estudio (correspondiente al año 2021). Con respecto a la variable expectativa de rendimiento, no se percibe un incremento significativo en la opinión de los profesionales de la construcción con respecto al incremento de productividad al usar BIM, ya que, tanto en el 2017 como en el presente estudio, alrededor del 79% de los profesionales estaban de acuerdo con dicho enunciado, presentando un muy ligero incremento en el año 2021. Por lo tanto, se concluye que la opinión acerca del beneficio del aumento de productividad que genera BIM en el trabajo es alto; sin embargo, este no ha variado a lo largo de los años.

A diferencia de la variable expectativa de rendimiento, la variable expectativa de esfuerzo tuvo un incremento de nivel de acuerdo alrededor del 50% entre los años 2017 y 2021. Mientras que en el 2017 alrededor del 40% de los profesionales de la construcción estaban de acuerdo o totalmente de acuerdo con que es fácil aprender el uso de BIM, alrededor del 60% de los profesionales están de acuerdo o totalmente de acuerdo con este enunciado al 2021. De esta manera, se concluye que existe un progreso considerablemente con aterrizar a nuestra realidad local el uso de BIM, además que su aplicación no es compleja per se, sino que las razones de no aplicar BIM en los proyectos son distintas a las de su complejidad o falta de profesionales capacitados.

Con respecto a la variable actitud, mientras que en el 2017 más del 90% de los profesionales de la construcción estaban de acuerdo o totalmente de acuerdo con que BIM es una buena idea, la cantidad de profesionales que están de acuerdo o totalmente de acuerdo con este enunciado es ligeramente menor al 90% al 2021. Sin embargo, se presentó un incremento de alrededor del 77% a 81% de los profesionales que consideran que BIM hace su trabajo más interesante. Por lo tanto, se verifica un ligero incremento en la disposición del profesional de la construcción con respecto a BIM.

Para la variable influencia social, se presenta una amplia diferencia entre los resultados del 2017 (alrededor del 23%) con los del 2021 (alrededor del 73%) para el nivel de acuerdo o totalmente de acuerdo sobre la influencia de una persona importante, como un colega, sobre el uso de BIM en los profesionales de la construcción, lo cual se debe principalmente a la estructura de los enunciados presentados. En el 2017, el bajo nivel de aceptación del enunciado corresponde a su referencia a una relación directa de causa y efecto sobre el uso de BIM de los colegas y su uso en los profesionales, mientras que en el 2020 el enunciado fue modificado

referenciando a la opinión que tenían las personas importantes del profesional de la construcción encuestado sobre si debería o no usar BIM.

Por otra parte, con respecto a la variable condiciones facilitadoras, se presentó un incremento de alrededor del 23% en el 2017 a alrededor del 58% en el 2021 de profesionales que consideran que tienen el conocimiento necesario para trabajar con BIM, lo cual representa un progreso significativo en las capacidades individuales de los profesionales como un primer paso para un posterior trabajo colaborativo relacionado a la adopción BIM. Estos resultados son concordantes con los resultados relacionados a la facilidad de aprender a usar BIM en la variable expectativa de rendimiento descrita previamente.

Con respecto a la variable intención de uso de la tecnología BIM, se han mostrado incrementos en la cantidad de profesionales que están de acuerdo o totalmente de acuerdo con usar BIM lo más pronto posible (alrededor del 58% a 77%), y con usarlo en los próximos 2 o 3 años (alrededor del 77% a 87%). De esta manera, se concluye que existe un considerable incremento con respecto al año 2017 en la intención de usar BIM por parte de los profesionales de la construcción.

Finalmente, con respecto a la variable comportamiento de uso de la tecnología BIM, se ha presentado un incremento en la cantidad de profesionales de la construcción que afirman que la empresa en la que trabajan usa BIM (alrededor de 23% en el 2017 a 27% en el 2021), mientras que existe una ligera reducción en el nivel de acuerdo o totalmente de acuerdo de los profesionales de la construcción que afirman usar BIM en su trabajo; sin embargo, esta reducción no es significativa variando de alrededor del 31% en el 2017 a 29% en el 2021.

Cabe mencionar que, en el año 2017, el nivel de adopción BIM en Lima Metropolitana y Callao identificado en el Primer Estudio de Adopción BIM (Murguía et al., 2017) fue igual a 24.5%, mientras que, al año 2021, el Segundo Estudio de Adopción BIM identificó un nivel de adopción BIM en Lima Metropolitana y Callao igual a 39,1% (Murguía et al., 2021), por lo que se concluye que el nivel de adopción BIM, es decir, el número de empresas que ha realizado al menos un uso BIM en sus proyectos en Lima Metropolitana y Callao, ha incrementado considerablemente durante los últimos cuatro años.

En la Tabla 8.2 se presenta el resumen del progreso comparativo entre los principales resultados de las percepciones de los profesionales de la construcción y el nivel de adopción BIM en el año 2017, contrastados con los resultados del presente estudio al año 2021.

Tabla 8.2
Progreso comparativo con respecto al Primer Estudio de Adopción BIM

| Variable | Enunciado ⁽¹⁾ | Profesionales que están de acuerdo o totalmente de acuerdo | |
|----------|---|--|-------------------------|
| | | Primer Estudio de Adopción BIM (2017) | Presente estudio (2021) |
| ER | Usar BIM permite incrementar mi productividad. | 78.9% | 79.4% |
| EE | Es fácil aprender el uso de BIM. | 39.3% | 58.3% |
| ACT | Usar BIM es una buena idea. | 91.9% | 90.3% |
| | BIM hace mi trabajo más interesante. | 76.8% | 81.1% |
| IS | Usaré BIM porque mis colegas lo usan / Mis colegas consideran que debería usar BIM. | 22.8% | 73.1% |
| CF | Tengo el conocimiento necesario para trabajar con BIM. | 22.8% | 58.3% |
| IUB | Planeo usar BIM lo más pronto posible. | 58.1% | 77.1% |
| | Estimo que usaré BIM en los próximos 2 o 3 años. | 77.2% | 86.9% |
| CUB | Uso BIM en mi trabajo. | 31.2% | 29.1% |
| | La empresa donde trabajo usa BIM. | 22.8% | 27.4% |

Nota. ER: expectativa de rendimiento, EE: expectativa de esfuerzo, ACT: actitud, IS: influencia social, CF: condiciones facilitadoras, IUB: intención de uso de la tecnología BIM, CUB: comportamiento de uso de la tecnología BIM

⁽¹⁾ Los enunciados fueron adaptados para referirse a como se presentaron en ambos estudios.

