



PUCP

Departamento
Académico de Ingeniería

Tercer estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima

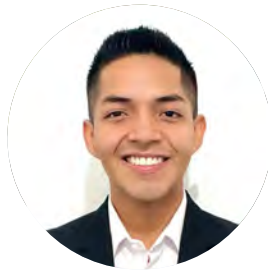


Investigador principal:



Dr. Danny Murguía
Profesor Auxiliar
Departamento de Ingeniería
Pontificia Universidad Católica del Perú
dmurguia@pucp.pe

Coordinador de investigación:



Cristhian Vasquez
Ingeniero Civil de la Pontificia Universidad Católica del Perú
cristhian.vasquez@pucp.edu.pe

Asistentes de investigación:



Diego Culqui
diego.culqui@pucp.edu.pe



Juan Diego Ley
diego.ley@pucp.edu.pe



Omar Supanta
omar.supanta@pucp.edu.pe

Caso de Estudio - Retos de la Implementación de BIM en la etapa de diseño de Infraestructura de Salud:



Sofía Yañez
Ingeniera Civil de la Pontificia Universidad Católica del Perú
diana.yanez@pucp.edu.pe

Agradecimiento:

Agradecemos la colaboración de Alvaro Granados en las etapas iniciales de este proyecto.

Citación recomendada:

Murguía, D., Vasquez, C., Culqui, D., Ley, J., Supanta, O., Yañez, S. (2023). Tercer Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima, Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

Estudios previos:

[Primer Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima 2017](#)

[Segundo Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima 2020](#)

[Estudio de Macro Adopción BIM en Perú 2019](#)

Producido en Perú
Departamento de Ingeniería 2023
Pontificia Universidad Católica del Perú
Av. Universitaria 1801, San Miguel, Lima

INDICE

Introducción	05
Comentarios al estudio	06
Metodología de investigación	09
Resultados del estudio	10
1. Demografía	10
2. Nivel de adopción BIM en Lima	11
3. Adopción BIM por etapa de proyecto	12
4. Motivos por los que no se implementó BIM en el proyecto	13
5. Adopción BIM por tipos de edificación	13
6. Adopción BIM por el tamaño de empresa que construye el proyecto	14
7. Especialidades modeladas	15
8. Usos de modelos implementados en proyectos	16
9. Madurez BIM de las empresas	18
10. Softwares utilizados	20
11. Percepción del impacto de BIM	21
12. Concepto BIM	22
13. Efecto de la forma de organización de la industria AEC en la adopción BIM	22
14. Estandarización BIM	23
15. Educación/entrenamiento BIM en el mercado	24
16. Asequibilidad de precios en el mercado para adoptar BIM	24
17. Aceptación y uso de BIM	25
17.1 Percepciones individuales sobre BIM	25
17.2 Influencia social y condiciones facilitadores	27
17.3 Intención de uso y uso de BIM	28
18. Caso de estudio	29
19. Conclusiones	30



Dr. Danny Murguía

Profesor Auxiliar, Departamento de Ingeniería
Pontificia Universidad Católica del Perú
<https://orcid.org/0000-0003-1009-4058>

INTRODUCCIÓN

¡Nos emociona presentar los resultados del "Tercer Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima 2023"! Este trabajo de investigación llevado a cabo por el Departamento de Ingeniería y el Grupo de Investigación GETEC de la Pontificia Universidad Católica del Perú marca un nuevo hito en los estudios de adopción BIM realizados en nuestro país.

Estamos en medio de una transformación global, enfrentando desafíos como cerrar brechas de infraestructura, construir edificaciones e infraestructuras más resilientes ante el cambio climático y reducir las emisiones de carbono. Para lograr eficacia y eficiencia en nuestros procesos de diseño, construcción y operación, es fundamental adoptar tecnologías de Construcción 4.0 e industrializar nuestros productos y procesos.

Nuestro objetivo es que la digitalización con BIM llegue a cada eslabón de la cadena de suministro: clientes, oficinas de arquitectura e ingeniería, constructoras y subcontratistas. Por ello, este estudio, siendo el tercero de una serie de investigaciones en la PUCP, busca generar benchmarks y entender dónde se encuentra la industria de la arquitectura, ingeniería y construcción (AEC). Con estos resultados, esperamos dirigir futuras líneas de investigación básica y aplicada que involucren al sector público, privado y academia para mejorar la capacidad BIM en nuestra industria.

En este estudio hemos encontrado una mejora

en la madurez BIM en los proyectos de construcción, pero también hemos identificado un estancamiento en la adopción. Esto nos urge a generar discusiones sobre cómo promover la digitalización en micro y pequeñas empresas de construcción, así como en proyectistas de arquitectura e ingeniería y subcontratistas.

Es alentador que el Plan BIM Perú, promovido por el Ministerio de Economía y Finanzas, busque mejorar la construcción pública y establecer procesos estándar para el uso y adopción de BIM en las entidades públicas, consultoras y constructoras. Nuestros resultados pueden ayudar a generar estrategias de capacitación y mejorar la madurez digital, contribuyendo a una implementación efectiva en el sector público. Como parte de este documento, presentamos un caso de estudio titulado "Retos de la Implementación de BIM en la etapa de diseño de Infraestructura de Salud". Este estudio recoge las principales lecciones aprendidas de proyectos que han implementado BIM, con el objetivo de comprender cómo avanzamos en la madurez BIM en el sector. Nuestro objetivo es aprender de estas experiencias y aplicar este conocimiento para mejorar y agilizar futuras implementaciones de BIM en proyectos de construcción.

Esperamos que el Tercer Estudio de Adopción BIM se convierta en una referencia importante para el Perú y la región, impulsando la transformación digital en nuestra industria y marcando el camino hacia un futuro más innovador y sostenible.

COMENTARIOS AL ESTUDIO



Pablo Orihuela

Gerente General de Motiva S.A.
Profesor Principal
Departamento de Ingeniería
Pontificia Universidad Católica del Perú

proyecto de construcción se gana utilizando todas estas herramientas de mejora en fases tempranas.

Aun cuando casi todos (93%) coinciden que el BIM mejora la calidad de la información, que incrementa la productividad (87%), que es fácil aprender a trabajar con BIM (78%) y que el software y hardware BIM tienen precios asequibles (50%), solamente el 36% ha adoptado algún nivel de BIM. La razón principal que dan los encuestados es que la política del cliente en escoger el costo más bajo limita el uso del BIM.

Cabe entonces reflexionar si BIM otorga todos los beneficios arriba reconocidos, la decisión de su uso es decisión exclusiva de la propia empresa, ya que esto le permitirá ser más competitiva ante sus pares y también ante un cliente que escoge el costo más bajo.

Las publicaciones técnicas, periódicas y estandarizadas, como es éste 3er Estudio de Adopción BIM liderado por el Dr. Danny Murguía, nos permite hacer comparaciones, corroboraciones y tener algunos indicadores que van marcando ciertas tendencias en la Industria de la arquitectura, ingeniería y construcción (AEC) de nuestro medio. También, nos permite compararnos con nuestros pares, ya sea a nivel de empresas o, incluso, a nivel país.

Por ejemplo, podemos ver que el nivel de adopción BIM no ha aumentado desde hace 3 años, encontrándose en un 36%, inferior a lo encontrado en la Encuesta Nacional BIM 2023 en Chile, que para el mismo indicador da un valor de 41% para todo el país. También podemos comparar este indicador con la estrategia de adopción BIM del Departamento Nacional de Planeación de Colombia, cuyo objetivo era que este año 2023 la adopción BIM esté entre el 35% al 50% de los proyectos de construcción públicos, o también con la encuesta nacional BIM hecha por la Cámara de la Construcción de Argentina, que ya reportaba un valor de 35% para el año 2016.

Un dato interesante es que el 71% de la adopción BIM se hace en la fase de obra y sólo el 31% en la fase de anteproyecto, aun cuando es sabido que la mayor productividad de un



Raúl Eyzaguirre Vela
Jefe de Innovación, COSAPI

La industria peruana de la construcción, en los últimos diez años, ha mostrado evidencia de un interesante avance en su digitalización, principalmente por el uso más extensivo de BIM en los proyectos. Los diferentes involucrados en la cadena de producción y a lo largo del ciclo de vida del proyecto, vienen invirtiendo en desarrollar capacidades organizacionales que les permita mantenerse competitivos y en la senda de las principales tendencias en la industria. Sin embargo, tal como lo muestra este estudio, aún está muy presente la limitación de inversión en BIM condicionado a la solicitud de parte de los clientes, a pesar de conocer e incluso haber percibido los beneficios directos de BIM en los proyectos que han participado. ¿Realmente sólo deberíamos implementar BIM si los clientes lo establecen en sus Términos de Referencia? En otras palabras, ¿Si no lo pagan, no deberíamos implementarlo?

Estas preguntas nos deben llevar a reflexiones como: estamos esperando que nos reconozcan económicamente el esfuerzo por innovar, estamos esperando las oportunidades en vez de crearlas y si estamos haciendo BIM sólo porque nos lo piden y no por el valor o beneficio que trae consigo. Sin duda, el liderazgo y compromiso del cliente en adoptar estas nuevas tecnologías y metodologías de trabajo basadas en BIM, permite crear un ecosistema en los proyectos con información centralizada, integrada y confiable; donde to-

dos los actores hablen el mismo idioma y la comunicación sea más efectiva. Sin embargo, no es evidente aún qué camino seguir en caso el cliente no tenga dicha visión y sofisticación de gestión que tanto anhelamos. Lo que sí está claro, es que gracias al esfuerzo de Danny Murguía y su equipo investigador en desarrollar este estudio, tenemos una gran referencia para contestar estas preguntas, analizarlas críticamente y convencernos que se ha avanzado, pero aún queda mucho camino por recorrer.



Ana Pamela Hernández Tananta

Especialista BIM Manager del
Equipo Plan BIM Perú del Ministerio
de Economía y Finanzas
Líder Regional de Lima-Perú en
Women in BIM

En el dinámico mundo de la industria de la construcción, los avances en la adopción de BIM se erigen como pilares fundamentales para su constante evolución. Los resultados obtenidos en este estudio marcan un hito en la dirección hacia la mejora y el progreso de este sector, allanando el camino para futuras investigaciones que involucren tanto al sector público como al privado y la academia.

Dentro de este estudio, se revela una realidad dual y esclarecedora. Por un lado, se registra un notorio aumento en la madurez de BIM en los proyectos de construcción, marcando un paso firme hacia la optimización y eficiencia en esta esfera crucial. Sin embargo, este análisis también pone de manifiesto desafíos palpables en la adopción de esta metodología en el Perú.

Entre estos desafíos mencionados sobresale la baja cantidad de solicitudes por parte de los usuarios para implementar BIM, la incompatibilidad de BIM con los procesos actuales o la falta de claridad en los beneficios de su implementación. Ante estos resultados, se evidencia la necesidad de desarrollar la capacidad BIM en la industria de la construcción, para que los actuales tomadores de decisiones puedan identificar los beneficios que esta metodología puede aportar al desarrollo de los proyectos, y así iniciar el proceso de adopción de BIM por convicción, abarcando a todas sus organizaciones. Para lograr esto, es esencial llevar a cabo

una implementación planificada de la metodología, considerando aspectos relacionados con el desarrollo de las capacidades del personal clave en la gestión de la información BIM, la adquisición de recursos tecnológicos acorde a las necesidades de las organizaciones y los tipos de proyectos que estas llevan a cabo; y, finalmente, realizar una identificación exhaustiva de los obstáculos en los procesos actuales para encontrar áreas de desarrollo y mejora.

De la misma manera, resulta fundamental considerar el papel del Estado como responsable e impulsor en la adopción de BIM en el sector público. En la actualidad, numerosos gobiernos en América Latina y el resto del mundo cuentan con iniciativas destinadas a desarrollar políticas y recursos que fomenten la estandarización y promuevan la implementación de BIM en las inversiones públicas. En el caso específico de Perú, el Ministerio de Economía y Finanzas, a través de la medida de política Plan BIM Perú, está llevando a cabo una estrategia para la implementación progresiva de BIM a nivel nacional. Por lo tanto, es relevante que los profesionales no solo consideren la implementación de BIM por sus propios beneficios; sino también, por ser una política nacional respaldada por el Gobierno, tal como se establece en el marco normativo BIM nacional.

En conclusión, el estudio subraya la importancia de la adopción de BIM en la industria de la construcción, delineando tanto los avances prometedores como los desafíos a abordar. El camino hacia la implementación exitosa implica el desarrollo de capacidades, la clarificación de beneficios y la colaboración estrecha entre sectores público, privado y la academia. La visión del Gobierno como líder en esta transformación brinda un impulso adicional para asegurar un futuro más eficiente y avanzado en la construcción.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con el Informe de Coyuntura Inmobiliaria 2023 realizado por TINSA S.A.C., la oferta inmobiliaria registrada al cuarto trimestre del 2022 fue de 855 proyectos. El presente estudio divide a Lima en siete sectores urbanos, quienes a su vez son subdivididos en 43 distritos, quienes a su vez son subdivididos en 63 conglomerados. Por ejemplo, Miraflores y San Isidro se ubican en el sector urbano Lima Top. Miraflores está dividido en 3 conglomerados y San Isidro en 2 conglomerados. Los conglomerados geográficos comparten el patrón común de precio de venta.

La unidad de análisis del presente estudio es el proyecto de edificación. Por tanto, el trabajo de campo incluye visitar obras para recopilar datos sobre la adopción BIM en proyectos y organizaciones. El público objetivo son profesionales de obra como residentes, jefes de oficina técnica o jefes de campo, quienes conocen los niveles de adopción BIM en cada proyecto. El trabajo de campo lo realizaron los asistentes de investigación entre agosto de 2022 hasta mayo de 2023. Se ha logrado encuestar a 211 proyectos que abarcaron a 34 de los 63 conglomerados distribuidos según la Tabla 1.

Tabla 1. Distribución de conglomerados y proyectos encuestados por sector urbano

Sector Urbano	Total de Conglomerados	Conglomerados Encuestados	Total de Proyectos	Proyectos Encuestados
Lima Top	14	9	396	97
Lima Moderna	15	14	277	81
Lima Centro	7	5	90	18
Lima Este	7	0	18	0
Lima Norte	8	2	37	3
Lima Sur	8	3	25	10
Callao	4	1	12	2
Total	63	34	855	211

RESULTADOS DEL ESTUDIO

1. DEMOGRAFÍA

La Tabla 2 presenta la demografía de los participantes del presente estudio (profesión, rol y experiencia), el tamaño de las empresas constructoras responsables de los proyectos y las características de los mismos (tipo, ubicación y altura). La mayoría de los encuestados tienen un perfil profesional en ingeniería civil y desempeñan el rol de residentes de obra. Asimismo, el 37% de los

encuestados tiene entre 1 y 5 años de experiencia profesional mientras que el 39% tiene entre 6 y 10 años de experiencia profesional. Por otro lado, 58% de los encuestados tiene alguna experiencia con BIM, mientras que el 52% no tiene experiencia con BIM. Finalmente, la mayoría de las obras encuestadas son edificaciones multifamiliares en Lima Top y Lima Moderna.

