



PUCP

Segundo Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao

Investigador principal: Dr. Danny Murguía.

Departamento de Ingeniería,
Pontificia Universidad Católica del Perú.
dmurguia@pucp.pe

Asistentes de investigación: Cristhian Vasquez, Mijail Balboa y Wilfredo Lara.

Ingenieros Civiles de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
cristhian.vasquez@pucp.edu.pe, pavel.balboa@pucp.pe, wilfredo.larag@pucp.pe

Agradecimiento:

Dr. Luis Valdivieso, Departamento de Ciencias, Pontificia Universidad Católica del Perú
Cámara Peruana de la Construcción

Citación recomendada:

Murguía, D., Vasquez, 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.

Producido en Perú
Departamento de Ingeniería 2021
Pontificia Universidad Católica del Perú
Av. Universitaria 1801, San Miguel, Lima

INDICE

Introducción	04
Comentarios al estudio	05
Metodología de investigación	08
Resultados de la encuesta	09
1. Demografía	09
2. Nivel de adopción BIM en Lima Metropolitana y Callao	10
3. Adopción BIM por tipos de edificación	11
4. Adopción BIM por el tamaño de Empresa que construye el proyecto	12
5. Adopción BIM por sectores urbanos	13
6. Especialidades Modeladas	14
7. Usos de modelos implementados en proyectos	16
8. Madurez BIM	17
9. Softwares utilizados	17
10. Percepción del impacto de BIM	18
11. Concepto BIM	18
12. Efecto de la forma de organización de la industria en la adopción BIM	19
13. Estandarización y educación/entretenimiento BIM	19
14. Asequibilidad de precios en el mercado para adoptar BIM	21
15. Aceptación de BIM	21
16. Conclusiones	25





Dr. Danny Murguía

Profesor Auxiliar, Departamento de Ingeniería
Pontificia Universidad Católica del Perú

INTRODUCCIÓN

“Uno de los principales pilares para la transformación es la adopción de tecnologías digitales. BIM es la actual expresión de este cambio y la información digital está al centro de nuestros proyectos”.

Tenemos el agrado de presentar el “Segundo Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao 2020”. Este es un esfuerzo del Departamento de Ingeniería y del Grupo de Investigación GETEC de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

La transformación digital en la industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción es imperativa para cumplir los retos del siglo XXI. Uno de los principales pilares para la transformación es la adopción de tecnologías digitales. BIM es la actual expresión de este cambio y la información digital está al centro de nuestros proyectos. BIM nos permite mejorar la predictibilidad y tomar mejores decisiones.

Este estudio conceptualiza el proyecto de construcción como la unidad de análisis y los indicadores en adopción debe ser leídos en base a esta unidad. La investigación revela que existe un progreso significativo en la adopción de BIM comparado con el primer estudio de 2017. La adopción en proyectos de construcción ha progresado del 25% en 2017 hasta el 39% en 2020. Asimismo, por primera vez se ha medido que algunos proyectos han empezado a utilizar el denominado “Entorno Común de Datos”. Esto sugiere que la madurez BIM está trasladándose de modelado basado en objetos, hacia la colaboración basada en modelos. Otro de los resultados más llamativos es el aumento en el uso de modelos de

acero de refuerzo, debido en gran medida a la penetración de un proveedor de acero del mercado.

Estos resultados son alentadores, pero a la vez coloca una mayor responsabilidad en instituciones educativas, colegios profesionales, y formuladores de política para unir esfuerzos y formular un lenguaje congruente cuando se trata de educar y establecer BIM como la norma de facto para las operaciones en los proyectos. En vista del Plan BIM Perú liderado por el Ministerio de Economía y Finanzas, se deben formular las estrategias para mejorar la capacidad de las entidades públicas para solicitar, recibir, aprobar y tomar decisiones usando BIM. Asimismo, los consultores y constructores deben estar en capacidad de responder a estos requerimientos de información, formular Planes de Ejecución BIM, y entregar la información digital de alta calidad en base a los requisitos de la Entidad.

Existe espacio para realizar investigaciones de adopción a nivel organizacional, particularmente en empresas de diseño en arquitectura e ingeniería. Este estudio aún revela niveles bajos de adopción en la etapa de diseño. Por tanto, si queremos avanzar como industria, es imperativo que los profesionales de diseño también adopten BIM.

Esperamos que esta publicación contribuya con el debate en el sector público y privado, promueva más investigaciones, y genere un benchmark que podamos seguir comparando en el tiempo.