8.2. Comentarios y recomendaciones

- Debido a que el presente estudio solo determina las percepciones que influyen en los profesionales de la construcción sobre la adopción y uso de BIM en Lima Metropolitana y Callao, no se pueden generalizar los resultados para el sector construcción de otras regiones o países.
- El modelo utilizado identificó variables predictoras para la intención y comportamiento de uso de BIM, por lo que se recomienda tomar medidas relacionadas a la expectativa de rendimiento, expectativa de esfuerzo, influencia social y condiciones facilitadoras para promover y apoyar a la incorporación progresiva de BIM en la realidad nacional, las cuales se presentan como comentarios en las conclusiones sobre las variables predictoras del modelo de adopción BIM.
- Se recomienda extender el análisis de las variables del modelo de adopción BIM con la realización de un modelo de ecuaciones estructurales (SEM, por sus siglas en inglés de Structural Equation Modeling), de manera similar a como Venkatesh et al. (2003) realizaron originalmente con el modelo UTAUT.
- Se recomienda realizar un análisis de la influencia de la variable moderadora experiencia, relacionada a los años de experiencia laboral usando BIM, en la relación

entre la expectativa de rendimiento (ER) y la intención de uso de la tecnología BIM (IUB) cuando se alcance un nivel de adopción BIM significativamente mayor.

- Se recomienda añadir un enunciado en la variable comportamiento de uso de la tecnología BIM (CUB) para realizar los análisis estadísticos descriptivos e inferenciales con igualdad de ítems en todos los factores.
- Se recomienda modificar los enunciados de los factores que generaron una baja fiabilidad (de débil a aceptable) en su consistencia interna de resultados, como es el caso de las variables influencia social (IS) (.68) y condiciones facilitadoras (CF) (.74).
- Se recomienda utilizar herramientas digitales para las tomas de encuestas de modalidad virtual, en conjunto de un formato ordenado que permita la digitalización automatizada de las respuestas de los profesionales que utilicen esta modalidad.



CAPÍTULO 9. BIBLIOGRAFÍA

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), p. 179-211.
- Ajzen, I., y Fishbein, M. (1980). Understanding attitudes and predicting social behavior. *Englewood Cliffs*.
- AlAwadhi, S., & Morris, A. (2008). The Use of the UTAUT Model in the Adoption of E-government Services in Kuwait. En *Proceedings of the 41st Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2008)*, p. 219-219.
- Bandura, A. (1986). Social Foundations of thought and Action: A Social Cognitive Theory. *Englewood Cliffs, NJ, 1986*.
- Cámara Peruana de la Construcción e Instituto de la Construcción y el Desarrollo (2018). El mercado de edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y el Callao 2018: 23° estudio. *Lima: CAPECO*.
- Cámara Peruana de la Construcción e Instituto de la Construcción y el Desarrollo (2019). El mercado de edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y el Callao 2019: 24° estudio. *Lima: CAPECO*.
- Cámara Peruana de la Construcción e Instituto de la Construcción y el Desarrollo (2020). El mercado de edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y el Callao 2020: 25° estudio. *Lima: CAPECO*.
- Centre for Digital Built Britain CCDB (2017). What is CDB? Recuperado de: <https://www.cdbb.cam.ac.uk/AboutDBB>
Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2019
- Chen, L. S. L, Kuan, C.J., Lee, Y.-H., & Huan, H. L. (2011). Applicability of the UTAUT model in playing online game through mobile phones: Moderating effects of User Experience. En *First International Technology Management Conference*, p. 625-629.
- Collantes, J. (2018). Evaluación de los factores claves para la aceptación y uso de BIM en proyectos de edificación de Lima y Callao (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.
- Compeau, D. R., & Higgins, C. A. (1995). Application of Social Cognitive Theory to Training for Computer Skills. *Information Systems Research*, 6(2), p. 118-143.

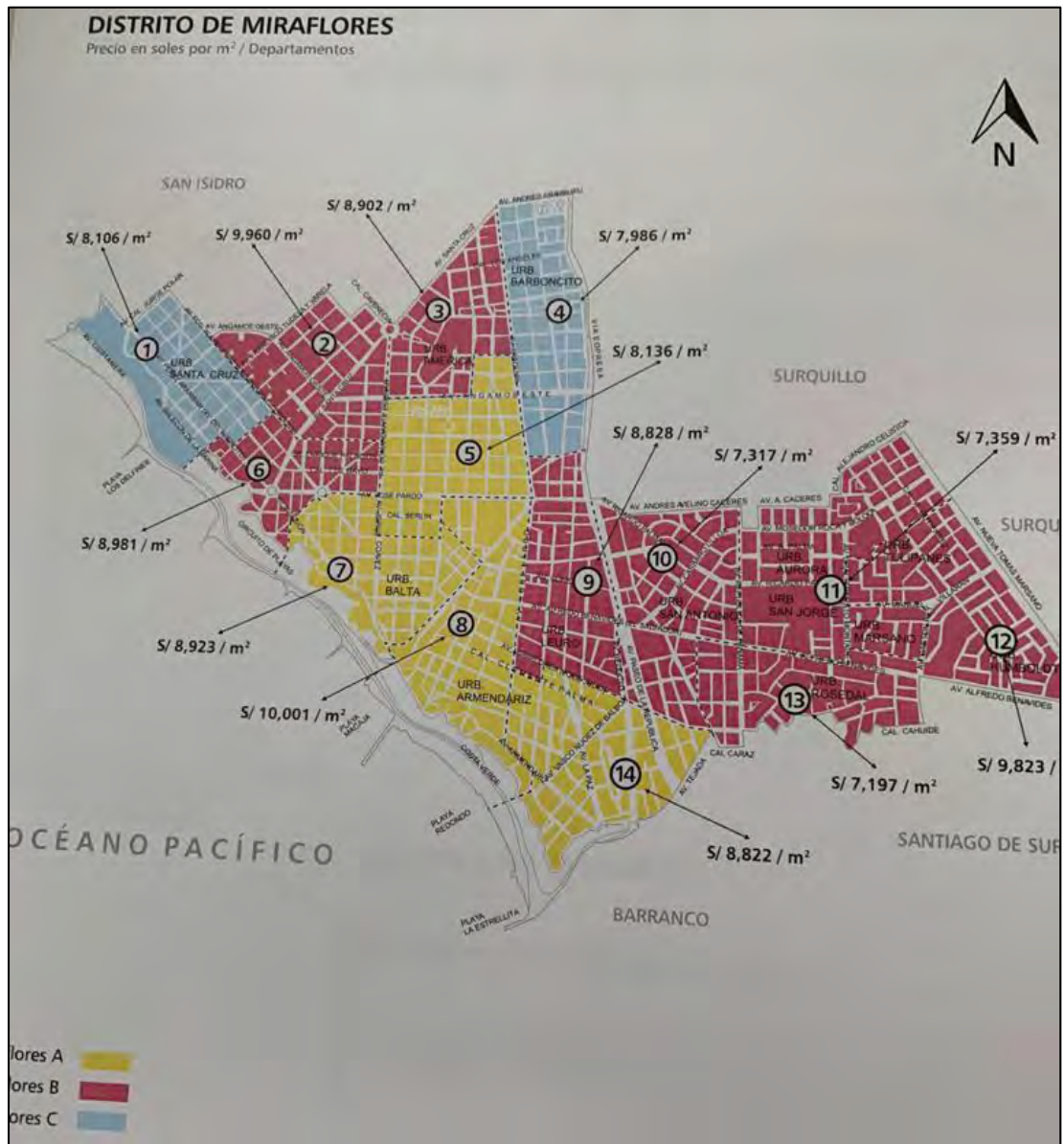
- Davis, F. D. (1985). A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results (Tesis doctoral). Massachusetts Institute of Technology, Estados Unidos de América.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science*, 35(8), p. 982-1003.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1992). Extrinsic and intrinsic motivation to use computers in the workplace 1. *Journal of applied social psychology*, 22(14), p. 1111-1132.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). Belief, Attitude, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research.
- George, D., & Mallery, P. (1995). *SPSS/PC + step by step: A simple guide and reference*. Belmont, Estados Unidos: Wadsworth Publishing Company.
- Harrison, D. A., Mykytyn, P. P., & Riemenschneider, C. K. (1997). Executive decisions about adoption of information technology in small business: Theory and empirical tests. *Information systems research*, 8(2), p. 171-195.
- Hinkle, D. E., Wiersma, W., & Jurs, S. G. (2003). *Applied statistics for the behavioral sciences* (Vol. 663). Houghton Mifflin College Division.
- 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), p. 107-120.
- Keong, M.L., Ramayah, T., Kurnia, S., & Chiun, L.M. (2012). Explaining intention to use an enterprise resource planning (ERP) system: an extension of the UTAUT model. *Business Strategy Series*, 13(4), p. 172-180.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22(140), p. 26-27.
- Mathieson, K. (1991). Predicting user intentions: comparing the technology acceptance model with the theory of planned behavior. *Information systems research*, 2(3), p. 173-191.
- Mayer, F. (2018). Tecnología en la construcción sostenible. *Stakeholders*, (90), p. 70-70.
- Moore, G. C., & Benbasat, I. (1991). Development of an Instrument to Measure the Perceptions of Adopting and Information Technology Innovation. *Information Systems Research*, 2(3), p. 192-222.