Tabla 2. Demografía de los participantes y de los proyectos encuestados

Variable	Categoría	N	%
Encuestado			
Profesión	Arquitecto(a)	14	7%
	Ingeniero(a) Civil	195	92%
	Otro	2	1%
Rol	Residente de Obra	129	61%
	Ingeniero de Campo	35	17%
	Jefe de Oficina Técnica	17	8%
	Ingeniero de Producción	6	3%
	Supervisor de Obra	5	2%
	Otro	19	9%
	Experiencia Laboral	1 a 5 años	79
	6 a 10 años	83	39%
	11 a 15 años	32	15%
	Más de 15 años	17	8%
Experiencia usando BIM	Ninguna	89	42%
	1 a 2 años	82	39%
	3 a 4 años	27	13%
	Más de 5 años	13	6%
Organización			
Tamaño de empresa	Micro (1-10 trabajadores)	168	80%
	Pequeña (11-50 trabajadores)	37	17%
	Mediana (51-250 trabajadores)	6	3%
Proyecto			
Tipo de proyecto	Edificio Multifamiliar	199	94%
	Vivienda Masiva	3	1%
	Oficina	2	1%

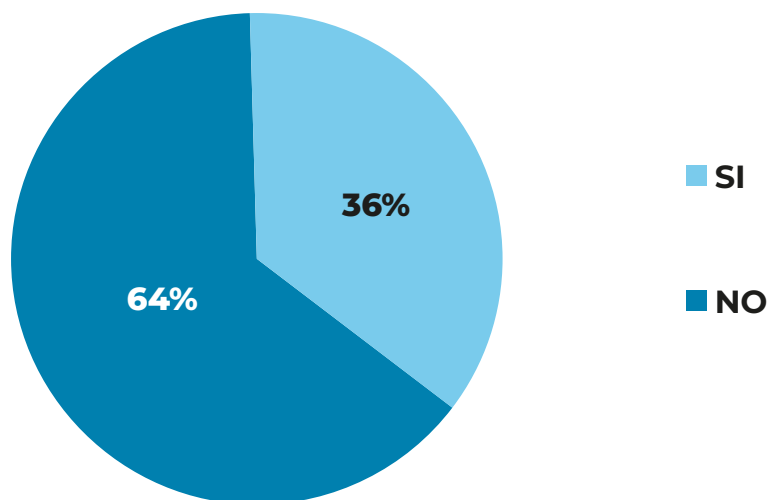
Ubicación	Otro	7	3%
	Lima Top	97	46%
	Lima Moderna	81	38%
	Lima Centro	18	9%
	Lima Norte	3	1%
	Lima Sur	10	5%
Altura	Callao	2	1%
	Hasta 4 pisos	20	9%
	5 a 7 pisos	75	36%
	8 a 11 pisos	46	22%
	12 a 20 pisos	48	23%
	Más de 20 pisos	21	10%

2. NIVEL DE ADOPCIÓN BIM EN LIMA

Los resultados indican que el 36% de los proyectos encuestados han implementado algún nivel de BIM (ver Gráfico 1). Con un 95%

de nivel de confianza, el intervalo de confianza para el valor real de adopción se sitúa entre el 30% y el 42%.

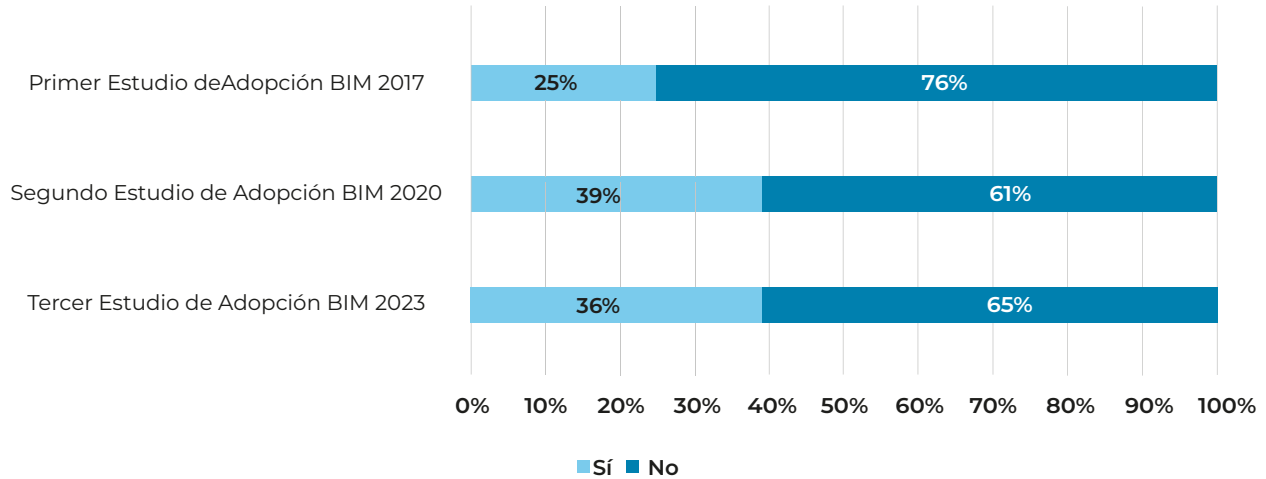
Gráfico 1. Nivel de adopción BIM en edificaciones urbanas en Lima 2023 (N=211)



En el Gráfico 2 se muestra la evolución de los resultados de adopción BIM desde el primer estudio realizado en 2017 hasta el tercer estudio de 2023. Se puede observar una ligera

disminución en el resultado en comparación con el segundo estudio. Sin embargo, esta diferencia (3%) es menor que el margen de error del 5%.

Gráfico 2. Comparación de nivel de adopción BIM en Lima – 2017 vs 2020 vs 2023

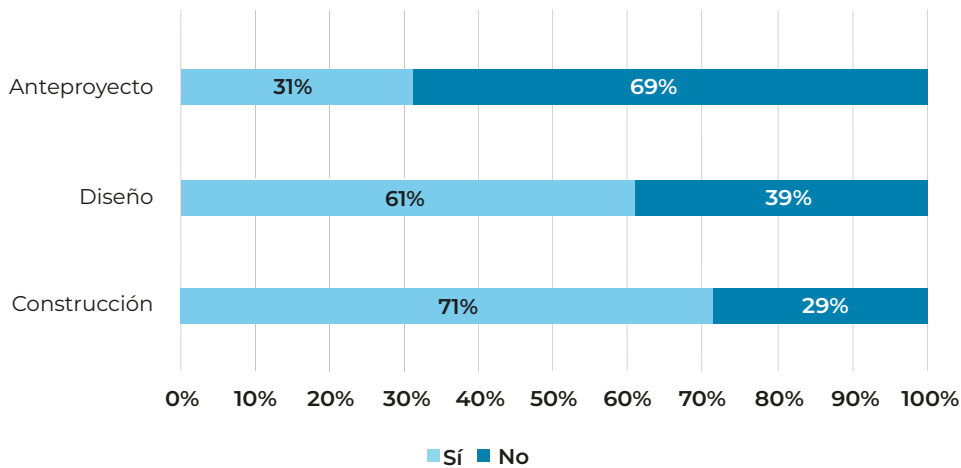


3. ADOPCIÓN BIM POR ETAPA DE PROYECTO

La adopción de BIM puede situarse en las etapas de Anteproyecto, Diseño y/o Construcción. En este estudio no se ha considerado la etapa de Operación y Mantenimiento ya que no existe evidencia de una madurez significativa en esta fase. En el Gráfico 3 se muestra la proporción de proyectos que han adoptado BIM por etapa.

Este resultado se ha calculado entre los proyectos que sí han adoptado BIM. El 71% de los proyectos que adoptan BIM lo han utilizado en la etapa de Construcción, seguido por un 61% que lo han utilizado en el Diseño. Por otro lado, hay un 31% de proyectos que lo han utilizado en la etapa de Anteproyecto.

Gráfico 3. Etapas del proyecto donde se aplicó BIM (N=75)

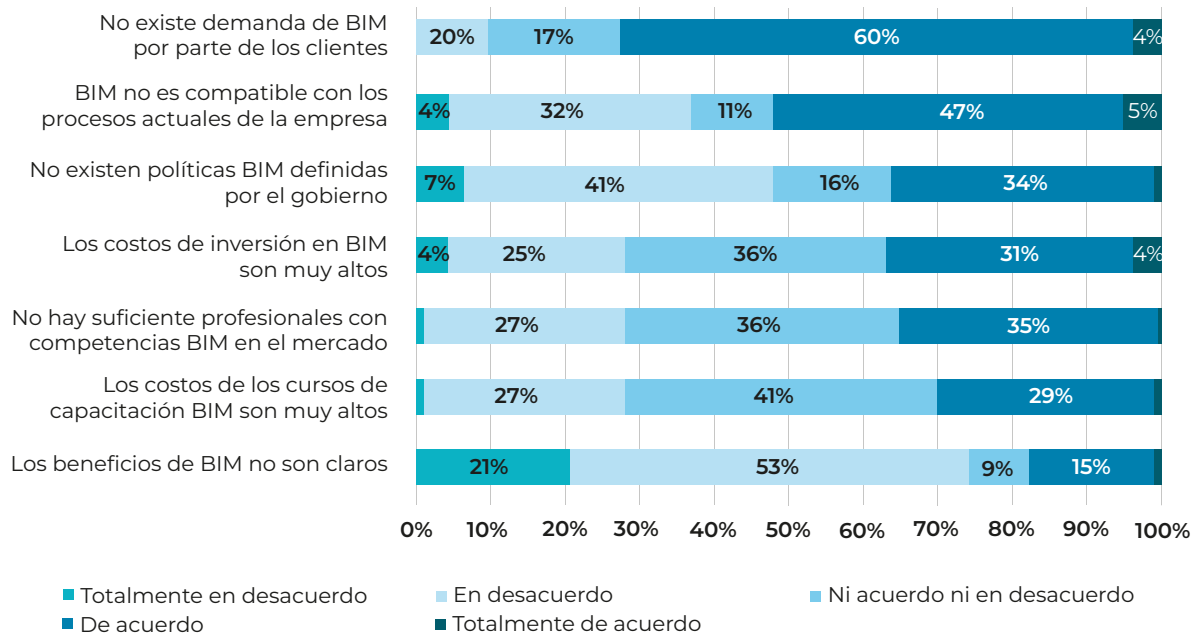


4. MOTIVOS POR LOS QUE NO SE IMPLEMENTÓ BIM EN EL PROYECTO

Esta sección presenta las razones más importantes por las cuales los encuestados consideran que no se ha implementado BIM en los proyectos (ver Gráfico 4). Una de las razones más destacadas por la cual no se adoptó BIM es la ausencia de demanda por parte de los clientes, con un 64% de respuestas (De acuerdo y Totalmente de acuerdo), seguida de un 52% de respuestas positivas relacionadas a que BIM no es compatible con los procesos actuales de la empresa. En el otro extremo, solo un 15% considera que los beneficios no son claros, y un 30% considera que los costos de los cursos de capacitación BIM son muy altos.

do y Totalmente de acuerdo), seguida de un 52% de respuestas positivas relacionadas a que BIM no es compatible con los procesos actuales de la empresa. En el otro extremo, solo un 15% considera que los beneficios no son claros, y un 30% considera que los costos de los cursos de capacitación BIM son muy altos.

Gráfico 4. Motivos por los que no se implementó BIM en el proyecto (N=136)



5. ADOPCIÓN BIM POR TIPOS DE EDIFICACIÓN

La primera variable de segmentación es el tipo de edificación según su uso (ver Gráfico 5). Por un lado, se observa que las edificaciones catalogadas como "Otros", las cuales abarcan usos como vivienda masiva, oficinas, colegios y hoteles, alcanzan el mayor porcentaje de adopción con un 50%. Por otro lado, el otro tipo de edificación (edificios multifamiliares) obtiene un porcentaje de adopción del 35%. En

adición, el Gráfico 6 muestra una clara tendencia de que los edificios de mayor altura presentan una mayor adopción de BIM. Asimismo, el Gráfico 6A muestra que los proyectos de área construida de 5,000 m² o menos tienen un 24% de adopción, mientras que los edificios más grandes (10,000 – 20,000 m²) tienen mayores niveles de adopción (64%).