COMENTARIOS AL ESTUDIO



Pablo Orihuela

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

“En la actualidad el uso de BIM en los proyectos de construcción es una estrategia de vida o muerte. Es por ello la tremenda importancia de monitorear cada cierto periodo de tiempo el nivel del uso de BIM en nuestros proyectos”.

Uno de los grandes problemas de los proyectos de construcción a nivel mundial, es el fraccionamiento y la falta de integración entre las diferentes fases del ciclo de vida. Esta pobre integración, genera un desmedro de la calidad, aumenta los costos de construcción, y por ende se pierde la oportunidad de generar valor para todos los involucrados.

En respuesta a este problema, los investigadores proponen diferentes conceptos, técnicas y herramientas. Por ejemplo, la Entrega Integrada de Proyectos (IPD) propone integrar a los equipos de trabajo, a los sistemas de información, a las tecnologías disponibles, y a las prácticas empresariales y comerciales, aprovechando todos sus conocimientos, experiencias y talentos. Para lograr esta integración, hay muchos otros conceptos asociados, como la Colaboración Extrema (XC), el Big Room, las sesiones de Ingeniería Concurrente Integrada (ICE), el Mapeo del Flujo de Valor (VSM), el Diseño Enfocado al Valor (TVD), entre otros. Sin embargo, todas estas técnicas y herramientas existen para ser aplicadas a un determinado proyecto de construcción, proyecto que durante la fase de diseño aún no existe, y que durante la fase de construcción y operación no es trasladable debido a que es un bien raíz. Es aquí donde la adopción del BIM dentro de un proyecto o empresa toma un rol preponderante.

“Al leer este estudio, uno de los primeros resultados auspiciosos es que, en 3 años, el uso del BIM en nuestros proyectos ha aumentado en 15%”.

Dicho esto, podemos afirmar que en la actualidad el uso de BIM en los proyectos de construcción es una estrategia de vida o muerte. Es por ello la tremenda importancia de monitorear cada cierto periodo de tiempo el nivel del uso de BIM en nuestros proyectos. Este 2do estudio de adopción BIM 2020, liderado por el Dr. Danny Murguía, juntamente con el 1er estudio hecho hace tres años; nos permite realizar un análisis y diagnóstico adecuado respecto al uso del BIM en los proyectos que actualmente se vienen construyendo en Lima Metropolitana y el Callao. Al leer este estudio, uno de los primeros resultados auspiciosos es que, en 3 años, el uso del BIM en nuestros proyectos ha aumentado en 15%, y que, si bien esta adopción sigue predominando en las empresas medianas, en las pequeñas empresas su uso se ha duplicado y en las microempresas se ha quintuplicado, independientemente de las alturas de la edificación y de los sectores urbanos donde se encuentren.

Otro resultado importante es que la modelación del acero se ha duplicado. Esto es relevante porque es uno de los insumos más caros y su desperdicio y falta de optimización impacta significativamente en el costo de la obra. Además, las interferencias que sufren las armaduras de acero con otros elementos son muy frecuentes, lo cual se puede resolver con anticipación si contamos con una previsualización.

El estudio también nos dice que la gran mayoría de estos modelos son hechos por un equipo BIM, pero todavía muy pocos son hechos por los propios proyectistas. Cuando apareció el CAD, muchos proyectistas seguían desarrollando sus planos en papel y luego se los pasaban a los dibujantes CAD para que lo conviertan a digital. La lógica nos dice que pasará lo mismo con el BIM, es decir finalmente los propios proyectistas serán los que conciben sus diseños directamente en BIM, con todas las ventajas que esto generaría. Esta afirmación se ve reforzada cuando el estudio muestra que un alto porcentaje de los encuestados expresa una actitud positiva y sienten que el uso del BIM les retribuirá muchos beneficios, lo cual seguirá promoviendo la incorporación del BIM en los proyectos de nuestro país. Sin más, los invito a disfrutar de este útil e interesante estudio.



Felipe Quiroz

Director TSC Innovation - Aceros
Arequipa
Presidente del Comité BIM del Perú

“Sin importar la magnitud del uso de BIM, la adopción será natural si logramos materializar las expectativas del cliente, principalmente porque las empresas que lo usen tendrán resultados tangibles de costo, tiempo y calidad”.

Quisiera felicitar a Danny Murguía y a todo el equipo por la realización de este estudio. La información que nos presenta permite entender el gran avance en la adopción de BIM en el Perú. Es importante resaltar la gran penetración de BIM: más del 60% de los responsables de las obras cuentan con experiencia previa en BIM y 39% de los proyectos utilizan BIM.