- Murguía, D., Tapia, G., & Collantes, J. (2017). Primer Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao 2017. Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Murguía, D., Vásquez, C., Balboa, M., & Lara, W. (2021). Segundo Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao. Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Nunnally, J. (1978). *Psychometric theory*. New York, Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Rogers, E. (1962). *Diffusion of innovations*. New York, Estados Unidos: Free Press of Glencoe.
- Tapia, G. (2018). Primer estudio del nivel de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima metropolitana y Callao (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.
- Taylor, S., & Todd, P.A. (1995a). Assessing IT usage: The role of prior experience. *MIS Quarterly*, 19(4), p. 561-570.
- Taylor, S., & Todd, P.A. (1995b). Understanding Information Technology Usage: A Test of Competing Models. *Information System Research*, 6(2), p. 144-176.
- Thompson, R. L., Higgins, C. A., & Howell, J. M. (1991). Personal Computing: Toward a Conceptual Model of Utilization. *MIS Quarterly*, 15(1), p. 124-143.
- Tong, W., Qing, X., Yuan, T., Qinrui, Z., & Dian, S. (2011). Examination of UTAUT model in an ERP postadoption environment: An Empirical Study. En *2011 International Conference on E-Business and E-Government*, 1(1), p. 1-4.
- Tornatzky, L., & Klein, K. (1982). Innovation Characteristics and Innovation Adoption-Implementation: A Meta-Analysis of Findings. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 29(1), p. 28-45.
- Triandis, H. (1977). *Interpersonal Behavior*. Brooke/Cole, Monterey, CA.
- Vallerand, R. J. (1997). Toward a hierarchical model of intrinsic and extrinsic motivation. En *Advances in experimental social psychology*, 29, p. 271-360. Academic Press.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46(2), p. 186-204.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly*, p. 425-478.