Gráfico 5. Nivel de adopción BIM por tipo de proyectos (N=211)

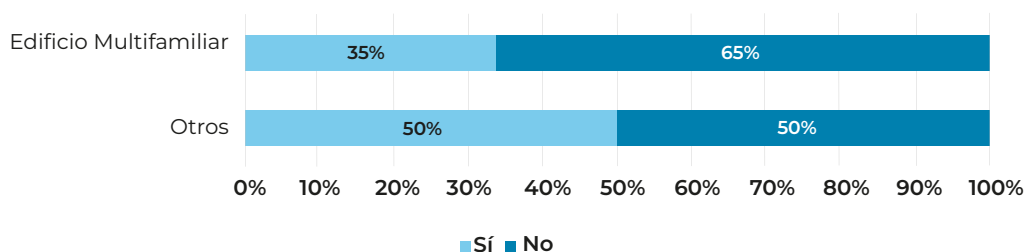


Gráfico 6. Nivel de adopción BIM por altura de edificación (N=211)

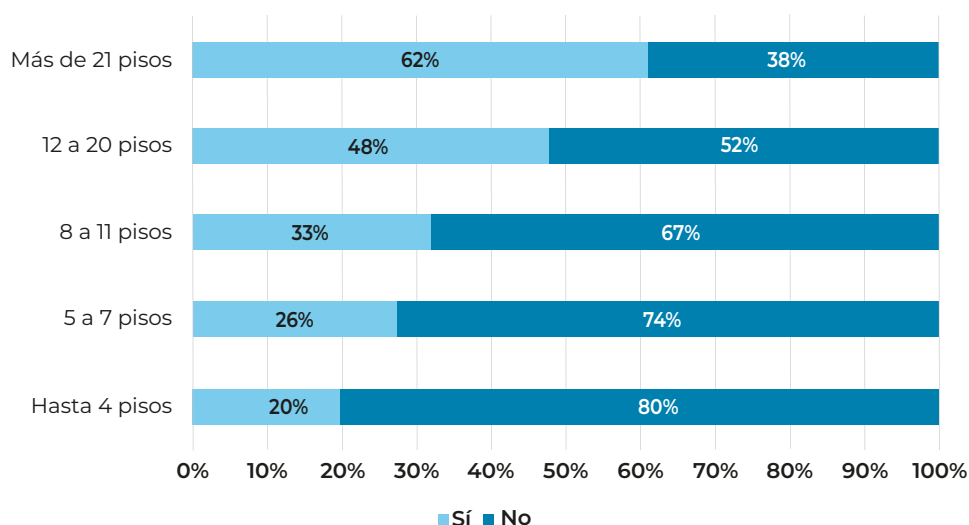
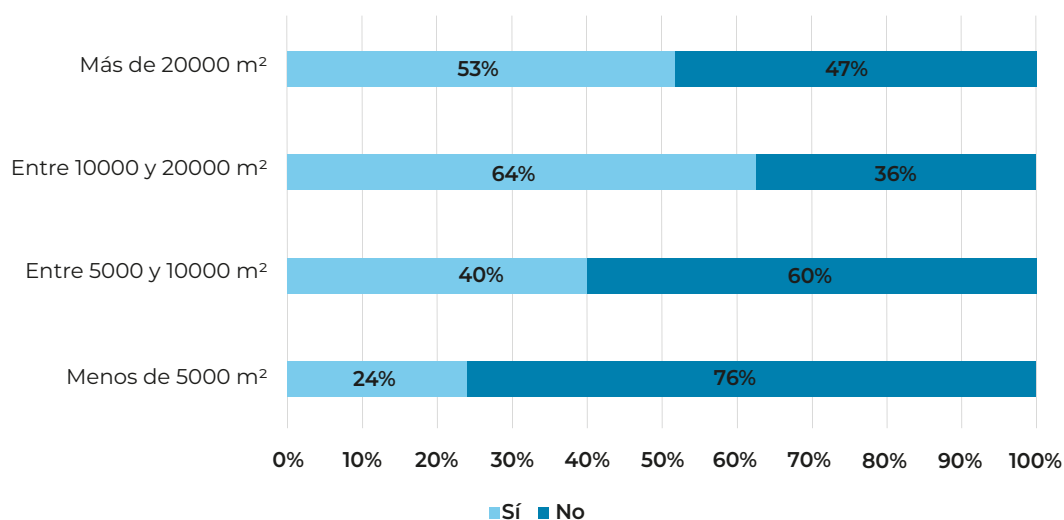


Gráfico 6A. Nivel de adopción BIM por área techada total del proyecto (N=211)

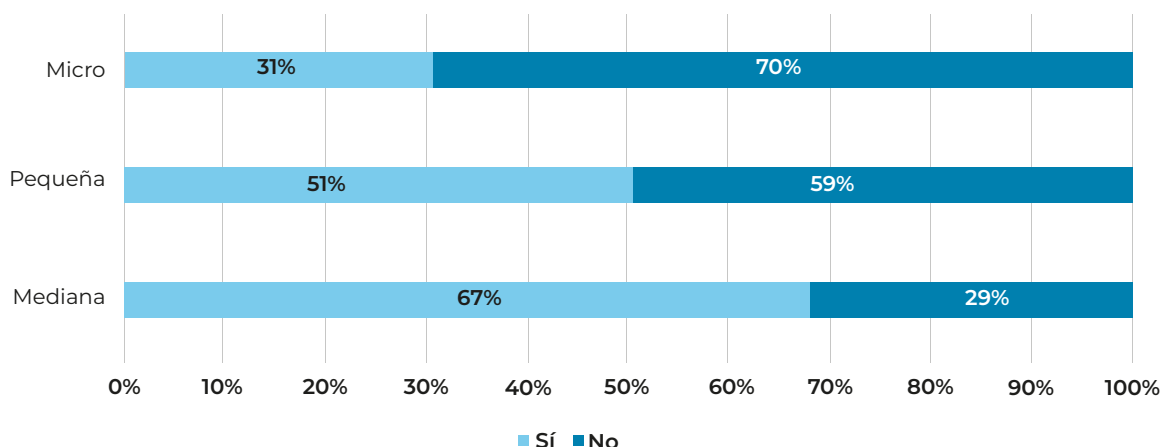


6. ADOPCIÓN BIM POR EL TAMAÑO DE EMPRESA QUE CONSTRUYE EL PROYECTO

El tamaño de cada empresa ha sido nuevamente un factor de análisis para la adopción de BIM (ver Gráfico 7). En el presente estudio, se ha clasificado a las empresas en función de la cantidad de personal profesional, excluyendo a los obreros de construcción. Las microempresas, empresas pequeñas, empresas medianas y grandes se caracterizan por contar con 1

a 10, 11 a 49, 50 a 250 y más de 250 trabajadores, respectivamente. En la muestra, no se han encontrado proyectos construidos por empresas grandes. Sin embargo, los resultados muestran la tendencia de que las empresas más grandes tienen mayores niveles de adopción de BIM.

Gráfico 7. Nivel de adopción BIM de acuerdo con el tamaño de empresa constructora (N=211)

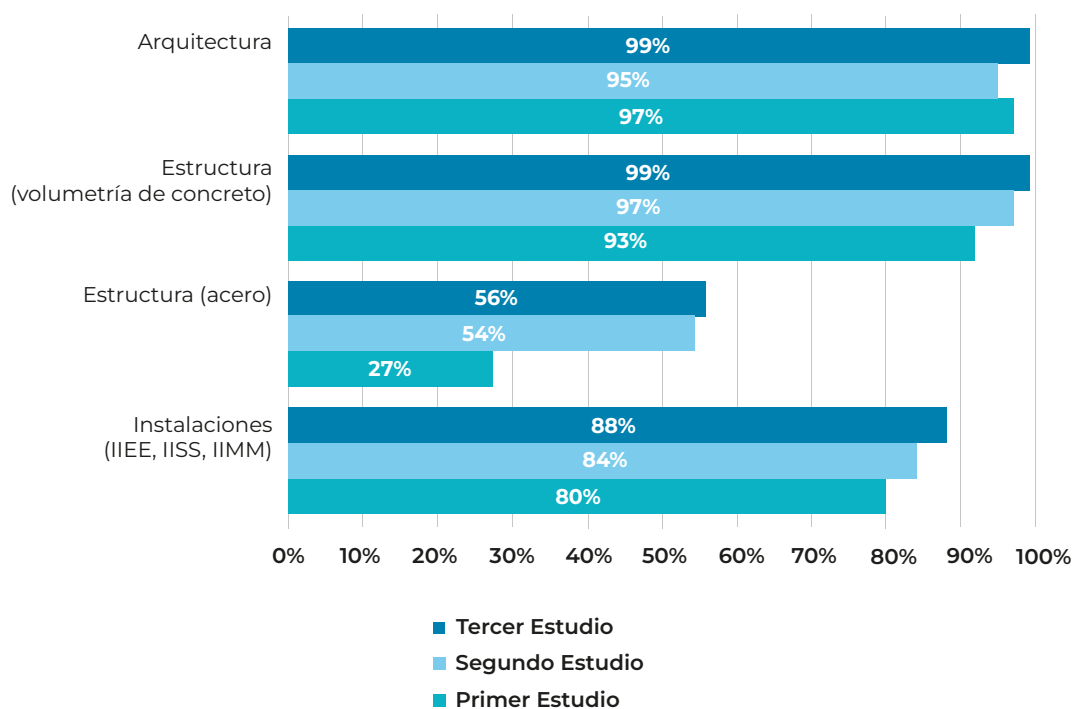


7. ESPECIALIDADES MODELADAS

De acuerdo con el Gráfico 8, los resultados muestran que los modelos de arquitectura y estructuras (volumetría de concreto) han sido modelados en prácticamente todos los proyectos (99%). En segundo lugar, se encuentran las instalaciones sanitarias, eléctricas y mecánicas, con un 88%. Finalmente, los mode-

los de acero de refuerzo han sido creados en el 56% de los proyectos que han adoptado BIM. El comparativo con los estudios previos muestra que no ha existido una variación significativa con los resultados del segundo estudio, siendo casi todas menores al 5%.

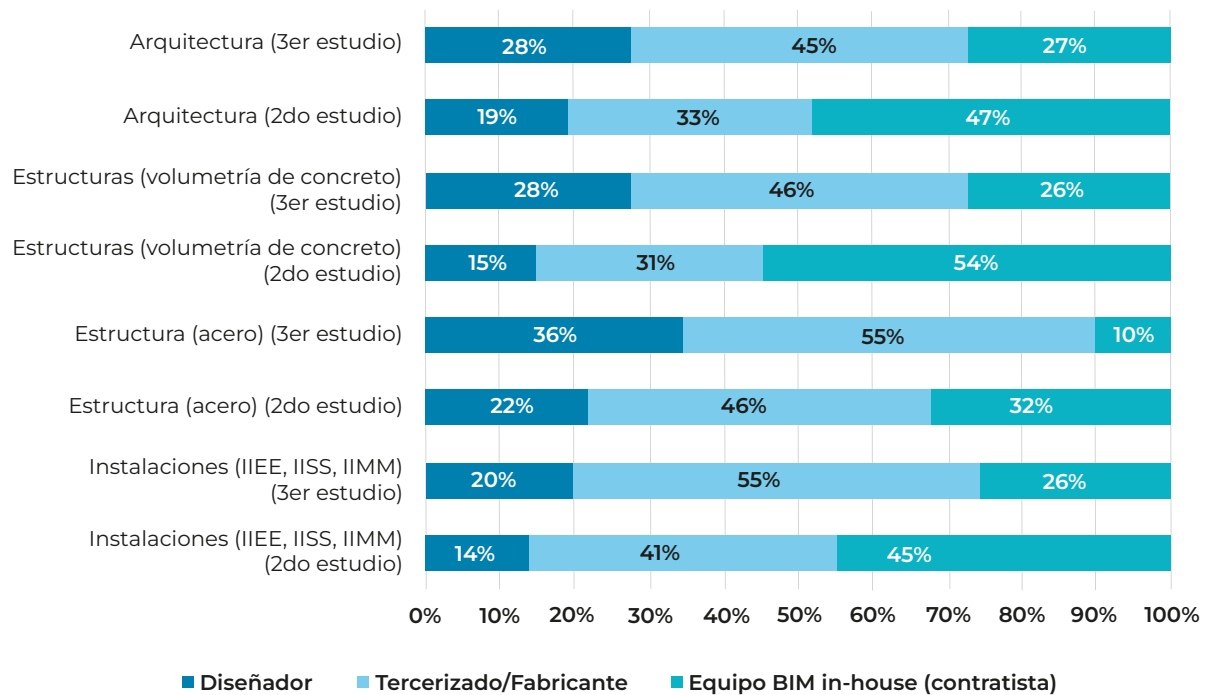
Gráfico 8. Comparación de especialidades modeladas entre el primer y segundo estudio de adopción BIM (% respecto de los proyectos que usan BIM)



La autoría de modelos es un indicador del nivel de madurez BIM en el sector. El Gráfico 9 muestra que los proyectistas de arquitectura y estructuras han realizado de manera nativa el 28% de los modelos existentes, seguido de un 20% de los proyectistas de instalaciones.

Asimismo, entre el 26% y el 27% de los modelos de arquitectura, estructuras e instalaciones fueron creados por equipos BIM in-house del contratista, mientras que un 45% al 55% fueron creados por consultores BIM o terceros.

Gráfico 9. Autoría de modelos (N=75)



Los resultados muestran un incremento del 9%, 13% y 6% en los modelos creados por los proyectistas de arquitectura, estructuras e instalaciones, respectivamente. Además, se observa una reducción sustantiva de aproximadamente 20% por cada especialidad en el caso de los modelos creados por los equipos

BIM in-house. En consecuencia, los modelos creados por consultores BIM o terceros han aumentado del 33% al 45% para el caso de arquitectura, del 31% al 46% para el caso de estructuras, y del 41% al 55% para el caso de instalaciones.

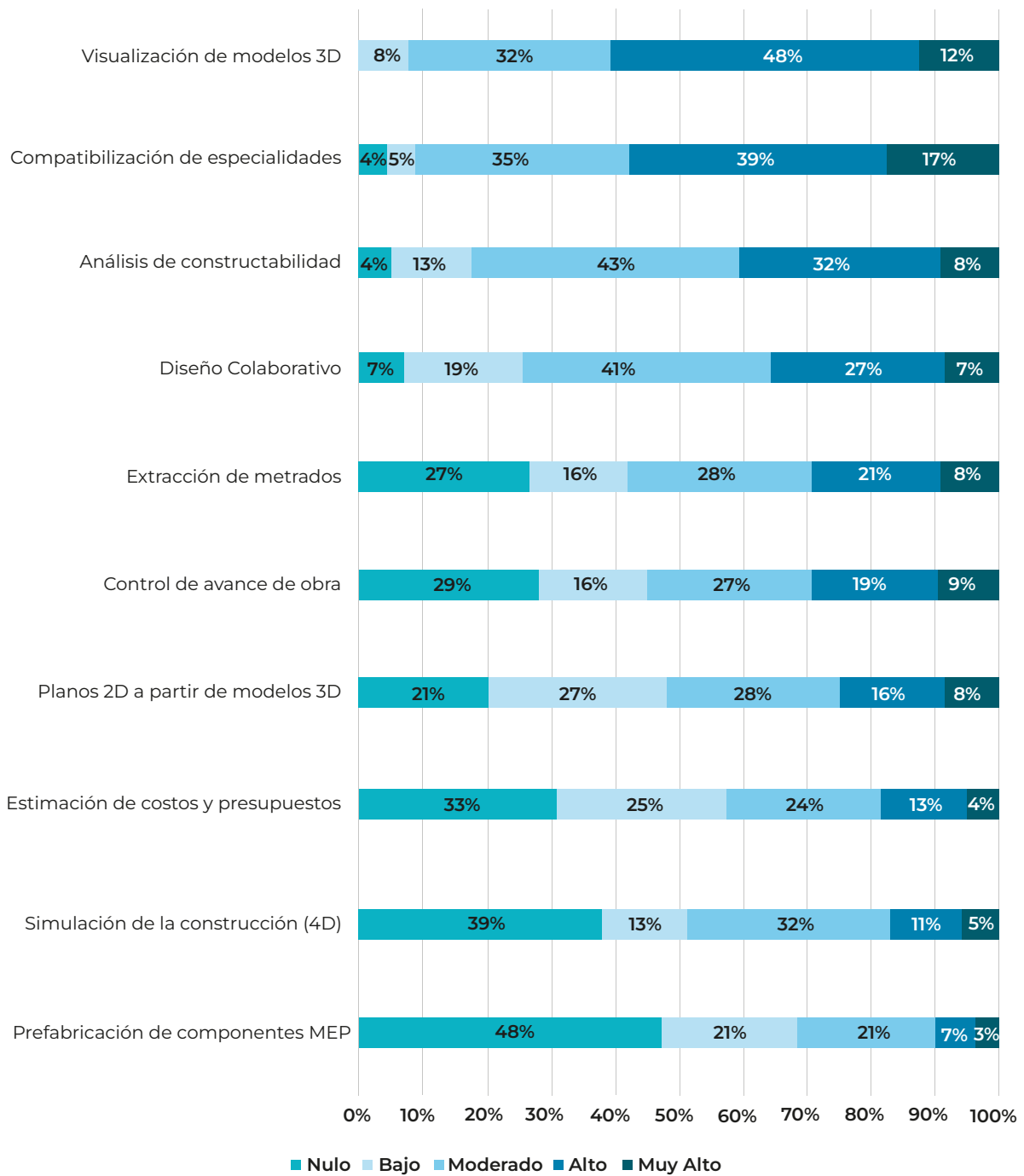
8. USOS DE MODELOS IMPLEMENTADOS EN PROYECTOS

El Gráfico 10 presenta el nivel de implementación de 10 usos BIM dentro de los proyectos de construcción encuestados. A continuación, y con el propósito de mostrar una tendencia en

los resultados, se clasifican los usos BIM en función del porcentaje de proyectos que indicaron un uso remarcable (uso Alto o Muy alto):