Veo también oportunidades en las pequeñas y medianas empresas. BIM como tecnología puede ser el medio para que estas empresas logren realmente resultados exitosos. Para ello, además de BIM, es importante que estas empresas puedan potenciar el desarrollo de la innovación en los procesos y servicios que brindan. Quién y cuándo se desarrolla el modelo BIM debe ser definido luego de establecer usos y objetivos a cumplir. Esto es muy importante de materializar con métricas.

El Comité BIM del Perú de CAPECO ha trabajado el año 2020 con entidades públicas. La experiencia nos demuestra que sí es factible lograr que las personas que hacemos los proyectos podamos desarrollar y confiar en BIM como fuente de información para desarrollar procesos eficientes. Sin importar la magnitud del uso de BIM, la adopción será natural si logramos materializar las expectativas del cliente, principalmente porque las empresas que lo usen tendrán resultados tangibles de costo, tiempo y calidad.



José Salinas

Docente en Cursos de Certificación
BIM de la Carrera de Ingeniería Civil
de la Universidad de Lima

“Es gratificante ver que las empresas encuestadas son medianas y pequeñas, lo que nos da un indicio de que nuestra industria está tomando conciencia sobre la necesidad y relevancia del uso de modelos BIM”.

El Segundo Estudio de Adopción BIM es una referencia obligatoria para quienes estamos involucrados con la transformación digital y apuestan por las mejoras de la industria AEC peruana.

El hallazgo más significativo es el progreso de 14.6% en el nivel de adopción BIM pese a la contracción que ha sufrido la industria. Es gratificante ver que las empresas encuestadas son medianas y pequeñas, lo que nos da un indicio de que nuestra industria está tomando conciencia sobre la necesidad y relevancia del uso de modelos BIM. Otro aspecto relevante es el incremento sustancial de proyectos con modelamiento in-house, así como del modelado del acero de refuerzo en más del 50% de los proyectos que adoptaron BIM. Esto nos sugiere que las empresas de nuestra industria ven en BIM el potencial para la mejora de la gestión de sus proyectos.

Es fundamental para BIM tener un incremento significativo de proyectistas (que por iniciativa propia o demanda del mercado), empiecen a modelar sus proyectos, ya que conllevará (esperemos en un futuro cercano), a abandonar progresivamente los planos, con la esperanza que pronto estos modelos sean utilizados para el diseño (de instalaciones, arquitectónico o estructural), lo que elevaría a nuestra industria al nivel de colaboración multidisciplinaria.



Raquel Guerra

Asesora de la Dirección de la Oficina General de Infraestructura - Ministerio del Interior

“La implementación progresiva de la adopción y uso del BIM es de manera articulada y concertada, y en coordinación con el sector privado y la academia”.

En el Perú, se tiene el gran problema de la baja ejecución de Obras Públicas. La principal causa es la deficiencia en los Expedientes Técnicos. Esto resulta en ampliaciones de plazo, adicionales de obra, deductivos (modificaciones a los alcances) y obras paralizadas. En el “Reporte de Obras Paralizadas” de la Contraloría se reporta que esto representa más de 16 mil millones de soles¹. Por lo tanto, es imprescindible innovar el proceso de producción de la construcción. En este escenario, se viene dando la “Incorporación Progresiva de BIM” como lo establece el Decreto Supremo N°289-2019-EF² y el “Plan de Implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM Perú”³, entre otros documentos normativos.

El Segundo Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao 2020 presenta información de mucho valor y que debiera ser usada como insumo para complementar los documentos normativos mencionados anteriormente. La implementación progresiva de la adopción y uso del BIM es de manera articulada y concertada, y en coordinación con el sector privado y la academia.

“Independientemente del marco legal, las empresas ya incorporaron el BIM en sus procesos de producción”.

La calidad de la muestra tomada y los indicadores obtenidos, a mi consideración, son ricos en información fidedigna, completa y actualizada. Me gustaría resaltar tres puntos muy importantes, útiles y trascendentales:

1. Crecimiento sostenible en el uso del BIM:

El crecimiento en el número de proyectos que usan la metodología BIM y con indicadores que demuestran que ese crecimiento será sostenible, muy a pesar de que la madurez BIM indica que solo de 15-20% realizan un trabajo colaborativo. Esto significa que independientemente del marco legal, las empresas ya incorporaron el BIM en sus procesos de producción. Con relación a la Autoría del Modelo, el indicador de “Equipo BIM en casa” ha crecido de manera importante, por lo que los usos BIM (o usos de modelos) también irán creciendo. Este indicador es muy representativo porque demuestra que se vienen generando equipos completos para el desarrollo de la ingeniería del proyecto y garantizan la oferta que el Estado solicita a través de sus Convocatorias Públicas.