Distrito de La Molina



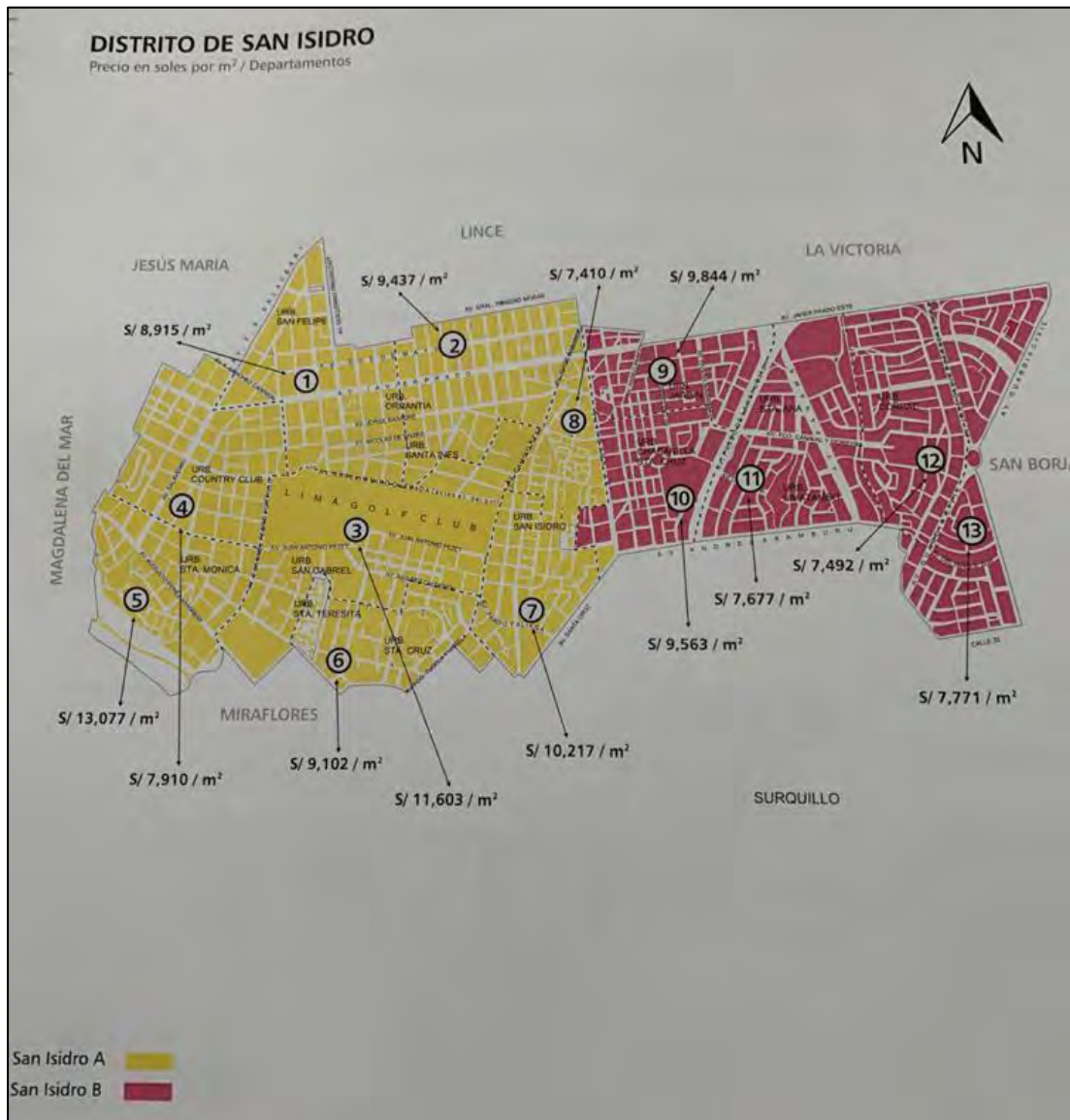
Distrito de Miraflores



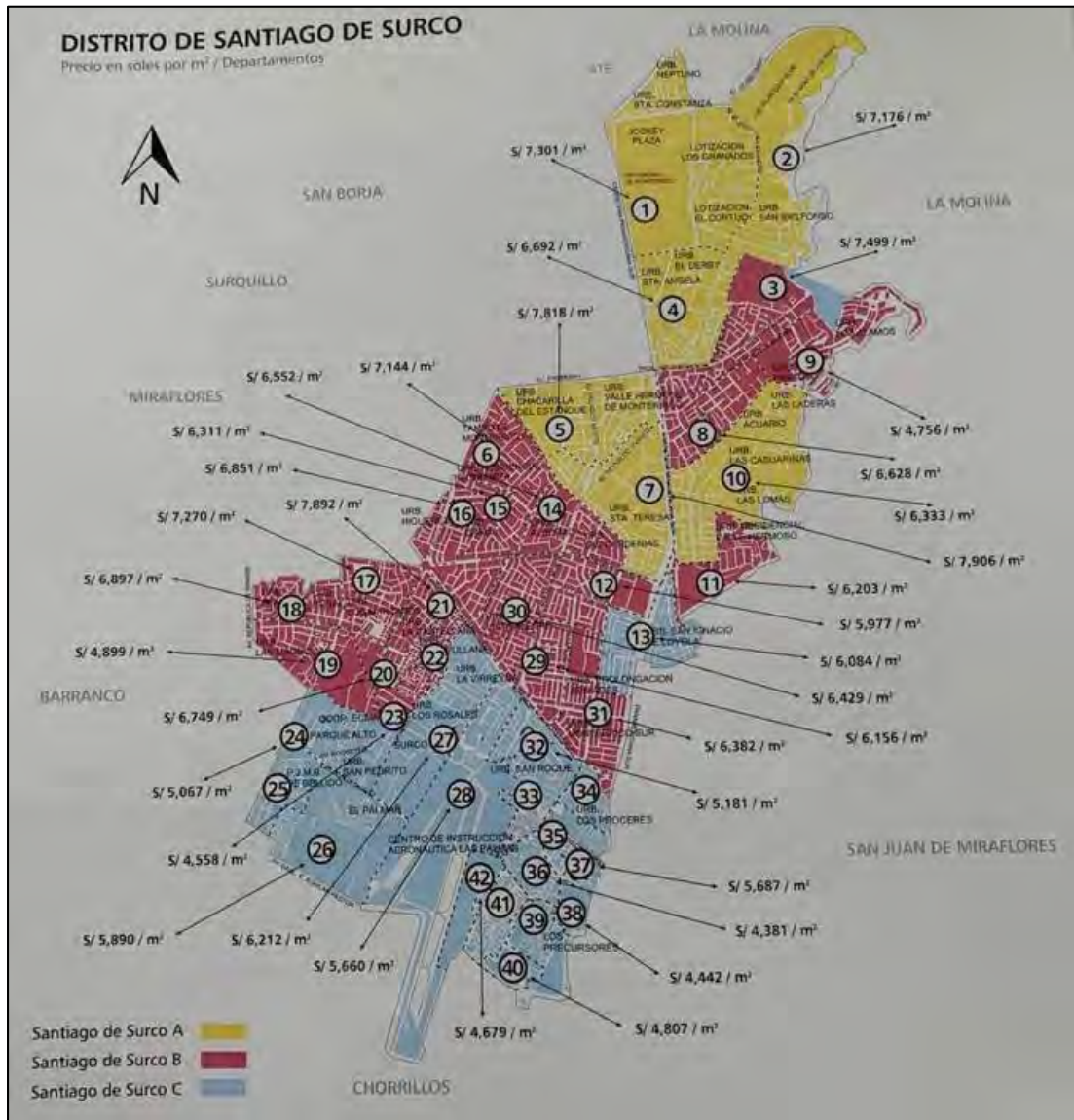
Distrito de San Borja



Distrito de San Isidro

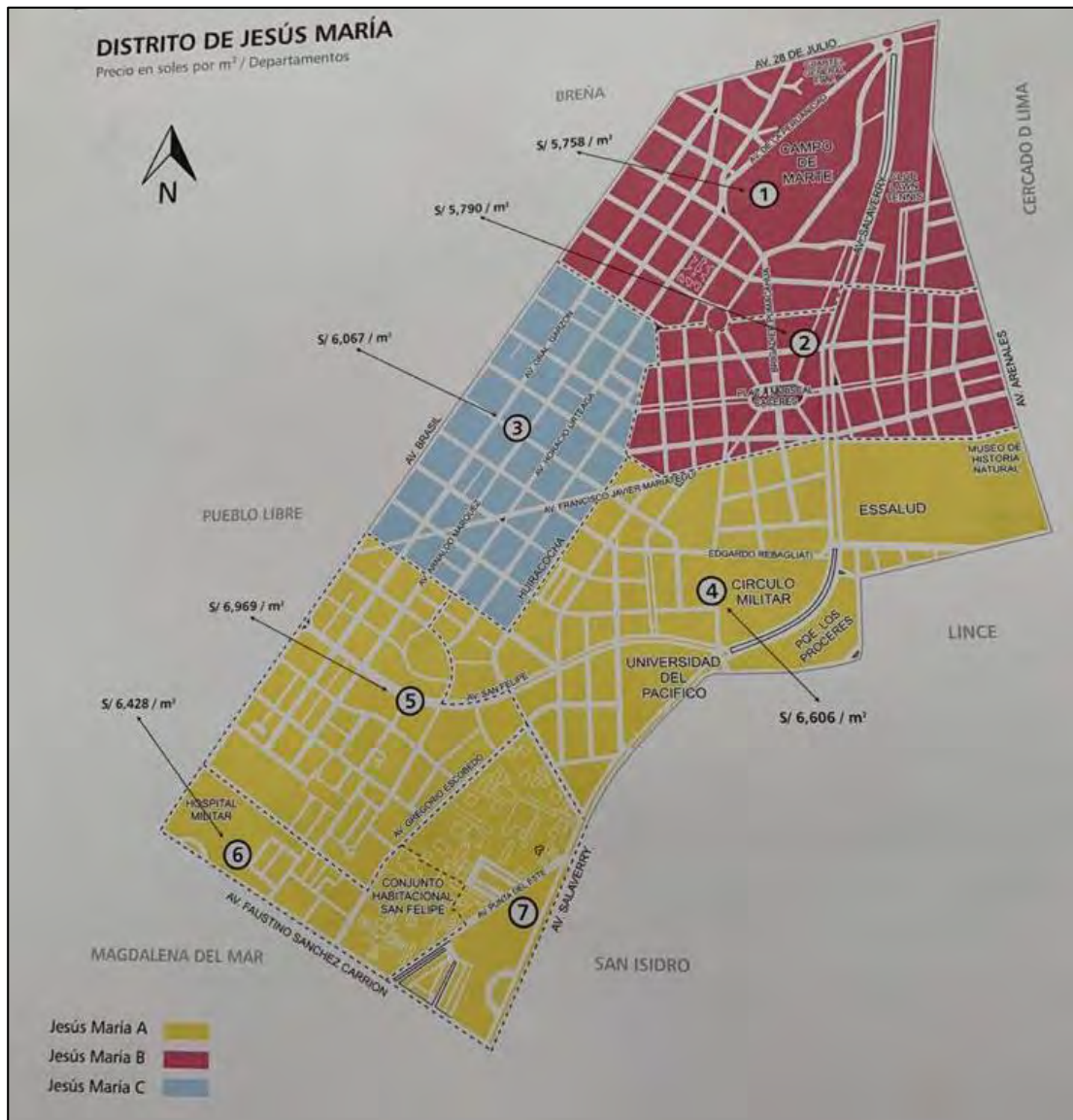


Distrito de Santiago de Surco

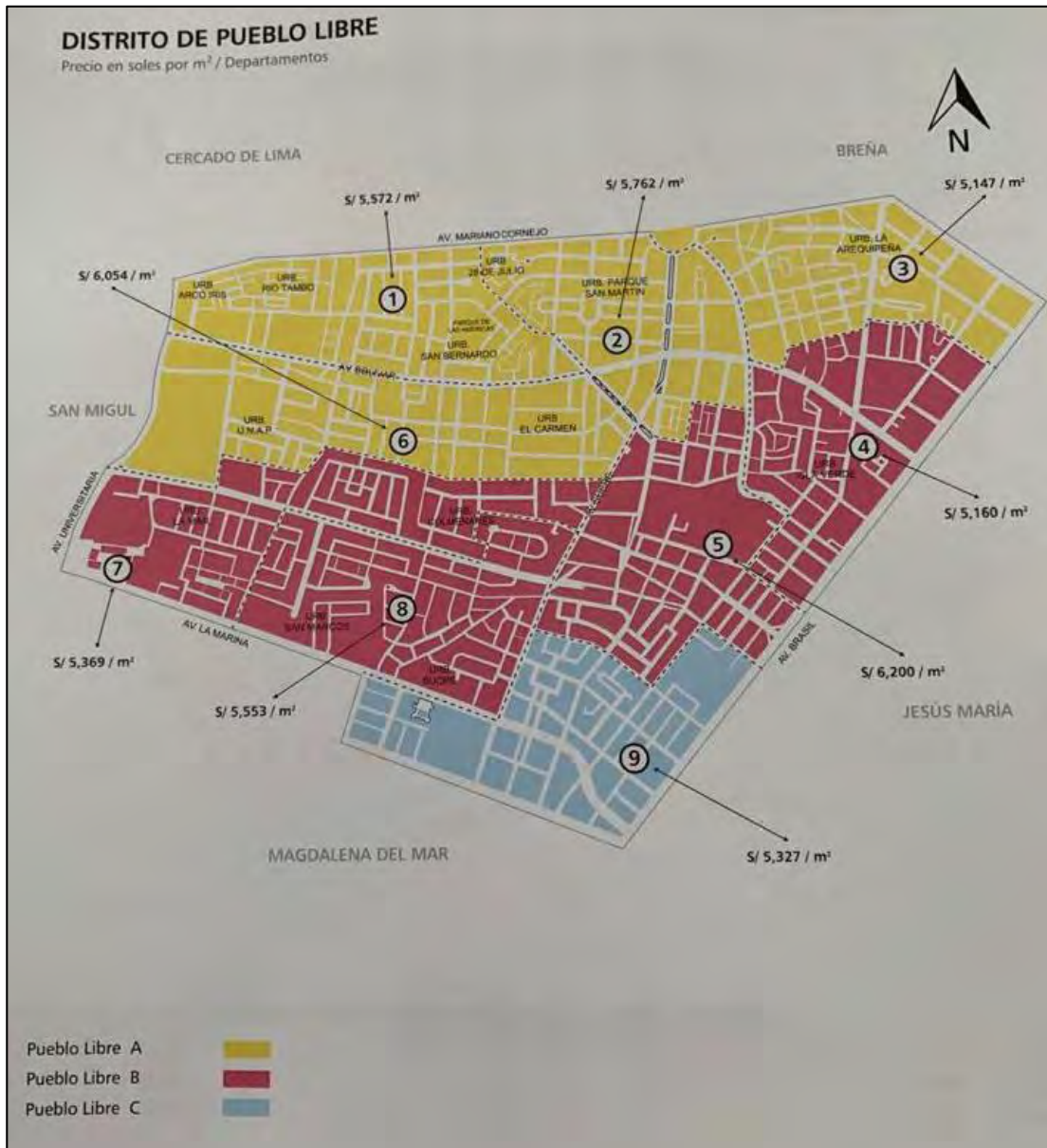


Lima Moderna

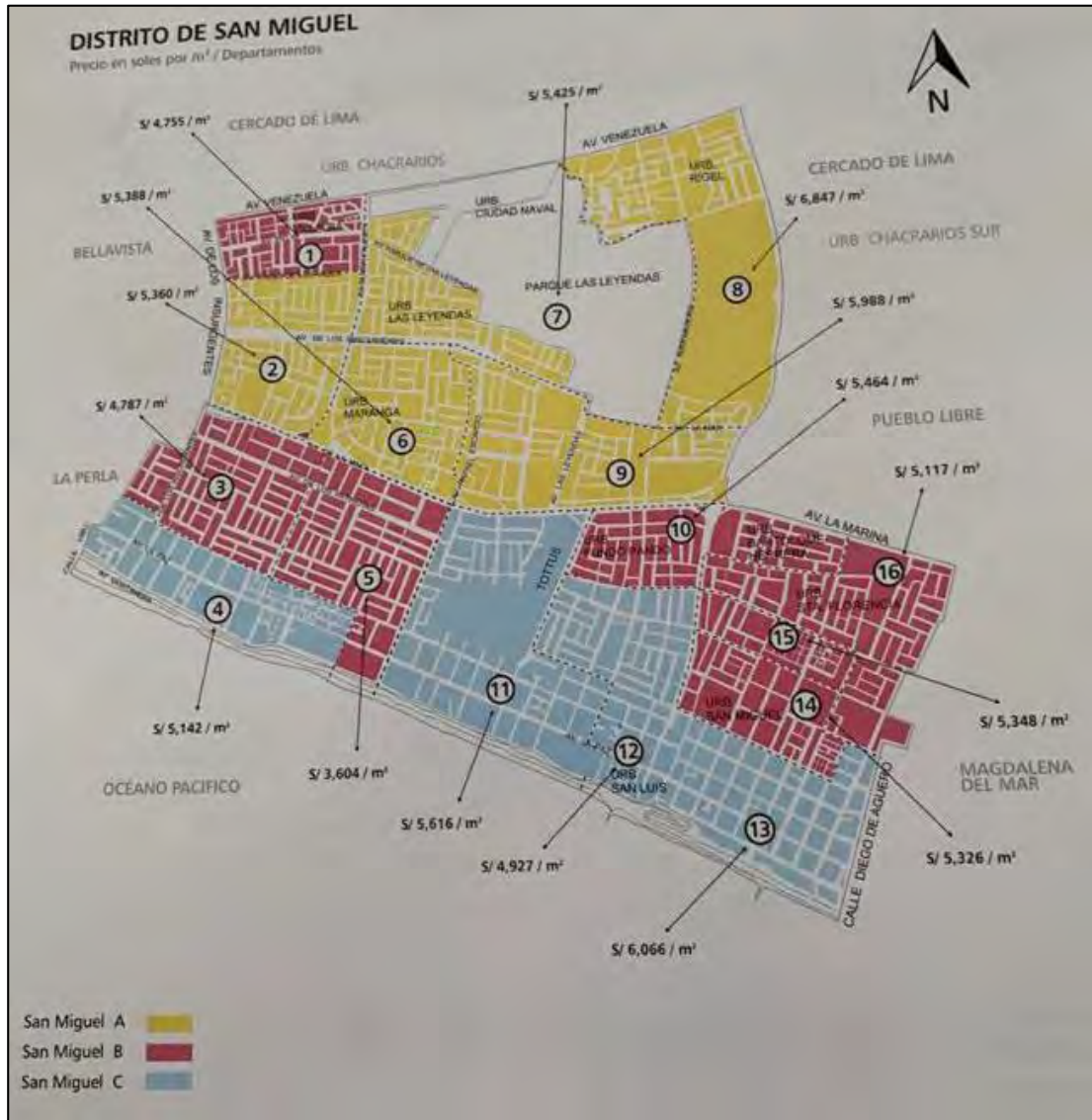
Distrito de Jesús María



Distrito de Pueblo Libre



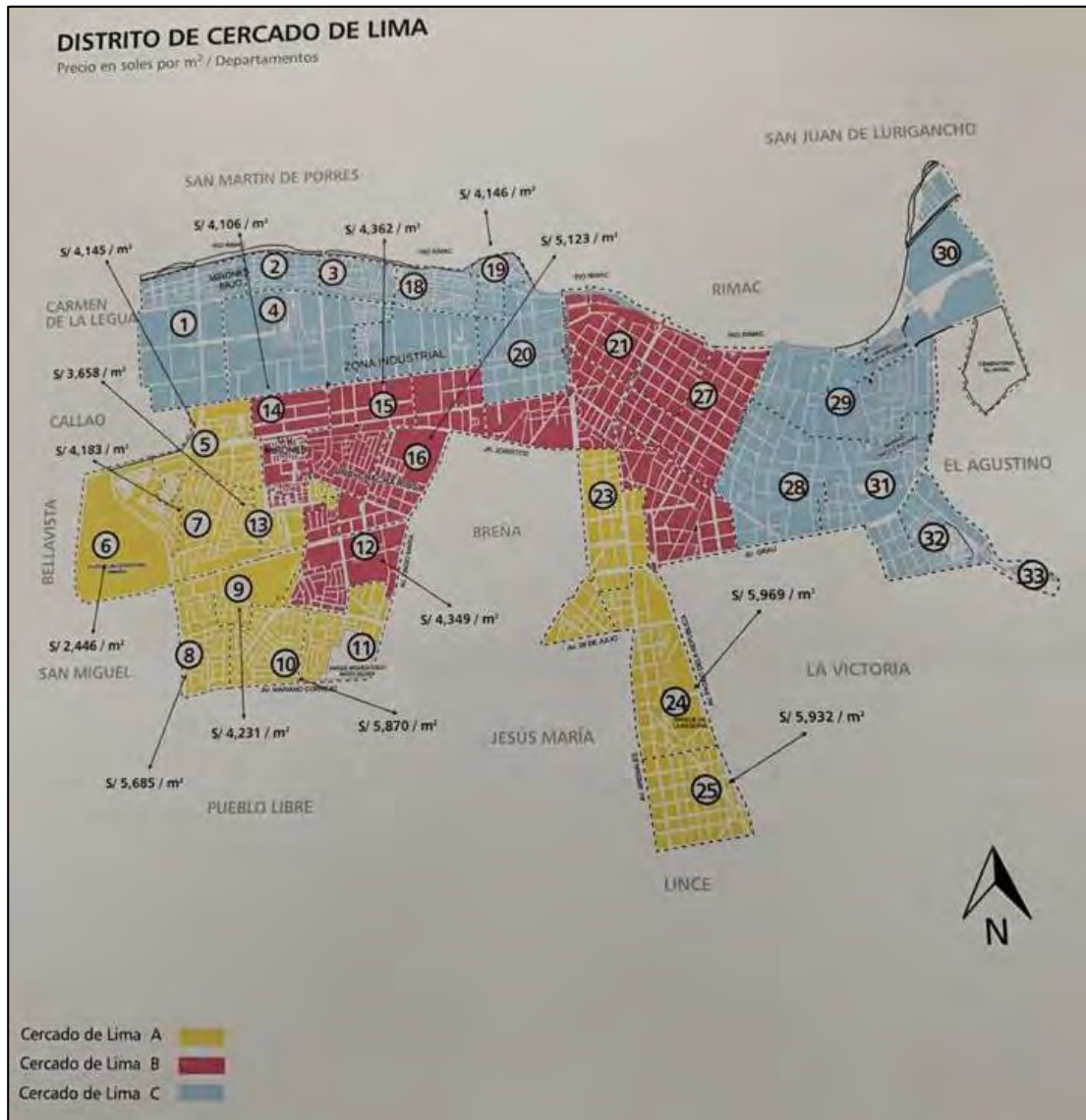
Distrito de San Miguel



Distrito de Surquillo



DISTRITO DE Cercado de Lima

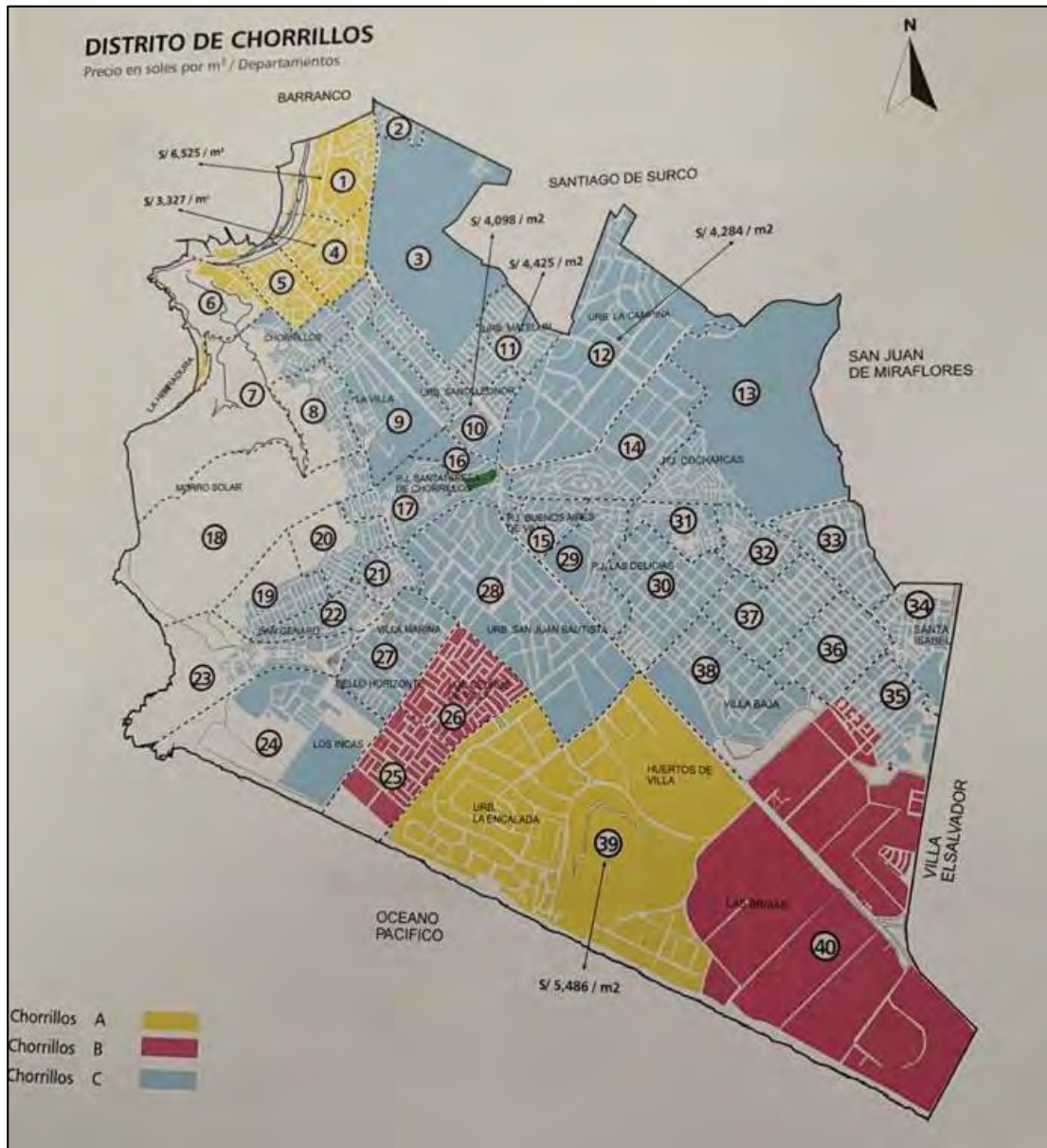


Distrito de San Luis



Lima Sur

Distrito de Chorrillos





10.2. Anexo II – Formato de la encuesta

ENCUESTA BIM 2020

La presente encuesta forma parte del “Segundo Estudio de Adopción BIM en Lima Metropolitana y Callao 2020” a cargo del Grupo de Investigación GETEC “Gestión y Tecnología en la Construcción” de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). En ningún momento se solicitarán datos sensibles. Sus respuestas serán anonimizadas y los