- Entre el 56 y el 60% de proyectos usan remarcablemente: Visualización de modelos 3D y Compatibilización de especialidades
- Entre el 34 y el 40%: Análisis de constructibilidad y Diseño colaborativo
- Entre el 24 y el 29%: Extracción de metrados, Control de avance de obra y Planos 2D a partir de modelos 3D
- Menos del 20%: Estimación de costos y presupuestos, Simulación de la construcción (4D) y Prefabricación MEP

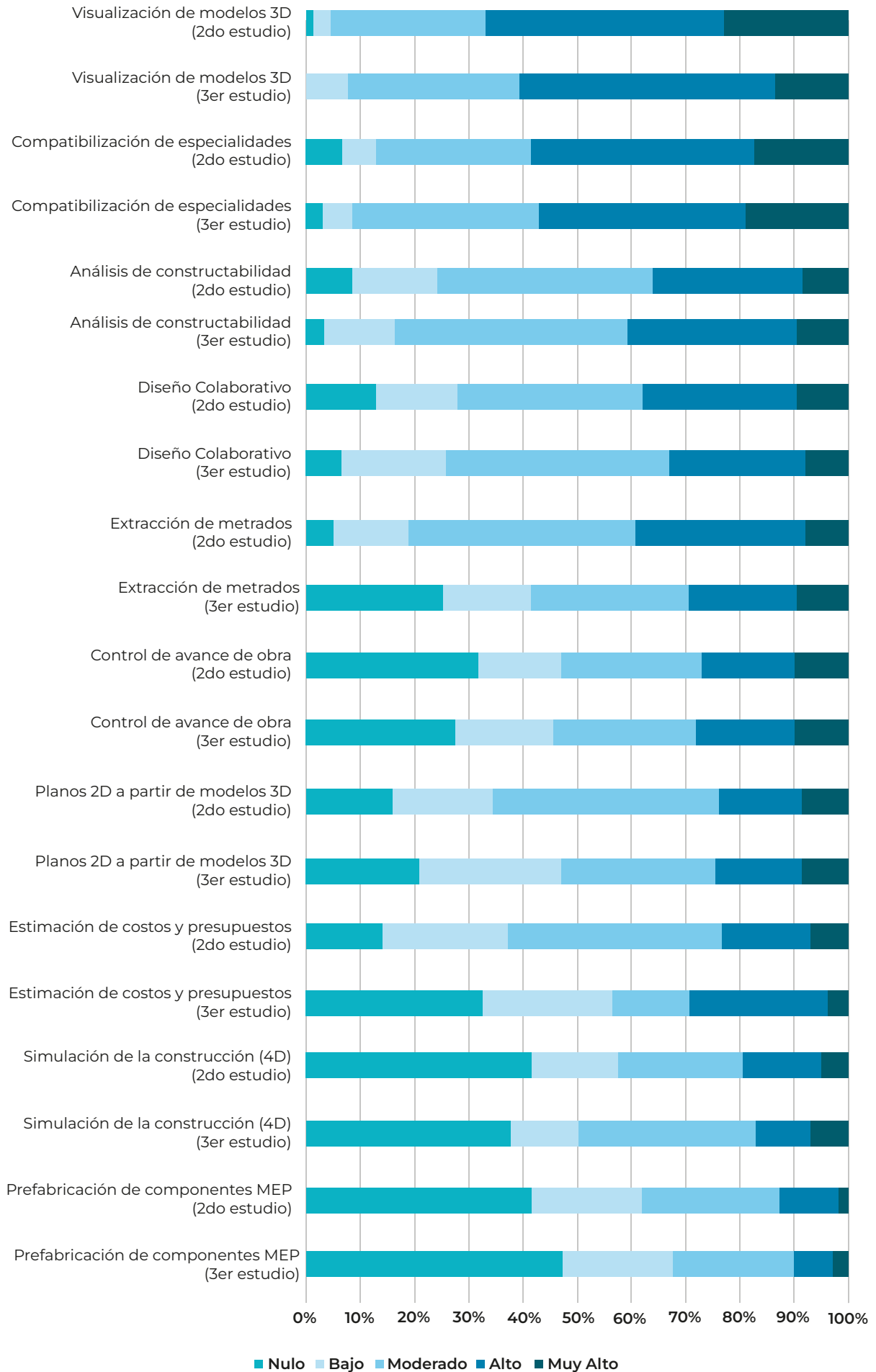
Gráfico 10. Usos de modelos BIM en proyectos (N=75)



Los resultados obtenidos en este nuevo estudio continúan la misma tendencia que su predecesora para los cuatro usos principales: Visualización de modelos 3D y Compatibilización de especialidades, Análisis de constructibilidad y Diseño colaborativo (ver Gráfico 11).

Sin embargo, Extracción de Metrados y Estimación de costos y presupuestos han experimentado un significativo incremento en lo Nulo y Bajo entre el segundo y tercer estudio.

Gráfico 11. Comparativo (2do vs 3er estudio) de Usos de modelos BIM en proyectos (N=75)

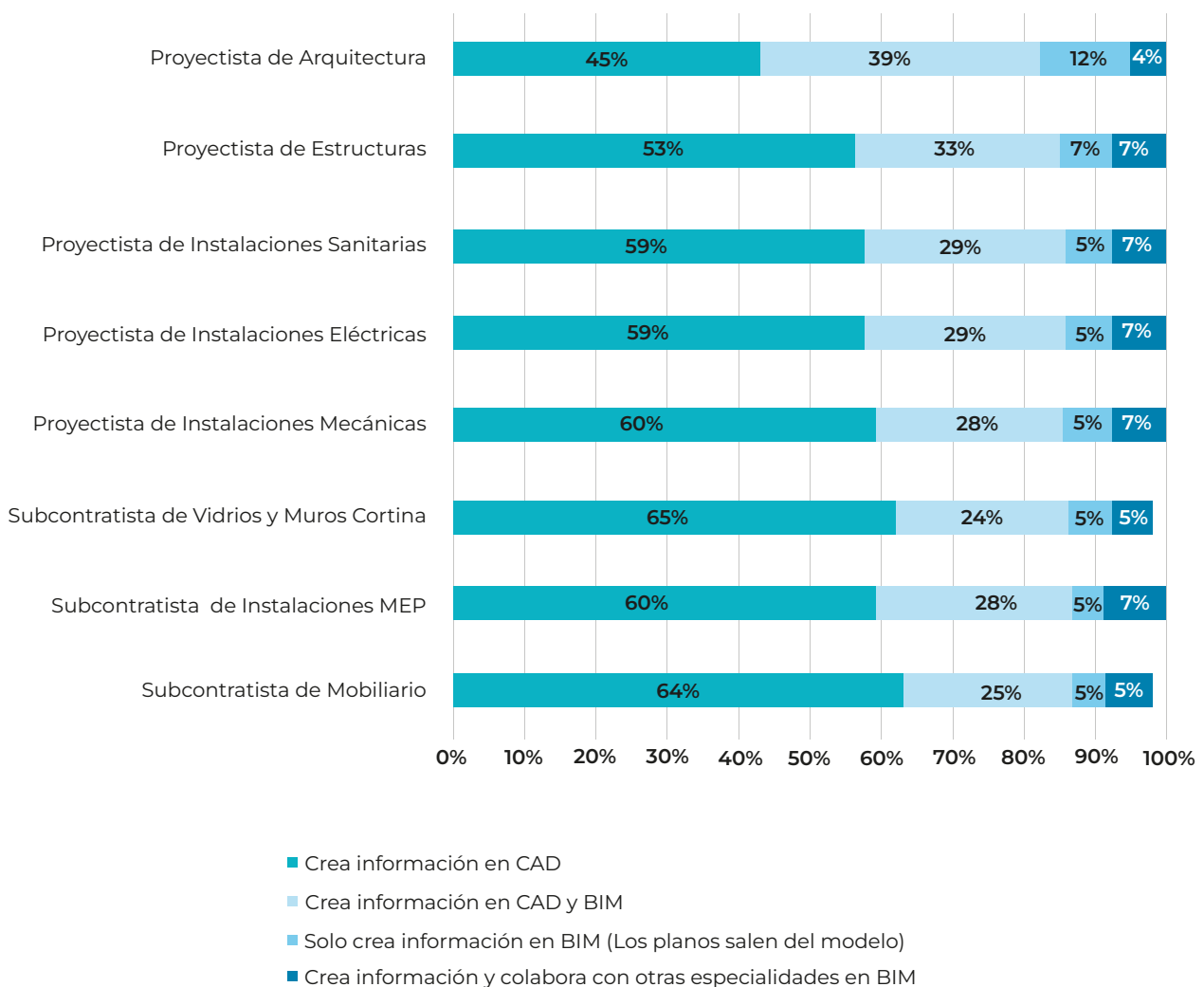


9. MADUREZ BIM DE LAS EMPRESAS

El nivel de madurez digital de las empresas involucradas en el proyecto posee una influencia en el nivel de adopción BIM. El Gráfico 12 muestra el nivel de madurez BIM de los proyectistas y subcontratistas más importantes de un proyecto. Por un lado, en el caso de los proyectistas, los resultados muestran que entre el 12%-16% usan BIM de manera natural

(los planos salen de los modelos BIM y colaboran con otras especialidades). Además, entre el 29-39% usa CAD y BIM de manera dual, mientras que entre el 45-59% solo utiliza CAD. Por otro lado, en el caso de los subcontratistas, más del 60% maneja solamente información en CAD y tan solo un 10% aproximadamente usa BIM de manera natural.

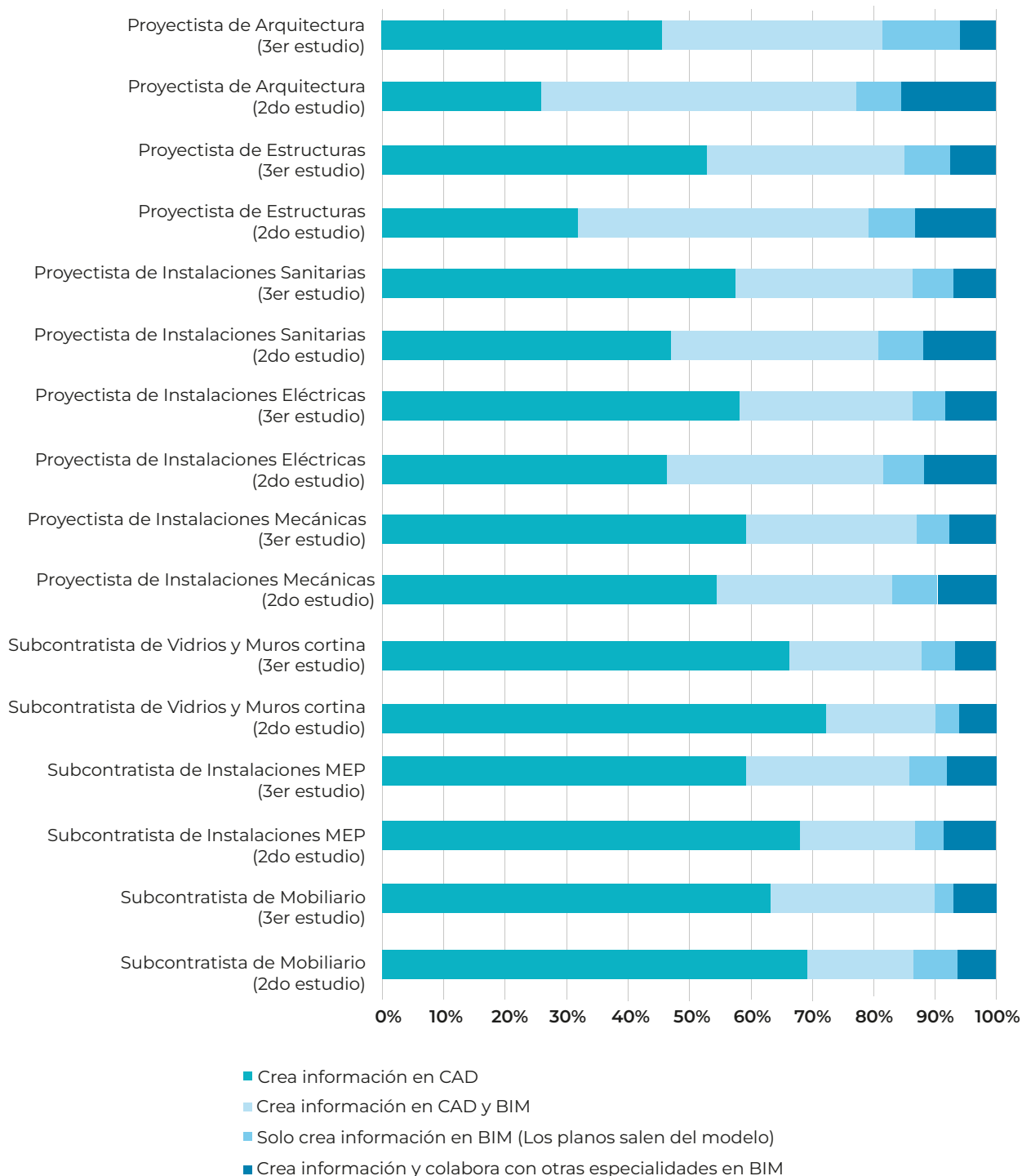
Gráfico 12. Grado de madurez BIM de las empresas que participan en el proyecto (N=75)



El Gráfico 13 muestra un comparativo entre el 2do y 3er estudio respecto al grado de madurez de las empresas que conforman el proyecto. Se observa un descenso en los proyectistas

con una madurez alta (solo trabajan con BIM) y un aumento en los proyectistas con madurez baja (solo trabajan con información en CAD).