2. Identificación de tareas y brechas para incorporación del BIM de manera exitosa:

Los resultados indican que es necesario cambiar la Ley de Contrataciones, priorizando la calidad del proyecto antes que el precio, estandarizar los modelos y librerías, utilizar los contratos colaborativos, que la academia se encargue de educar a sus estudiantes en el uso del BIM y sus herramientas. Estas tareas deben ser asumidas por el Estado a través del “Plan BIM” pudiendo constituir la línea basal.

3. Beneficios del BIM definidos por experiencia:

La pregunta típica de quienes pretenden usar el BIM es ¿Cómo me beneficio usando el BIM? Y la respuesta recogida de primera fuente se puede obtener del este estudio. Estos resultados deberían ser socializados y compartidos por toda empresa, público o privada ligada a la Construcción.

¹https://doc.contraloria.gob.pe/estudios-especiales/documento_trabajo/2019/Reporte_Obras_Paralizadas.pdf

²https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/359371/DS289_2019EF.pdf

³https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/novedades/2020/Oct/Plan_Implementacion_y_HR_BIM.pdf

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

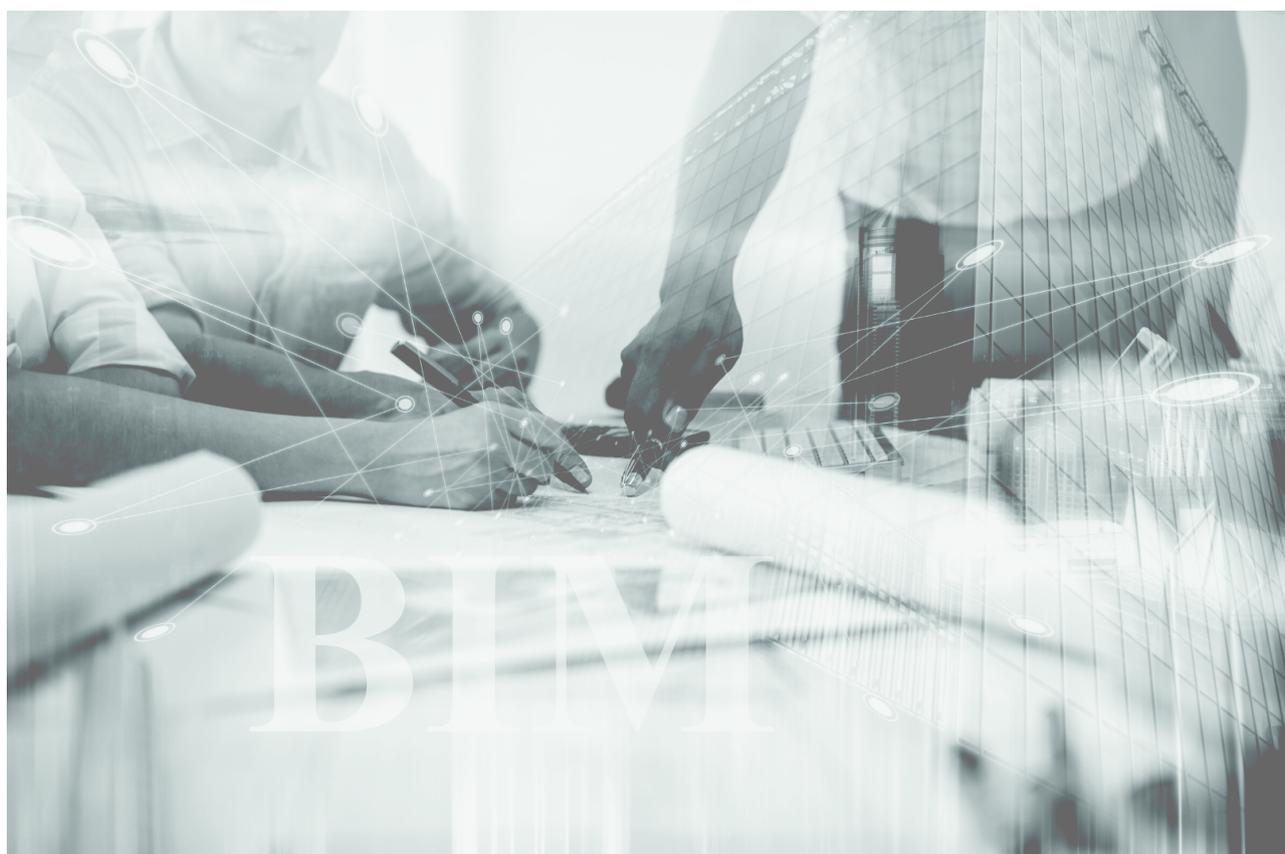
De acuerdo con el 25 Estudio “El Mercado de las Edificaciones Urbanas de Lima Metropolitana y El Callao” (CAPECO, 2020), en el 2020 se estuvieron construyendo 1,529 edificaciones. El estudio en mención divide a Lima y Callao en siete sectores urbanos, quienes a su vez son subdivididos en distritos, quienes a su vez son subdivididos en grupos. Por ejemplo, Miraflores y San Isidro se ubican en el sector urbano Lima Top. Miraflores está dividido en 3 grupos y San Isidro en 2 grupos. Los grupos son conglomerados geográficos que comparten el patrón común de precio de venta.