hallazgos serán el agregado de las respuestas individuales de todos los participantes. La investigación seguirá las mejores prácticas de protección de datos. El responsable del proyecto de investigación es el Ing. Danny Murguía y puede ser contactado a dmurguia@pucp.pe. Los asistentes de investigación y encuestadores son Cristhian Vásquez, Pavel Balboa y Wilfredo Lara.

INFORMACIÓN DEL ENCUESTADO

| | | | |
|---|---|---|--|
| 1. Profesión: | Arquitecto(a) | Ingeniero(a) Civil | Otro: |
| 2. Cargo: | Gerente Proyecto | Ing. Residente | Otro: |
| 3. Años de experiencia laboral: | _____ | | |
| 4. Años de experiencia laboral usando BIM: | _____ | | |
| 5. ¿Cuál es su definición más cercana de BIM? | Tecnología de modelado 3D y detección de incompatibilidades | Metodología para colaborar entre empresas | Metodología para integrar diseño, construcción y operación |



INFLUENCIA DE LA INDUSTRIA EN BIM

6. Por favor, califique en la escala del 1 al 5 su grado de aceptación de las siguientes afirmaciones donde (1) Totalmente en Desacuerdo y (5) Totalmente de Acuerdo.

| | (1) TOTALMENTE EN DESACUERDO | (2) EN DESACUERDO | (3) NI ACUERDO NI EN DESACUERDO | (4) DE ACUERDO | (5) TOTALMENTE DE ACUERDO |
|--|------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| 6.01 El foco de la industria en tiempo y acción inmediata limita el uso de BIM | | | | | |
| 6.02 La política del cliente en el costo más bajo limita el uso de BIM | | | | | |
| 6.03 Las relaciones de corto plazo entre las empresas limitan el uso de BIM | | | | | |
| 6.04 Las relaciones adversarias entre las empresas limitan el uso de BIM | | | | | |
| 6.05 BIM requiere estándares de procesos para crear modelos | | | | | |
| 6.06 BIM requiere estándares de procesos para compartir modelos | | | | | |
| 6.07 BIM requiere librerías de objetos estándar | | | | | |
| 6.08 BIM requiere estándares de contratos colaborativos | | | | | |
| 6.09 El cliente conoce y paga por BIM | | | | | |
| 6.10 El software y hardware BIM es de precio asequible en el mercado | | | | | |
| 6.11 La capacitación en BIM es de precio asequible en el mercado | | | | | |
| 6.12 El costo de consultores BIM es de precio asequible en el mercado | | | | | |
| 6.13 Las universidades enseñan BIM | | | | | |
| 6.14 Los graduados de ingeniería y arquitectura saben de BIM | | | | | |
| 6.15 Los cursos BIM disponibles enseñan modelado 3D | | | | | |
| 6.16 Los cursos BIM disponibles enseñan flujos colaborativos | | | | | |
| 6.17 BIM permite reducir los retrabajos y mejorar la productividad | | | | | |
| 6.18 BIM es una solución a los problemas de información de los proyectos | | | | | |
| 6.19 BIM permite reducir costos y plazos de las obras | | | | | |
| 6.20 Es fácil gestionar proyectos con BIM | | | | | |
| 6.21 Es fácil aprender el uso de las herramientas BIM | | | | | |
| 6.22 Es fácil desarrollar nuevos estándares de trabajo con BIM | | | | | |



ACEPTACIÓN DE BIM

7. Por favor, califique en la escala del 1 al 5 su grado de aceptación de las siguientes afirmaciones donde (1) Totalmente en Desacuerdo y (5) Totalmente de Acuerdo.