Gráfico 13. Comparativo (2do vs 3er estudio) de Grado de Madurez BIM de las empresas que participan el proyecto (N=75)

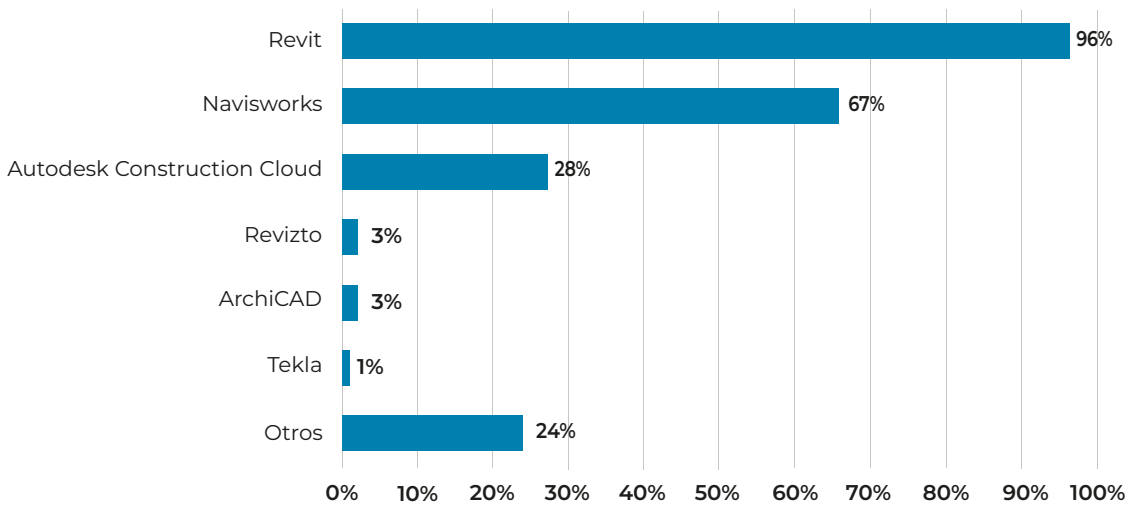


10. SOFTWARES UTILIZADOS

El Gráfico 14 muestra cuáles son los softwares BIM utilizados en los proyectos. En primer lugar, se encuentra el software Revit con un 99%, el cual es utilizado para elaborar diseños y documentación técnica. En segundo lugar, Naviswork muestra un 67% de uso y es una herramienta que permite al usuario combinar modelos de diferentes especialidades y realizar visualizaciones, simulaciones y detección de interferencias. En tercer lugar, se posiciona la

plataforma en la nube de Autodesk Construction Cloud con un 28%, la cual permite la colaboración entre especialidades y un intercambio de información en tiempo real. Finalmente, Tekla, ArchiCAD y Revizto completan la lista de software propuestos en el estudio con porcentajes menores al 5%. Además de estas herramientas BIM mencionadas, existe un 24% que corresponde a otras herramientas y tecnologías utilizadas en la industria AEC.

Gráfico 14. Softwares utilizados en proyectos (N=75)

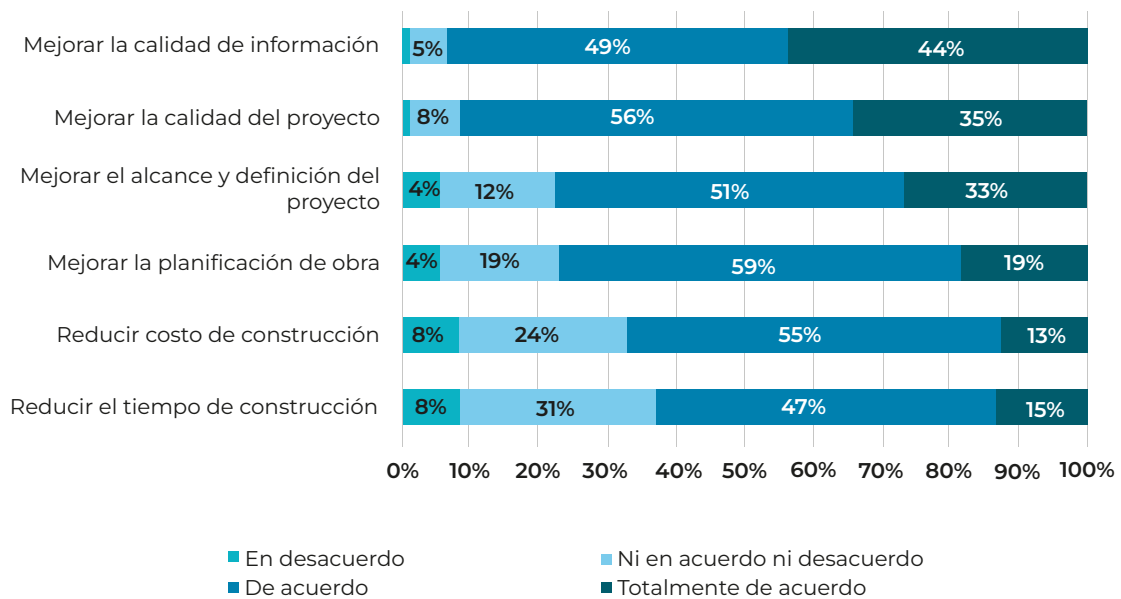


11. PERCEPCIÓN DEL IMPACTO DE BIM

Esta sección muestra la percepción de los profesionales con respecto a BIM en referencia a resultados del proyecto (ver Gráfico 15). El estudio revela que la mayor cantidad de profesionales coinciden en que BIM mejora la calidad de información (93% De acuerdo y Totalmente de acuerdo) y mejora el alcance y definición del proyecto (91% De acuerdo y

Totalmente de acuerdo). Por otro lado, un 84% y 78% percibe que BIM ayuda a mejorar la planificación de obra y la calidad del proyecto respectivamente. Sin embargo, entre un 32% y 39% percibe que BIM no ayuda a reducir el costo y tiempo de construcción (en desacuerdo, ni acuerdo ni en desacuerdo).

Gráfico 15. Resultados percibidos de adoptar BIM (N=75)

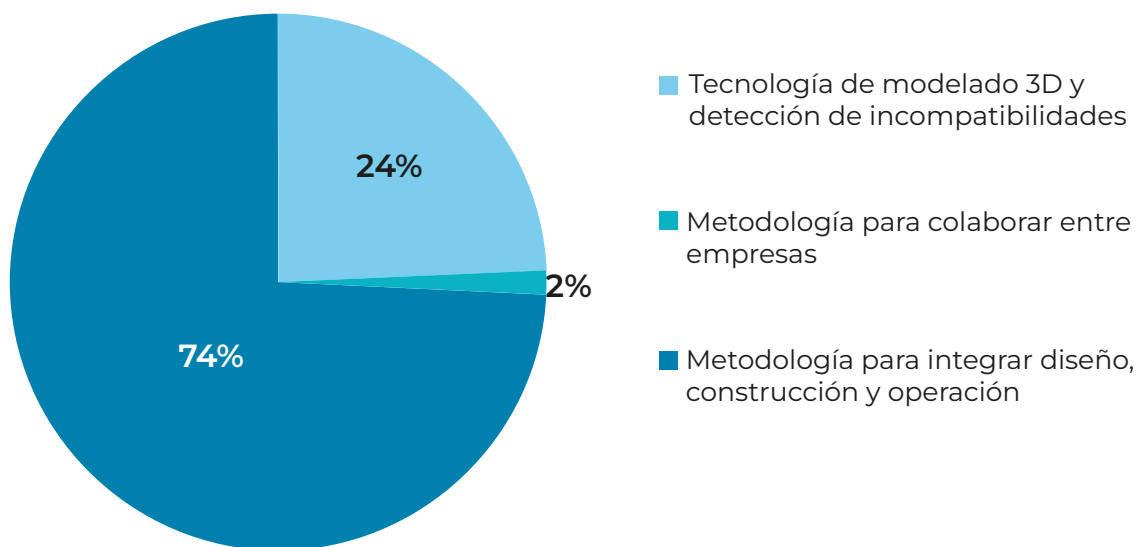


12. CONCEPTO BIM

Esta sección se presentan los resultados en referencia al concepto que los encuestados tienen sobre BIM (ver Gráfico 16). La mayoría de los encuestados considera que BIM es una metodología para integrar diseño, construcción y operación (71%), mientras que una porción menor considera que BIM es una tecnología de modelado 3D y detección de

incompatibilidades (26%). Este resultado refleja dos claras tendencias en referencia a conceptualizar BIM como tecnología o como metodología. El primer grupo limita el uso a un modelado 3D, mientras que el segundo grupo entiende a BIM como un proceso colaborativo a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Gráfico 16. Concepto BIM (N=211)



Las siguientes secciones presentan los resultados de las preguntas sobre el total del tamaño muestral efectivo (N=211), independiente de si el proyecto tiene algún uso sobre BIM. Se solicitó a los encuestados calificar en la escala

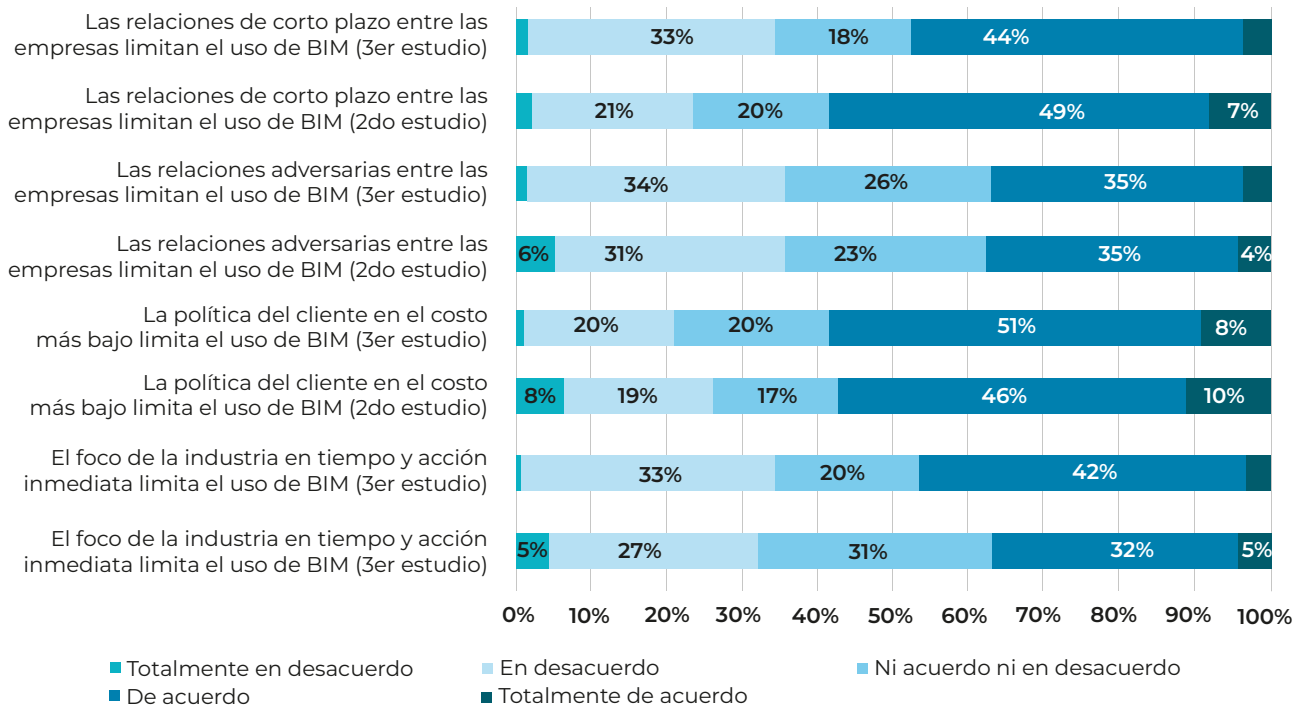
de Likert del 1 al 5 las preguntas del cuestionario, donde 1 es totalmente en desacuerdo, 2 en desacuerdo, 3 ni acuerdo ni en desacuerdo, 4 de acuerdo y 5 es totalmente de acuerdo.

13. EFECTO DE LA FORMA DE ORGANIZACIÓN DE LA INDUSTRIA AEC EN LA ADOPCIÓN BIM

Esta sección evalúa la percepción de los encuestados sobre el efecto que tiene la industria en la adopción de BIM (ver Gráfico 16). El 42% de los encuestados considera que el enfoque de la industria en acciones inmediatas y la presión por el tiempo limitan la implementación de BIM en un proyecto, un 10% más que en el segundo estudio. Además, cerca del 60% (similar al segundo estudio) confirma que la adopción de BIM también se ve limitada debido a la política del precio más bajo en la contratación de proyectos. Asimismo, el 46% de los encuestados señala que las relaciones

de corto plazo entre las empresas afectan en la adopción de BIM, y un poco menos del 40% señala que las relaciones adversarias entre empresas también afectan la adopción de BIM. Estos resultados sugieren que la adopción de BIM es influenciada por la forma de organización de la industria, que tiene relaciones adversarias y de corto plazo entre algunos actores. Además, se resalta la influencia del cliente, quien tiene un enfoque prioritario en el plazo y costo de construcción, y en métodos de procura tradicionales.