El diseño de muestra se ha considerado como conglomerado bietápico. La primera etapa ha sido la división a nivel de 7 sectores urbanos Lima Top, Lima Moderna, Lima Centro, Lima Norte, Lima Sur, Lima Este y Callao. La segunda etapa ha sido a nivel de 63 conglomerados distribuidos dentro de los 7 sectores urbanos. En el diseño de muestra, la distribución de muestras por sector es proporcional al número de

obras del universo cada sector urbano. Luego, la selección de conglomerados ha sido aleatorio, logrando la máxima cantidad de data posible por cada conglomerado.

La unidad de análisis del presente estudio es el proyecto de edificación, ya que el objetivo es investigar el uso de BIM a nivel proyecto. Por tanto, el trabajo de campo incluye visitar obras para encuestar a residentes, gerentes de proyecto o jefes de campo, quienes conocen la realidad BIM de cada obra. Se diseñó una encuesta preliminar que pasó una etapa de piloteo. Luego de corregir la encuesta con las sugerencias de los primeros encuestados, se obtuvo el diseño final de la encuesta.

El trabajo de campo lo realizaron los asistentes de investigación entre febrero y marzo de 2020, y luego entre septiembre y noviembre de 2020. Se ha logrado encuestar a 222 proyectos que abarcan a 28 de los 63 conglomerados.



RESULTADOS DE LA ENCUESTA

1. DEMOGRAFÍA

Las variables demográficas han sido divididas entre variables de los encuestados y variables del proyecto. Las variables de los encuestados son: profesión, cargo en el proyecto, años de experiencia laboral, años de experiencia usando BIM y la definición más cercana que tienen de BIM. Las variables de los proyectos son: tipo de proyecto, ubicación y número de pisos. Los resultados pueden verse en la Tabla 1. La mayoría de los profesionales encuestados son Residentes de Obra y Jefes de Producción, con 56% y 27% del total respectivamente. El 75% posee una experiencia laboral igual o menor a 10 años. Por otro

lado, el 40% indica que no tiene ninguna experiencia con BIM, valor que se ha reducido considerablemente en comparación con el primer estudio, donde era el 72% de los encuestados.

Por otro lado, el 89% de los proyectos es de vivienda. Esto incluye a edificios multifamiliares y vivienda masiva. La mayor parte de los proyectos son de Lima Top y Lima Moderna con 46% y 41% respectivamente. De acuerdo con la altura de los proyectos, el 50% tiene de 7 pisos a menos.

Tabla 1. Demografía de los encuestados y de los proyectos

Variable	Categoría	N	%
Encuestado			
Profesión	Arquitecto(a)	10	5%
	Ingeniero(a) Civil	211	95%
Cargo	Residente de Obra	114	56%
	Jefe de Producción	53	27%
	Coordinador BIM	8	4%
	Jefe de Oficina Técnica	7	3%
	Supervisor de Obra	7	3%
	Otro	14	7%
Experiencia Laboral	1 a 5 años	66	33%
	6 a 10 años	85	42%
	11 a 15 años	28	14%
	Más de 15 años	24	11%
Experiencia usando BIM	Ninguna	81	40%
	1 a 2 años	84	41%
	3 a 4 años	23	11%
	5 a más años	15	8%
Proyecto			
Tipo de Proyecto	Centro Comercial	7	3%
	Centro Educativo	3	1%
	Edificación multifamiliar	195	88%
	Hotel	3	1%
	Oficina	6	3%
	Otro	6	3%
	Vivienda masiva	2	1%