| | (1) TOTALMENTE EN DESACUERDO | (2) EN DESACUERDO | (3) NI ACUERDO NI EN DESACUERDO | (4) DE ACUERDO | (5) TOTALMENTE DE ACUERDO |
|---|------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| 7.01. Usar BIM es útil en mi trabajo | | | | | |
| 7.02. Usar BIM me permite realizar tareas más rápido | | | | | |
| 7.03. Usar BIM incrementa mi productividad | | | | | |
| 7.04. Mi interacción con BIM es clara y entendible | | | | | |
| 7.05. Es fácil para mí aprender a trabajar con BIM | | | | | |
| 7.06. Considero que BIM es fácil de utilizar | | | | | |
| 7.07. Usar BIM es una buena idea | | | | | |
| 7.08. BIM hace mi trabajo más interesante | | | | | |
| 7.09. Me gusta trabajar con BIM | | | | | |
| 7.10. Personas importantes para mí piensan que debería usar BIM | | | | | |
| 7.11. La alta gerencia de la empresa ha sido útil en el uso de BIM | | | | | |
| 7.12. La empresa apoya el uso de BIM | | | | | |
| 7.13. Tengo los recursos necesarios para trabajar con BIM | | | | | |
| 7.14. Tengo el conocimiento necesario para trabajar con BIM | | | | | |
| 7.15. Alguien está disponible para apoyar en caso de dificultades durante el uso de BIM | | | | | |
| 7.16. Tengo intenciones de trabajar con BIM lo más pronto posible | | | | | |
| 7.17. Estimo que usaré BIM en los próximos 3 años. | | | | | |
| 7.18. Planeo usar BIM en el próximo proyecto | | | | | |
| 7.19. Uso BIM en mi trabajo | | | | | |
| 7.20. La empresa donde trabajo usa BIM | | | | | |



USO DE BIM EN ESTE PROYECTO

8. ¿El proyecto utilizó alguna aplicación BIM?
Si la respuesta es **NO** pasar a la pregunta 14

| | |
|----|----|
| Sí | No |
|----|----|

9. Por favor, responda a estas preguntas introductorias sobre el uso de BIM.

- 9.01. ¿Quién decidió el uso de BIM en el proyecto?
- 9.02. ¿Quién hizo el modelo 3D de Arquitectura?
- 9.03. ¿Quién hizo el modelo 3D de Estructuras (volumetría de concreto)?
- 9.04. ¿Quién hizo el modelo 3D de Estructuras (acero)?
- 9.05. ¿Quién hizo el modelo 3D de Instalaciones (IIEE, IISS, IIMM)?

| Cliente | Contratista | Diseñadores | Otro: |
|-------------|-------------------|--------------------|--------------|
| Proyectista | Consultor externo | Equipo BIM de casa | No se modeló |
| Proyectista | Consultor externo | Equipo BIM de casa | No se modeló |
| Proyectista | Consultor externo | Equipo BIM de casa | No se modeló |
| Proyectista | Consultor externo | Equipo BIM de casa | No se modeló |

MADUREZ BIM

10. Por favor, indique el grado de madurez BIM de cada especialista en este proyecto en una escala del 1 al 4.

| | (1) CREA INFORMACIÓN EN CAD | (2) CREA INFORMACIÓN EN CAD Y BIM | (3) SOLO CREA INFORMACIÓN EN BIM (LOS PLANOS SALEN DEL MODELO) | (4) CREA INFORMACIÓN Y COLABORA CON OTRAS ESPECIALIDADES EN BIM |
|--|-----------------------------|-----------------------------------|--|---|
| 10.01. Proyectista de Arquitectura | | | | |
| 10.02. Proyectista de Estructuras | | | | |
| 10.03. Proyectista de Instalaciones Sanitarias | | | | |
| 10.04. Proyectista de Instalaciones Eléctricas | | | | |
| 10.05. Proyectista de Instalaciones Mecánicas | | | | |
| 10.06. Subcontratista de Vidrios y Muros Cortina | | | | |
| 10.07. Subcontratista de instalaciones IISS, IIEE, IIMM | | | | |
| 10.08. Subcontratista de mobiliario (muebles de cocina, closets, etc.) | | | | |



APLICACIÓN DE BIM

11. Por favor, indique el grado de aplicación de BIM en este proyecto donde (1) Nulo y (5) Muy Alto.

| | (1) NULO | (2) BAJO | (3) MODERADO | (4) ALTO | (5) MUY ALTO |
|--|----------|----------|--------------|----------|--------------|
| 11.01. Visualización de modelos 3D | | | | | |
| 11.02. Diseño Colaborativo | | | | | |
| 11.03. Análisis de constructabilidad | | | | | |
| 11.04. Compatibilización de especialidades | | | | | |
| 11.06. Planos 2D a partir de modelos 3D | | | | | |
| 11.07. Extracción de metrados | | | | | |
| 11.08. Estimación de costos y presupuestos | | | | | |
| 11.08. Prefabricación de componentes eléctricos, sanitarios, y mecánicos | | | | | |
| 11.09. Simulación de la construcción (4D) | | | | | |
| 11.10. Control de avance de obra | | | | | |

12. Por favor, indique qué software se ha utilizado en el proyecto.

Autodesk Revit Navisworks Autodesk BIM 360° Revizto Graphisoft ArchiCAD Tekla Structures Otros: _____

BENEFICIOS BIM

13. Por favor, califique en la escala del 1 al 5 su grado de aceptación de las siguientes afirmaciones donde (1) Totalmente en Desacuerdo y (5) Totalmente de Acuerdo.

| BIM ha servido en este proyecto para ... | (1) TOTALMENTE EN DESACUERDO | (2) EN DESACUERDO | (3) NI ACUERDO NI EN DESACUERDO | (4) DE ACUERDO | (5) TOTALMENTE DE ACUERDO |
|---|------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| 13.01. Mejorar el alcance y definición del proyecto | | | | | |
| 13.02. Reducir el tiempo de construcción | | | | | |
| 13.03. Reducir costo de construcción | | | | | |
| 13.04. Mejorar la calidad del proyecto | | | | | |
| 13.05. Mejorar la planificación de obra | | | | | |
| 13.06. Mejorar la calidad de información | | | | | |



INFORMACIÓN DEL PROYECTO

14. Ubicación del proyecto (Distrito):

15. Cantidad de personal contratado por la empresa:
(Staff profesional en obras y administrativo sin contar obreros)

| | | | |
|------------|---------|----------|-------------|
| 10 o menos | 11 a 49 | 50 a 250 | Mayor a 250 |
|------------|---------|----------|-------------|

16. Tipo de proyecto:

| | | | |
|------------------------|-----------------|---------|-------|
| Edificio multifamiliar | Vivienda masiva | Oficina | Otro: |
|------------------------|-----------------|---------|-------|

17. Descripción de proyecto:

Área construida (M2): _____

Número de Pisos: _____

Número de Sótanos: _____

18. E-mail de contacto para enviar los resultados de la encuesta (opcional)