Gráfico 16. Efecto de la forma de organización de la industria AEC en la adopción BIM (N=211)

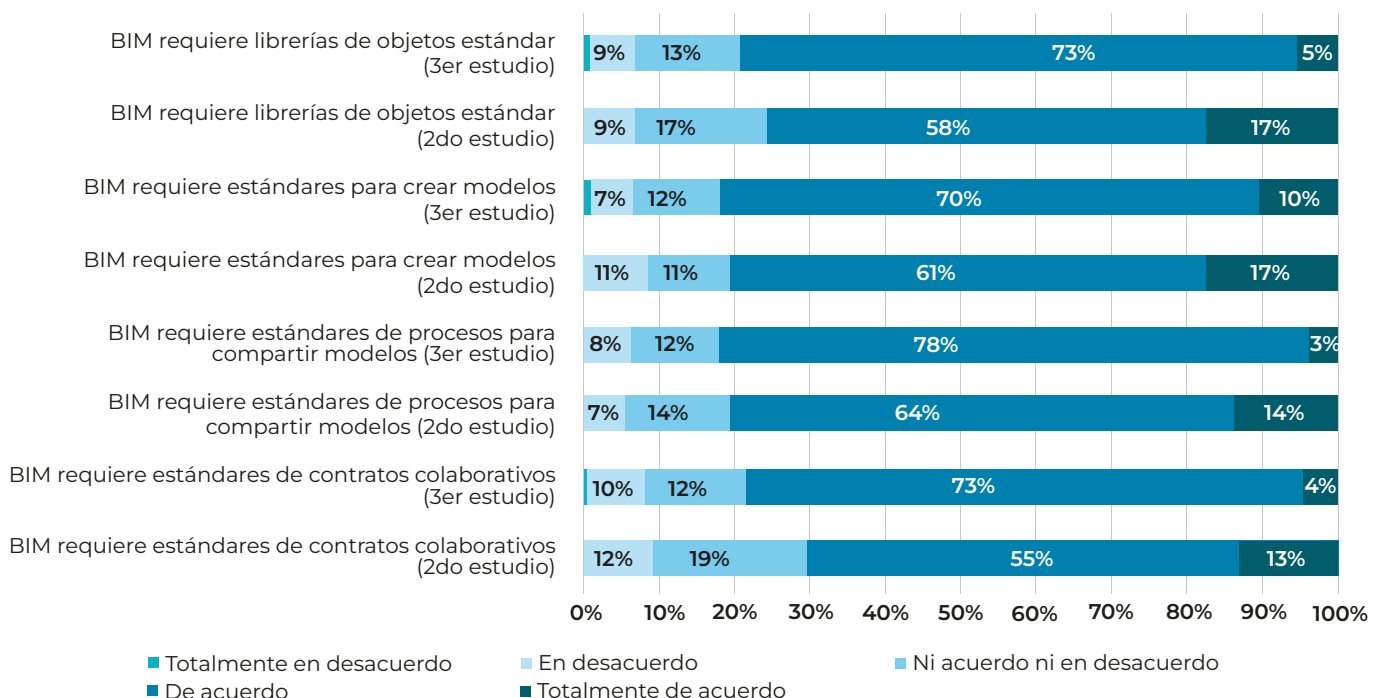


14. ESTANDARIZACIÓN BIM

Con respecto a la estandarización (ver Gráfico 17), el 80% de encuestados considera que BIM requiere estándares para crear y compartir modelos. Además, poco menos del 80% afirma que BIM requiere librerías de objetos estándar y estándares de contratos colaborativos. Estos resultados resaltan que los profesionales de construcción observan a BIM como una metodología sujeta a una estandarización que facili-

ta la implementación. Por tanto, el esfuerzo de los impulsores BIM en la industria debe priorizar la creación de documentos guías que soporten el proceso de implementación en organizaciones y proyectos. El comparativo entre el segundo y tercer estudio muestra que la variación en la percepción sobre estandarización no ha variado significativamente.

Gráfico 17. Estandarización en la adopción BIM (N=211)

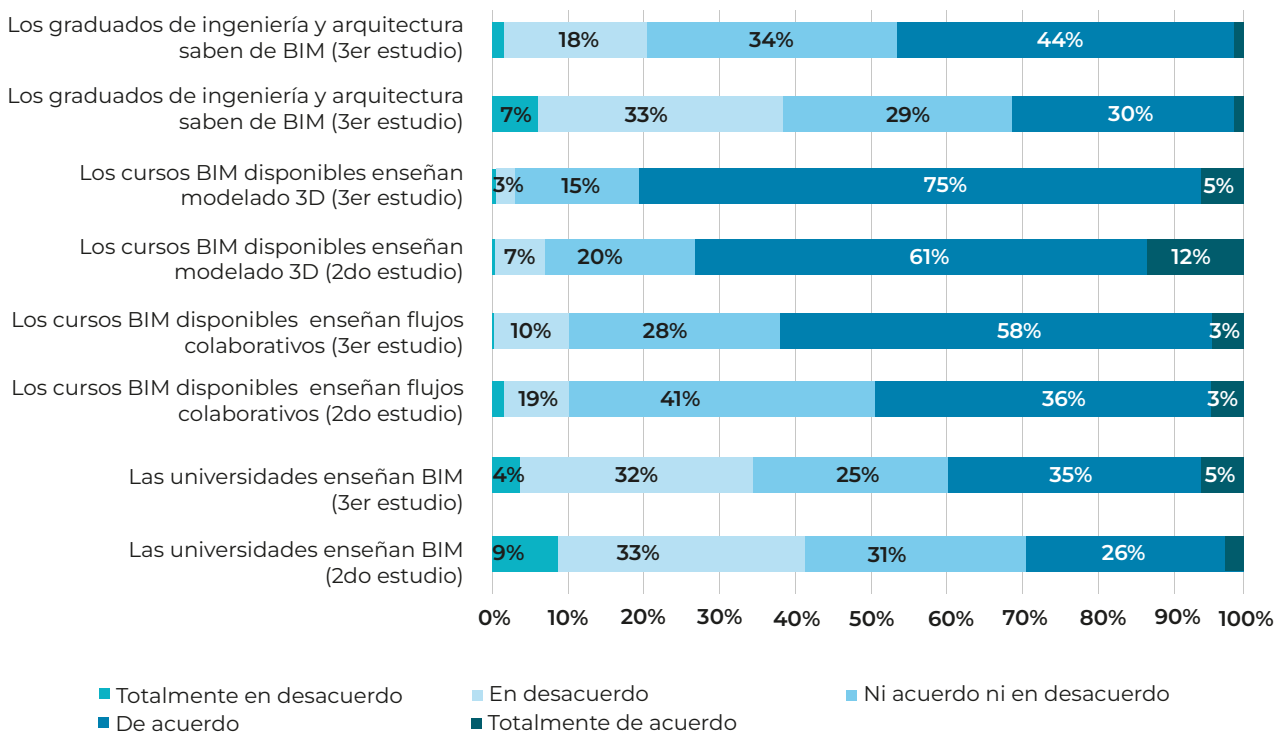


15. EDUCACIÓN/ENTRENAMIENTO BIM EN EL MERCADO

Por otro lado, con respecto a la educación/entrenamiento BIM (ver Gráfico 18), se observa que el 40% de encuestados afirma que las universidades enseñan BIM y que sus graduados de las carreras de ingeniería y arquitectura conocen de BIM (aproximadamente un 10% más que en el 2do estudio). Además, en

relación a los cursos BIM disponibles en las instituciones educativas, el 80% afirma que dichos cursos enseñan modelado 3D (7% más que en el 2do estudio). Asimismo, un 60% sostiene que estos abarcan temas relacionados con el manejo de flujos colaborativos (20% más que el 2do estudio).

Gráfico 18. Educación/entrenamiento BIM en el mercado (N=211)



Estos resultados muestran que se aprecia un avance en la enseñanza de BIM como metodología colaborativa; sin embargo, todavía no alcanza los niveles de enseñanza como software de modelado. Para avanzar con la adopción a nivel industria, la educación/entrenamiento BIM debe considerar las competencias digita-

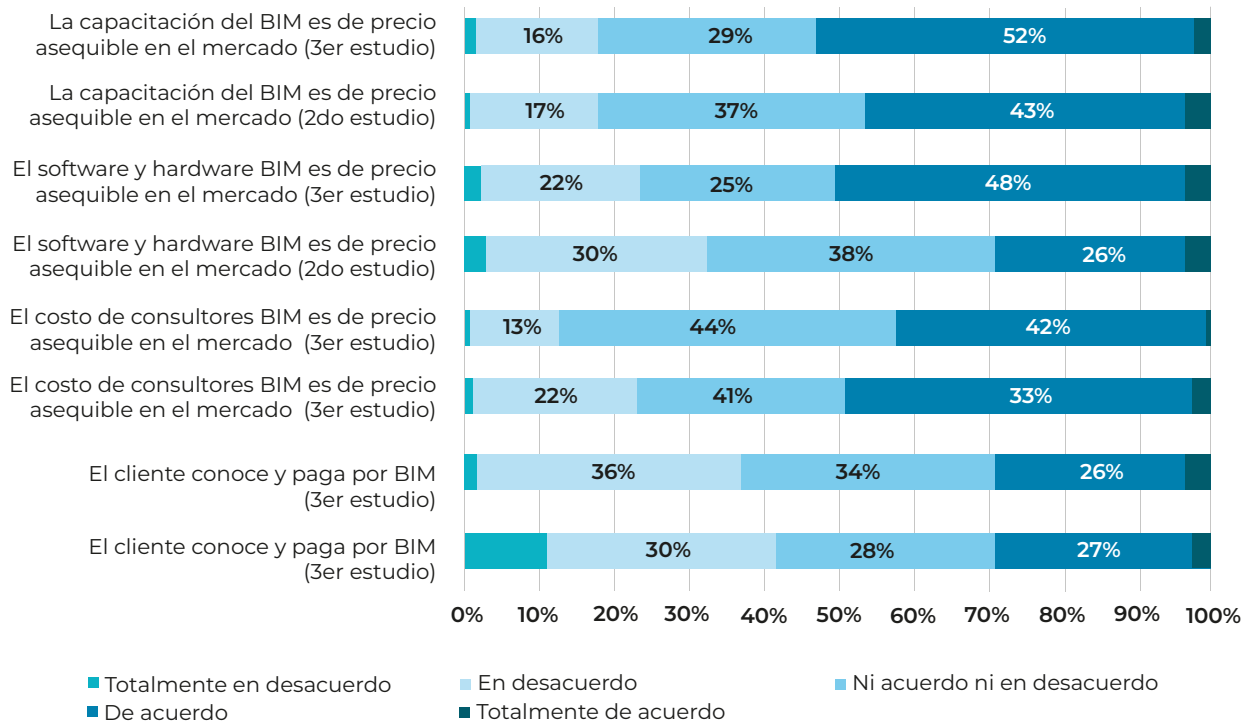
les necesarias para que los profesionales puedan colaborar e implementar BIM en organizaciones y proyectos. Las universidades, consultores de capacitación, colegios profesionales, y todos los actores involucrados en educación/entrenamiento deben trabajar hacia una educación basada en la colaboración.

16. ASEQUIBILIDAD DE PRECIOS EN EL MERCADO PARA ADOPTAR BIM

Esta sección mide la percepción de la asequibilidad de precios en el mercado para costear la adopción de BIM (ver Gráfico 19). Del total de encuestados, cerca del 30% (De acuerdo y Totalmente de acuerdo) considera que el cliente conoce y está dispuesto a pagar por BIM. Además, el 50% considera que el software y hardware BIM son de precio asequible (un

aumento de más del 20% respecto al 2do estudio). Con respecto a la consultoría BIM, el 42% de los encuestados considera que es de precio asequible (10% más que en el 2do estudio), y el 53% considera que las capacitaciones BIM son de precio asequible (7% más respecto al 2do estudio).

Gráfico 19. Asequibilidad de precios en el mercado para adoptar BIM (N=211)



Este resultado debe verse en paralelo con el Gráfico 5, donde se mostró que las micro y pequeñas empresas son las que menos han adoptado BIM, o también con el Gráfico 12, donde se mostró que los proyectistas y subcontratistas aún tienen niveles bajos de adopción de BIM. Este resultado sugiere que

BIM no sería una opción para la mayoría de las empresas si el cliente no apuesta ni paga por BIM. Por tanto, se espera que, a medida que la exposición de los beneficios y de las buenas prácticas de otras empresas genere mayor valor en el mercado, existirán clientes más interesados en conocer y adoptar BIM.

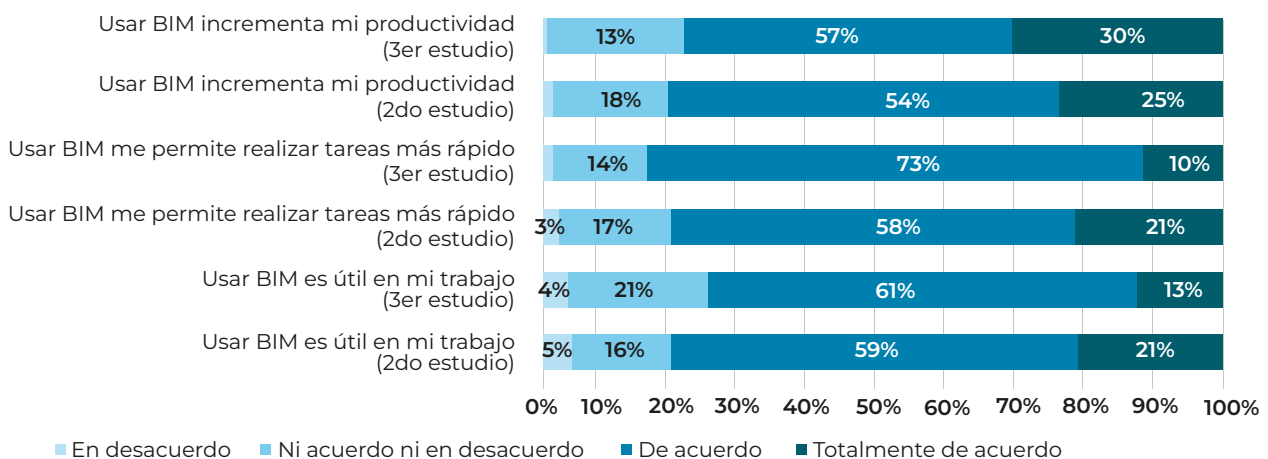
17. ACEPTACIÓN Y USO DE BIM

17.1. PERCEPCIONES INDIVIDUALES SOBRE BIM

Esta sección presenta los resultados referidos a las percepciones de los profesionales en torno a las intenciones de adoptar BIM. Estas intenciones se miden con la "expectativa de rendimiento", "expectativa de esfuerzo" y "actitud" hacia BIM.

Por un lado, se percibe una alta expectativa de esfuerzo: alrededor del 80% de los encuestados considera que BIM es o sería útil en su trabajo, permitiendo realizar tareas más rápido y aumentando su productividad (ver Gráfico 20).