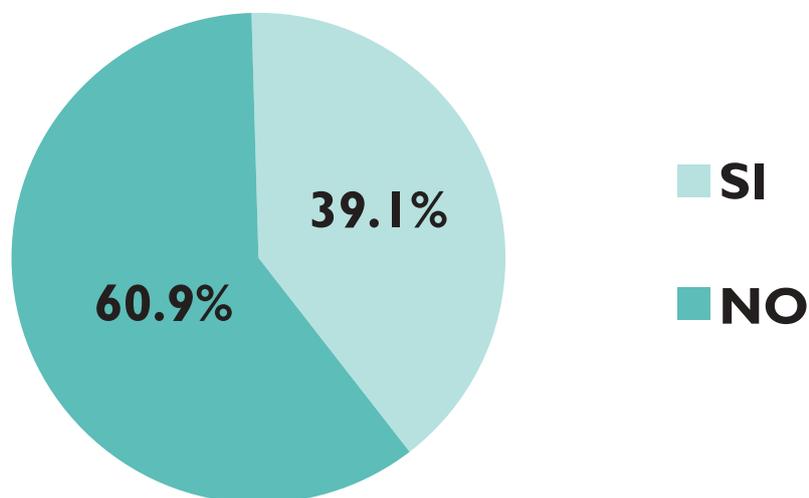
Ubicación	Lima Top	102	46%	
	Lima Moderna	91	41%	
	Lima Sur	3	1%	
	Lima Norte	4	2%	
	Lima Centro	14	6%	
	Callao	4	2%	
	Altura	Lima Este	4	2%
		Hasta 4 pisos	30	14%
		5 a 7 pisos	79	36%
		8 a 11 pisos	46	21%
12 a 20 pisos		58	25%	
Más de 20 pisos		9	4%	

2. NIVEL DE ADOPCIÓN BIM EN LIMA METROPOLITANA Y CALLAO

El estudio considera que un proyecto ha adoptado BIM si ha utilizado una o más de los siguientes usos BIM: visualización de modelos 3D, diseño colaborativo, análisis de constructabilidad, compatibilización de especialidades, planos 2D a partir de modelos 3D, extracción de metrados, estimación de costos y

presupuestos, prefabricación de componentes eléctricos, sanitarios y mecánicos, simulación 4D, o control de avance de obra. El análisis de datos revela que el 39.1% de proyectos ha adoptado BIM⁴ (ver Gráfico 1)

Gráfico 1. Nivel de adopción BIM en edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y Callao 2020

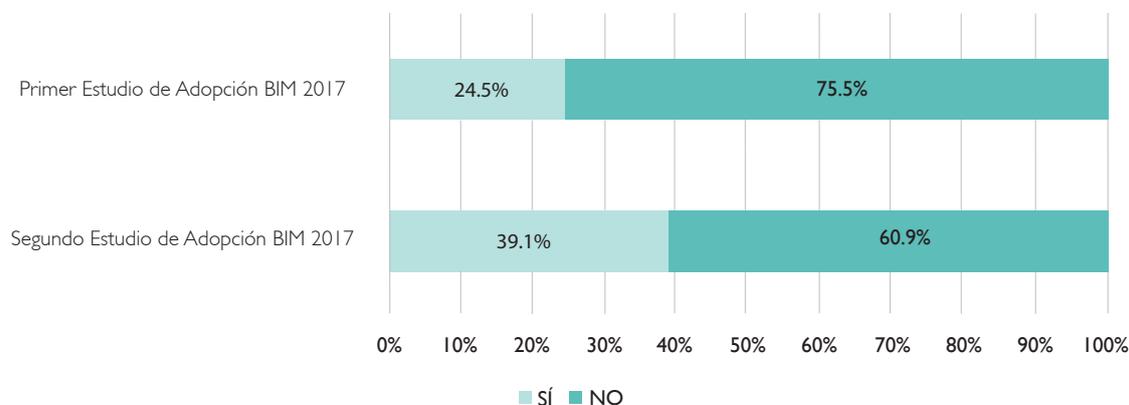


⁴Con un nivel de confianza de 90%, el intervalo de confianza es +/- 6.9%

Con respecto a los resultados obtenidos en el Primer Estudio de Adopción (ver Gráfico 2), se puede observar un incremento de 14.6% en la adopción BIM entre

finis de 2017 y finis de 2020. En las siguientes secciones se explorará el detalle de este incremento.

Gráfico 2. Comparación de nivel de adopción BIM en Lima Metropolitana y Callao – 2017 vs 2020



3. ADOPCIÓN BIM POR TIPOS DE EDIFICACIÓN

La primera variable de diferenciación es el tipo de edificación de acuerdo con su uso (ver Gráfico 3). El estudio revela que el nivel de adopción BIM más alto están en las viviendas masivas, hoteles y oficinas (entre un 80-100%), seguido por los centros educativos y centros comerciales (entre 40 y 70%). El nivel de adopción BIM más bajo se presenta en las edificaciones multifamiliares y otros (comisarías, restaurantes,

entre otros) con valores entre el 15% y 30%. Por otro lado, no se encuentra una tendencia clara que los proyectos de mayor altura tengan mayor adopción de BIM (ver Gráfico 4). Sin embargo, la menor adopción en edificaciones multifamiliares se debería a la gran cantidad de proyectos con 7 pisos o menos (ver Tabla 2).

Tabla 2. Conteo de proyectos por número de pisos

Uso	Número de Pisos				
	4 o menos	5 a 7	8 a 11	12 a 20	21 a más
Centro Comercial	6	1	0	0	0
Centro Educativo	3	0	0	0	0
Edificación Multifamiliar	17	76	44	49	9
Hotel	0	0	0	3	0
Oficina	1	0	0	5	0
Otro	3	2	1	0	0
Vivienda masiva	0	0	1	1	0

Gráfico 3. Nivel de adopción BIM por tipo de proyectos

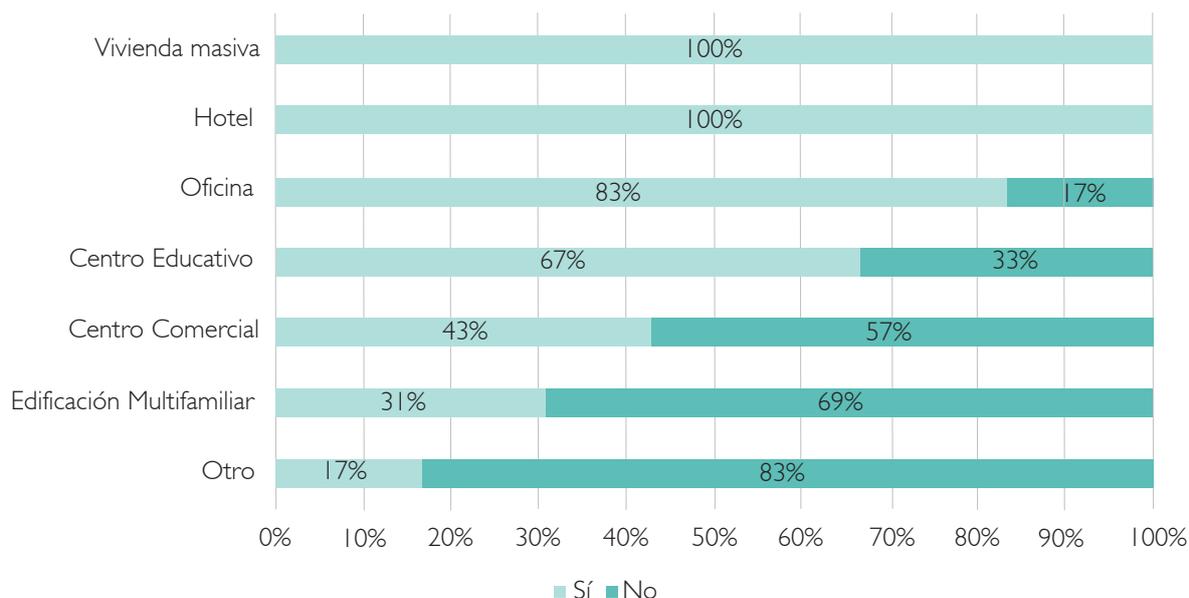
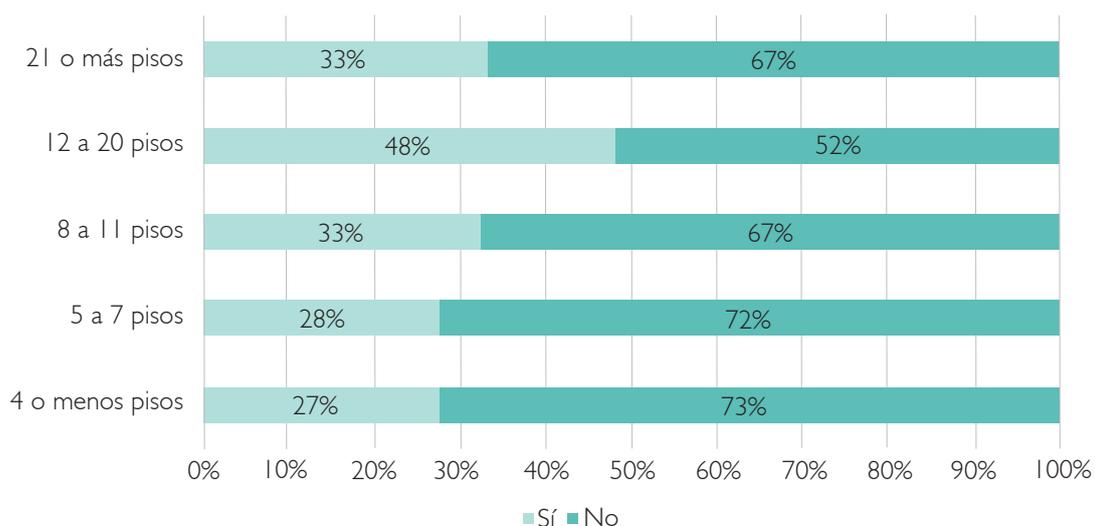