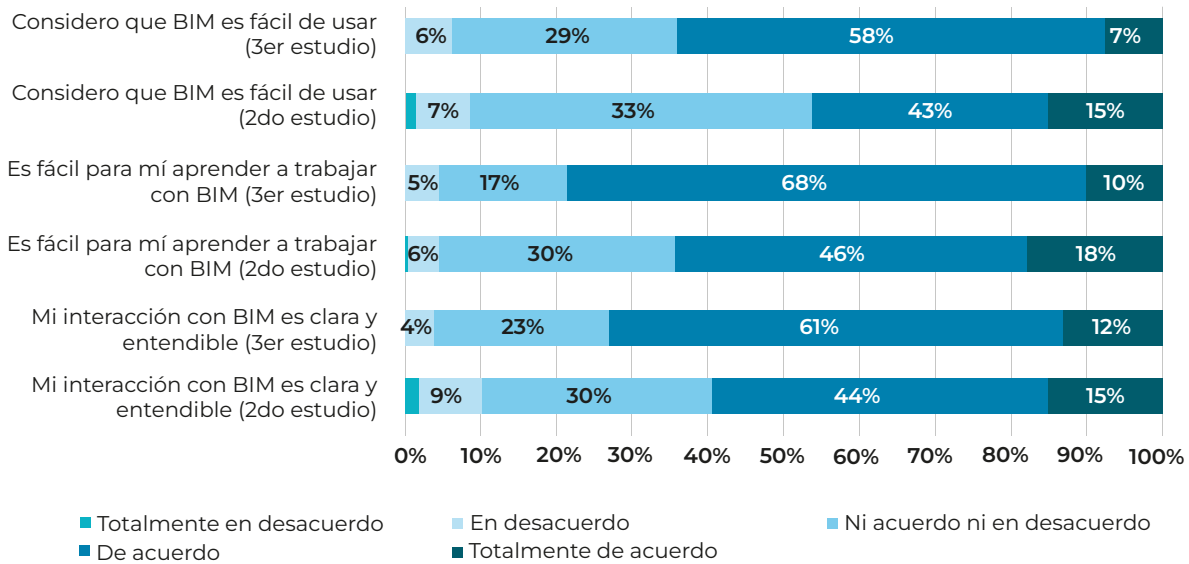
Gráfico 20. Expectativa de esfuerzo sobre BIM (N=211)



Por otro lado, existe un considerable nivel de expectativa de rendimiento: alrededor del 65% de los encuestados considera que BIM es fácil de utilizar, un 78% considera que es fácil de

aprender a trabajar con BIM, y un 73% considera que tienen una interacción clara con BIM (ver Gráfico 21).

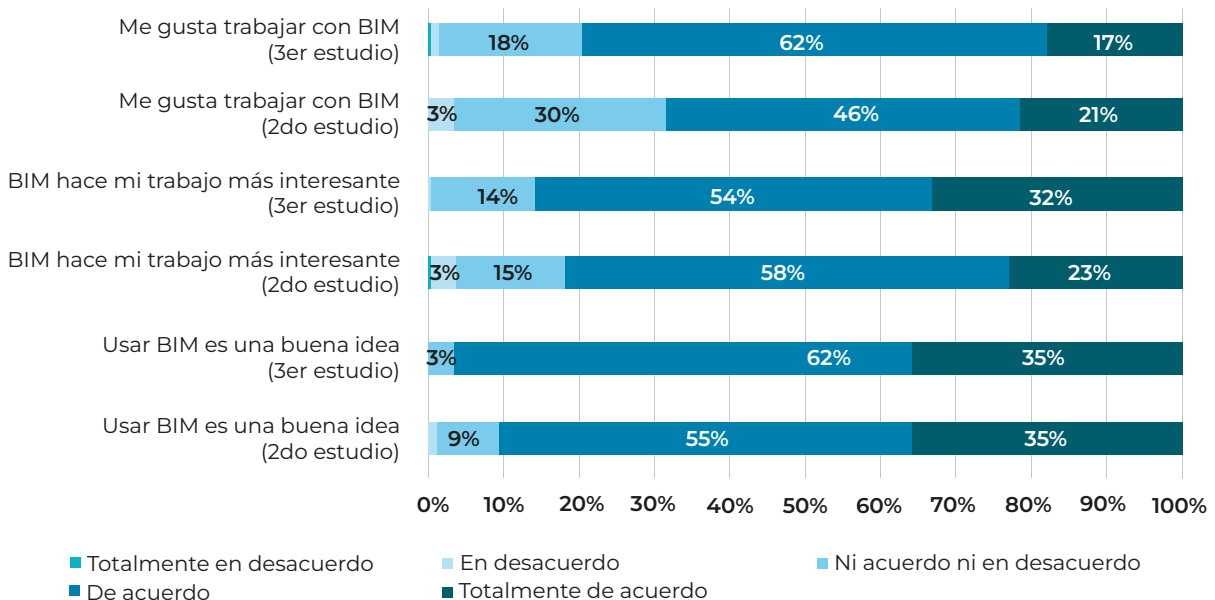
Gráfico 21. Expectativa de rendimiento sobre BIM (N=211)



Finalmente, la actitud en general es positiva: alrededor del 97% de los encuestados está de acuerdo o totalmente de acuerdo en que BIM es una buena idea, el 86% considera que BIM

haría o hace su trabajo más interesante, y un 79% considera que le gusta o le gustaría trabajar con BIM (ver Gráfico 22).

Gráfico 22. Actitud sobre BIM (N=211)



Los resultados obtenidos muestran que la expectativa de esfuerzo, el considerar que BIM es o sería útil en el trabajo permitiendo realizar las tareas más rápidas, se mantiene constante con respecto al 2do estudio, con una aceptación alrededor del 80%. Además, la aceptación sobre la expectativa de rendimiento, conside-

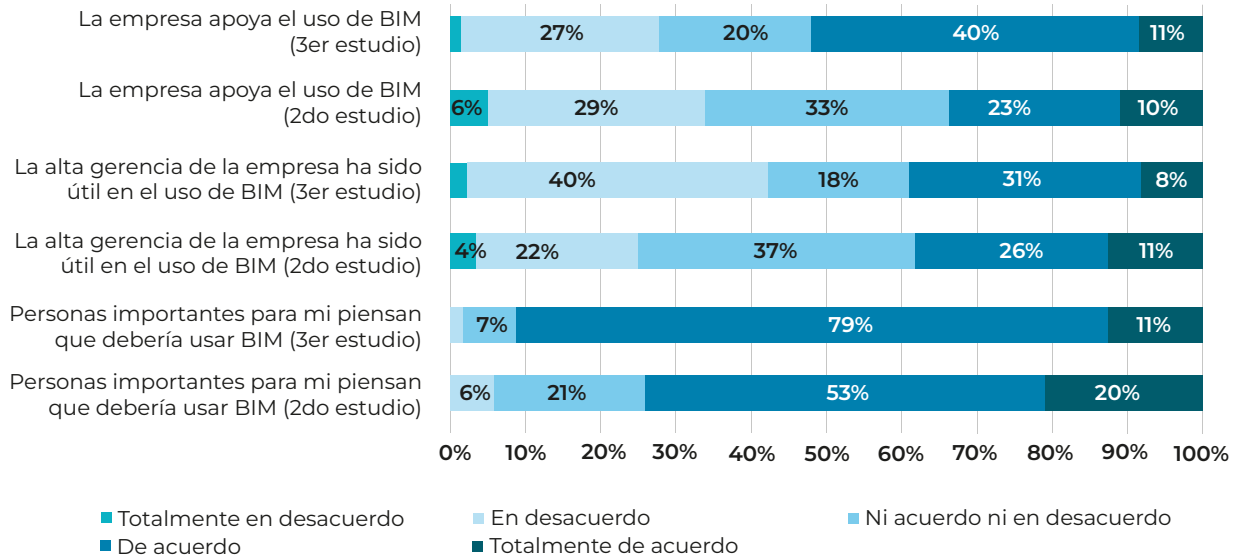
rando que es fácil aprender a trabajar con BIM y que tienen una interacción clara con BIM, ha incrementado alrededor de un 15% con respecto a los resultados obtenidos en el 2do estudio. Finalmente, se aprecia un incremento de alrededor del 10% en la actitud positiva hacia BIM con respecto al 2do Estudio.

17.2. INFLUENCIA SOCIAL Y CONDICIONES FACILITADORES

Asimismo, se presentan los resultados sobre la "influencia social" y "condiciones facilitadoras" que también influyen en las intenciones de adoptar BIM. Alrededor del 90% de los encuestados considera que personas importantes para ellos (por ejemplo, colegas del rubro de la

construcción) piensan que deberían usar BIM, mientras que alrededor del 45% afirma que la alta gerencia de la empresa, o la empresa en general, ha sido útil o apoya el uso de BIM (ver Gráfico 23).

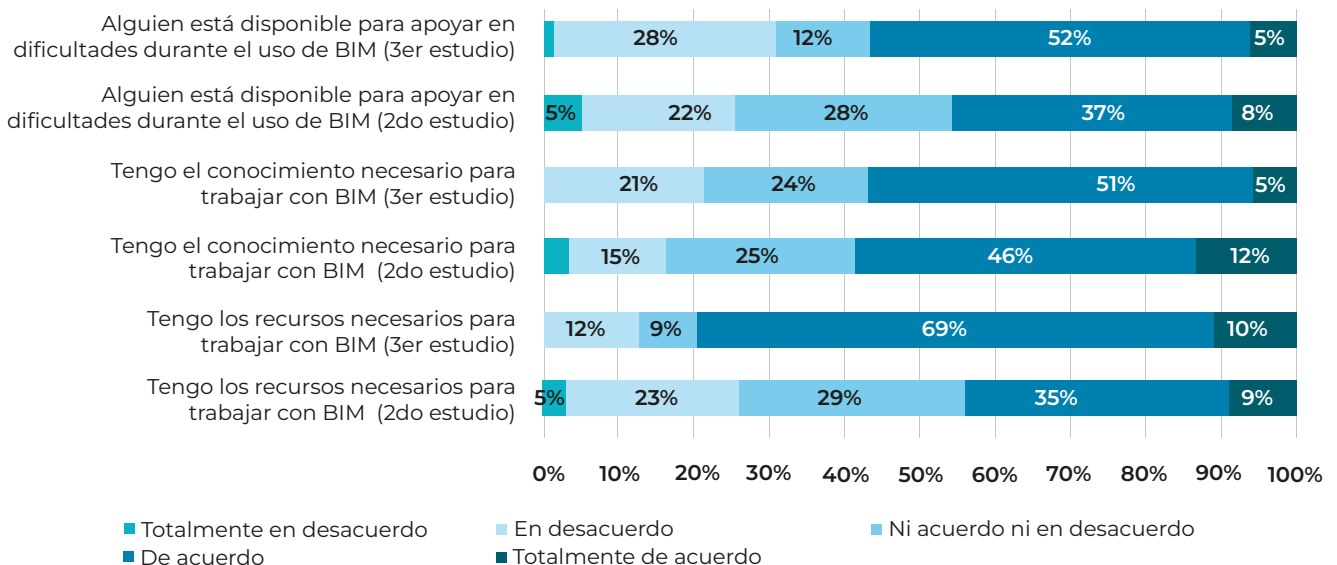
Gráfico 23. Influencia social sobre BIM (N=211)



Por otro lado, aproximadamente el 80% de los encuestados está de acuerdo o completamente de acuerdo con tener el conocimiento necesario para trabajar con BIM, mientras que menos del 58% considera tener los recursos necesarios (por ejemplo, hardware y software) para trabajar con BIM, o tener a alguien disponible en caso de dificultades durante el uso de

BIM (ver Gráfico 24). Estos resultados reflejan que el entorno laboral de la empresa de los profesionales todavía no apoya mayoritariamente el uso de BIM. Asimismo, la mayor parte de los encuestados considera que no tienen los recursos necesarios para trabajar con BIM, decisión que está en manos de la gerencia.

Gráfico 24. Condiciones facilitadoras sobre BIM (N=211)



Los resultados obtenidos muestran un aumento positivo en la influencia social sobre BIM, apreciando que el apoyo de la empresa en el uso de BIM y el respaldo de personas consideradas importantes para los encuestados que piensan que deberían usar BIM incrementaron en alrededor de un 18% con respecto al 2do estudio. Además, las condiciones facilitadoras

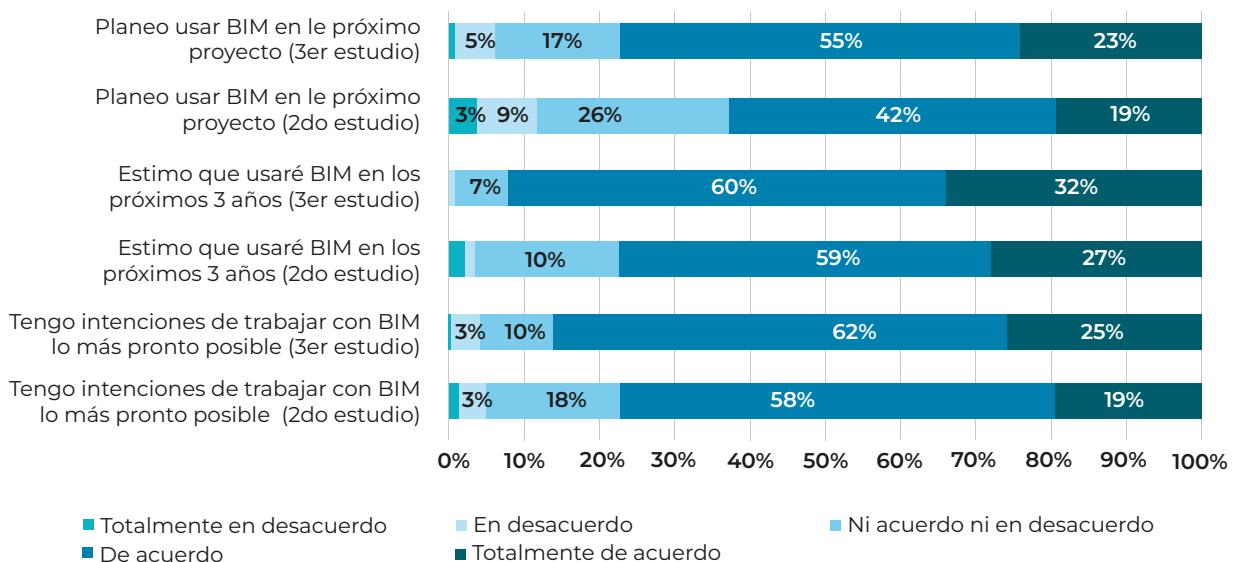
sobre BIM también se incrementaron, registrándose un aumento del 35% de personas que cuentan con los recursos necesarios para trabajar con BIM y un 13% en la cantidad de personas disponibles para ayudar en caso de dificultades durante el uso de BIM, en comparación con el 2do estudio.

17.3. INTENCIÓN DE USO Y USO DE BIM

Finalmente, se presentan los resultados sobre la intención y comportamiento de uso de los profesionales encuestados sobre BIM. Se percibe una alta intención de uso de BIM: alrededor del 92% de los encuestados estima que usará

BIM en los próximos 3 años, un 87% tiene intenciones de trabajar con BIM lo más pronto posible, y un 78% planea usar BIM en su próximo proyecto (ver Gráfico 25).

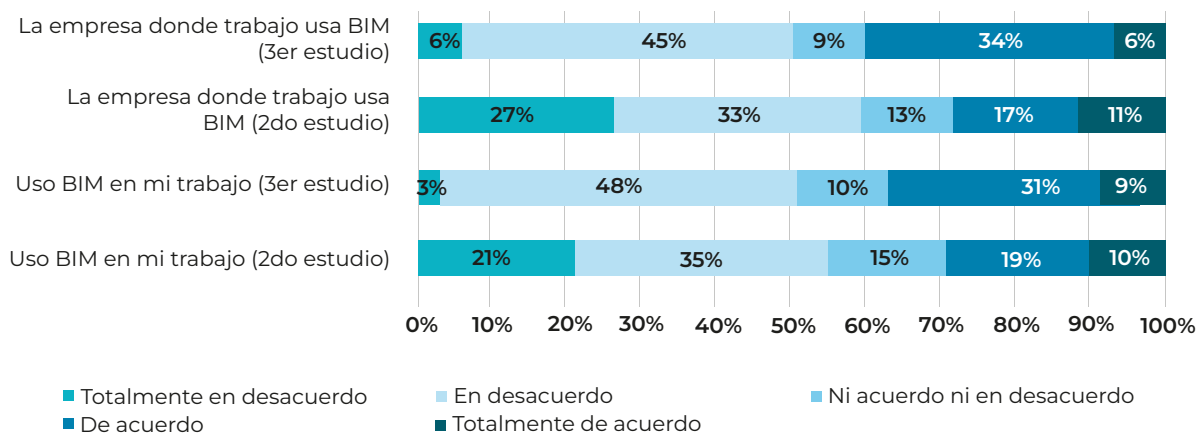
Gráfico 25. Intención de uso de BIM (N=211)



En contraparte, se percibe un nivel moderado de comportamiento de uso de BIM: el 40% de los encuestados está de acuerdo o completa-

mente de acuerdo con la premisa de que usa BIM en su trabajo, o que la empresa donde trabaja utiliza BIM (ver Gráfico 26).

Gráfico 26. Uso de BIM (N=211)



La intención de uso de BIM tuvo un aumento con respecto al 2do estudio. La intención de trabajar con BIM lo más pronto posible aumentó un 10%, la intención de usar BIM en los próximos 3 años aumentó un 6%, y la intención de usar BIM en su próximo proyecto

aumentó un 26%. El comportamiento de uso de BIM, el uso de BIM en el trabajo y que la empresa en la que laboran use BIM, incrementaron alrededor del 12% con respecto al 2do estudio.

18. CASO DE ESTUDIO

La presente infografía presenta los resultados de una tesis de investigación sobre los retos de implementación BIM en la etapa de diseño de infraestructura de salud. La tesis completa

puede encontrarse aquí: Retos de la implementación de BIM durante la etapa de diseño de infraestructura de salud (pucp.edu.pe)

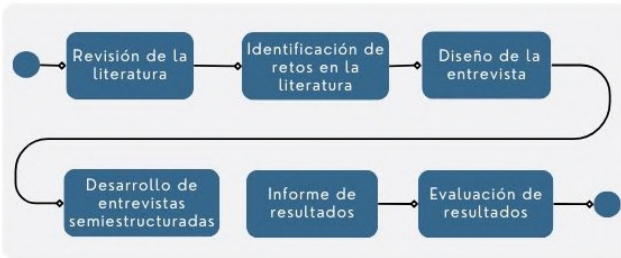
RETOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN LA ETAPA DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE SALUD

DIANA SOFÍA YAÑEZ CORREA

La adopción de BIM permite mejorar la eficiencia de las actividades en todas las etapas del proyecto. No obstante, aún existen brechas que deben cerrarse para lograr una adecuada implementación. Identificar y recopilar los retos que se presentan durante su implementación es esencial para lograr una mejora continua y descubrir oportunidades de optimización.

En este sentido, esta investigación se enfoca en determinar los retos asociados a la implementación de BIM en el diseño de infraestructura de salud, dada la complejidad de estos proyectos y las consideraciones especiales que se deben tener en cuenta.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN



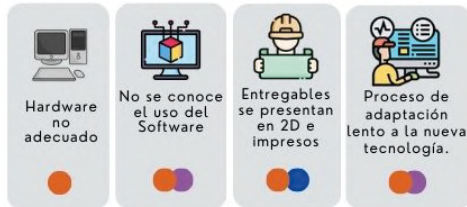
RESULTADOS

PROCESOS



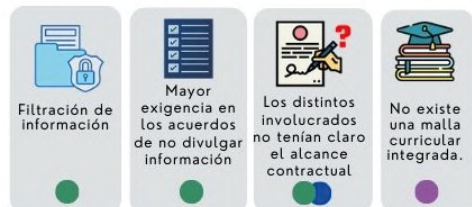
- TECNOLOGÍA
- PROCESOS
- POLÍTICAS
- ESTÁNDARES
- PERSONAS

TECNOLOGÍA

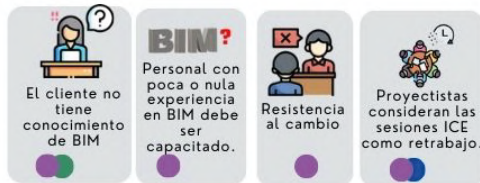


RETOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM

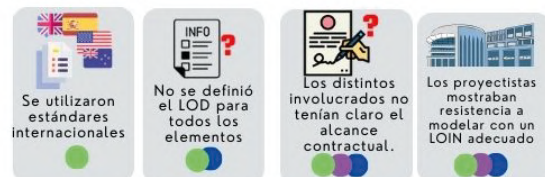
POLÍTICAS



PERSONAS



ESTÁNDARES



RECOMENDACIONES

- Se debe definir el alcance y fechas de entregas para que se pueda trabajar colaborativamente. Para evitar reprocesos, es imprescindible integrar la información en un entorno virtual en tiempo real. Además, es fundamental integrar el diseño y la construcción, por lo que se deben revisar los procesos que faciliten esta integración.
- Para asegurar una implementación exitosa, se requiere el hardware adecuado y el conocimiento o experiencia en el uso del software, incluyendo sus limitaciones. Asimismo, el diseño debe realizarse directamente en 3D para evitar retrabajos, y la supervisión debe tener acceso al modelo para realizar un seguimiento efectivo.
- Es idóneo contar con el apoyo del cliente, así como asegurarse de que todos los involucrados conozcan BIM para evitar tiempos prolongados de capacitación y/o acompañamiento. La colaboración y el conocimiento de la supervisión son esenciales.
- Se debe tener un responsable de la gestión de datos y asegurar la propiedad intelectual de la información. El cliente debe tener conocimiento de BIM para elaborar los lineamientos y brindar soporte. Asimismo, La implementación de contratos colaborativos puede facilitar la integración del diseño y la construcción.
- Se deben desarrollar estándares adecuados a cada empresa, definir el alcance y nivel de información necesaria y tener claro el alcance a nivel contractual.
- Se recomienda implementar una malla curricular integrada que promueva y faciliten el uso de BIM en las universidades, institutos y centros de formación técnica.

Referencias

Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241–252.

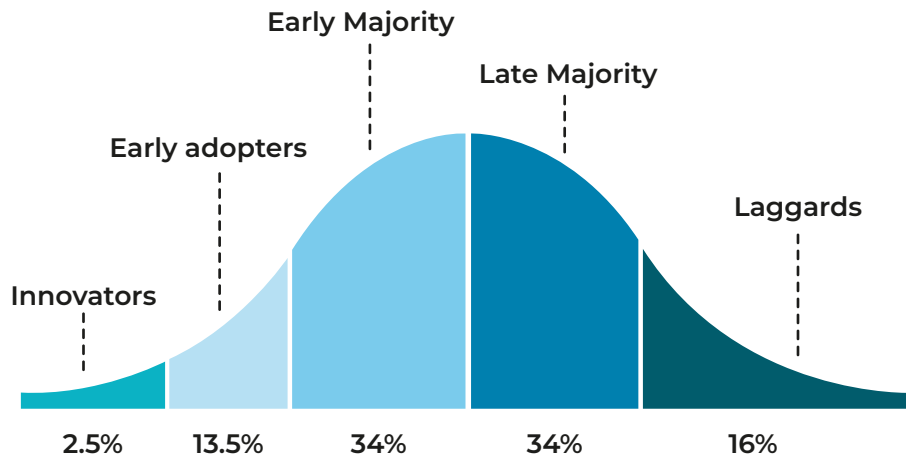
Talebi, S. (2014). Exploring Advantages and Challenges of Adaptation and Implementation of BIM in project Life cycle. *2nd BIM International Conference on Challenges to Overcome*. BIMForum Portugal., 1–20.

Migilinskas, D., Popov, V., Juocevicius, V., & Ustinovichius, L. (2013). The benefits, obstacles, and problems of practical BIM implementation. *Procedia Engineering*, 57, 767–774. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.04.097>

19. CONCLUSIONES

Este estudio nos permite concluir lo siguiente:

a. El nivel de adopción BIM capturado a mediados de 2023 en los proyectos de construcción de Lima y Callao es de 36%. Este resultado refleja una variación de 3% con respecto al estudio previo del 2020. Sin embargo, esta diferencia es menor al margen de error por lo que se puede concluir la velocidad de adopción ha disminuido. Este resultado confirma además que la industria AEC se encuentra todavía en la segunda mitad de la “mayoría temprana”, según la teoría de difusión de innovaciones.



b. Entre los proyectos que no han adoptado BIM (64% de la muestra), los encuestados reportan que la ausencia de demanda por parte de los clientes es el bloqueador principal para la adopción de BIM. Asimismo, la incompatibilidad de BIM con los procesos actuales de la empresa también se ha encontrado como un bloqueador para la adopción BIM.

c. El tamaño de la empresa y la altura de la edificación predicen la adopción de BIM. Las empresas medianas que construyen edificios altos tienen mayor probabilidad de adoptar BIM.

d. La etapa de Construcción representa la fase donde más se ha implementado BIM (71% de los proyectos que adoptaron BIM), seguido por la etapa de Diseño (61%), y finalmente, el Anteproyecto (31%).

e. Las especialidades más modeladas continúan siendo las de arquitectura y estructuras (volumetría de concreto), seguido por las instalaciones y finalmente, el acero de refuerzo. Todas han presentado un ligero incremento respecto al 2do estudio.

f. La tercerización del modelado de las diversas especialidades de un proyecto se ha vuelto la decisión predilecta por parte de las empresas; mientras que la modelación con equipos in-house a disminuido con respecto al 2do estudio. Asimismo, existe un incremento en la creación de modelos nativos por parte de los proyectistas de arquitectura e ingeniería.

g. La visualización de modelos 3D y la compatibilización de especialidades son los usos de modelos más adoptados. El análisis de constructabilidad, diseño colaborativo, extracción de metrados y control de avance de obra son el segundo grupo de usos de modelo más adoptados. Sin embargo, extracción de planos desde modelos 3D, costos y presupuestos, simulación 4D y prefabricación son los usos con uso muy bajo o nulo.

- h. Entre un 45 y 60% de proyectistas usan CAD solamente mientras que un 12 a 16% usan BIM solamente. En comparación con el 2do estudio del 2022, se observa un descenso en los proyectistas con una madurez alta (solo trabajan con BIM) y un aumento en los proyectistas con madurez baja (solo trabajan con información en CAD). Se recomienda hacer estudios específicos a oficinas de arquitectura e ingeniería para entender mejor sus necesidades y requerimientos para adoptar BIM.
- i. Un 28% de los proyectos que usan BIM, han empezado a usar Entornos Comunes de Datos (CDE), compatible con una transición a la colaboración basada en modelos.
- j. El foco de la industria en “tiempo y acción inmediata” y la política del cliente en el costo más bajo, son dos factores a nivel de industria que limitan la adopción de BIM.
- k. Más del 70% de los encuestados confirma que se requiere estandarización para el uso de BIM en los proyectos. Futuros estudios pueden estudiar el nivel de conocimiento e implementación de los nuevos estándares BIM promovidos en el Plan BIM Perú del Ministerio de Economía y Finanzas.
- l. Existe una percepción creciente de que existen más conocimientos BIM entre los graduados de arquitectura e ingeniería y los profesionales que ya trabajan en la industria. Sin embargo, el reto es mejorar la educación BIM basada en procesos colaborativos.
- m. Alrededor de un 50% considera que los costos de capacitación, hardware y software son asequibles en el mercado, sin embargo, solo un 25% considera que el cliente conoce y paga por BIM.
- n. Los resultados del 3er Estudio de Adopción BIM muestran una percepción positiva y una creciente aceptación de BIM entre los profesionales de construcción. Existe una alta expectativa de esfuerzo y rendimiento, una actitud favorable hacia BIM y una intención cada vez mayor de utilizarlo en el trabajo. Sin embargo, se identifican áreas de mejora en cuanto al apoyo de las empresas y la disponibilidad de recursos necesarios para fomentar una continuación de la adopción de BIM. La influencia social ha aumentado, con más personas importantes en el entorno de los encuestados que piensan que deberían usar BIM. Además, se observa un incremento en las condiciones facilitadoras, con más personas que consideran tener los recursos necesarios para trabajar con BIM y contar con apoyo en caso de dificultades. No obstante, aunque la intención de uso de BIM es alta, el comportamiento de uso real todavía muestra una brecha significativa. Solo el 40% de los encuestados informa que utiliza BIM en su trabajo o que su empresa lo utiliza. Esto sugiere que, aunque hay una voluntad y un interés en adoptar BIM, todavía existen desafíos para implementarlo completamente en la práctica.



PUCP

**Departamento
Académico de Ingeniería**