Gráfico 4. Nivel de adopción BIM por tamaño de proyecto (altura edificación)



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

Se ha clasificado las empresas en función a la cantidad de personal administrativo y operativo contratado, sin contar obreros. Las microempresas tienen menos de 10 trabajadores, la empresa pequeña de 11 a 49 trabajadores, la empresa mediana de 50 a 250 trabajadores, y la gran empresa más de 250 trabajadores. En la muestra, no se han encontrado proyectos

construidos por grandes empresas. Sin embargo, los resultados muestran que el 71% de los proyectos dirigidos por constructoras medianas han adoptado BIM, mientras que, en microempresas, solo el 30%. Por lo tanto, se ve una clara tendencia de que las micro y pequeñas empresas tienen menores niveles de adopción (ver Gráfico 5).

Gráfico 5. Nivel de adopción BIM de acuerdo con el tamaño de empresa constructora



5. ADOPCIÓN BIM POR SECTORES URBANOS

La presente sección muestra el nivel de adopción BIM en cada sector urbano de Lima Metropolitana y Callao (ver Gráfico 6). Todos los conglomerados

poseen un porcentaje de adopción menor a 50%, siendo Lima Norte el más alto de todos, y Callao el más bajo.

Gráfico 6. Nivel de adopción BIM en proyectos de edificación urbana en el 2020 en cada sector urbano

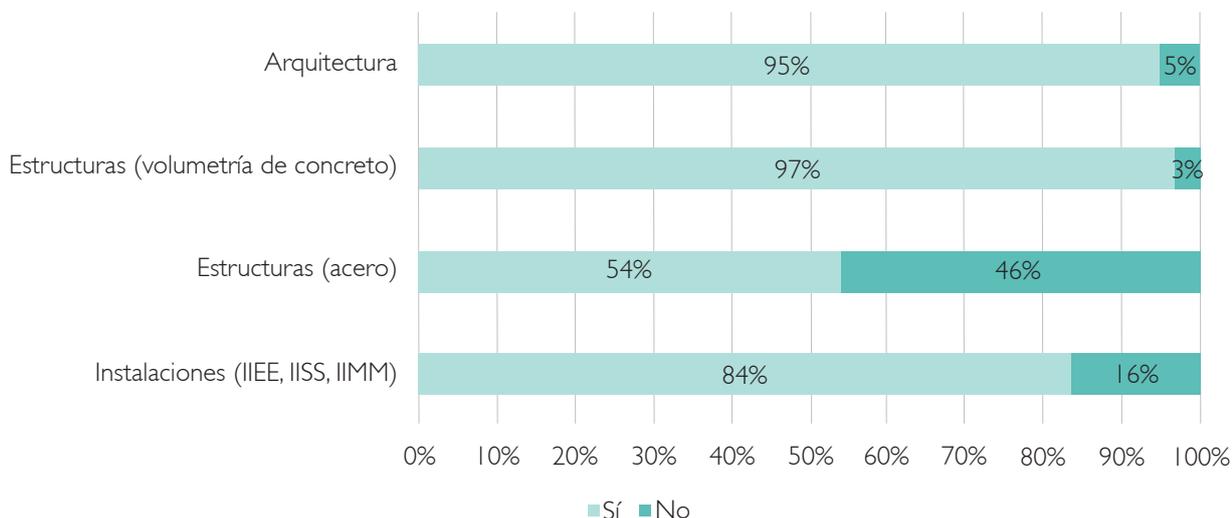


6. ESPECIALIDADES MODELADAS

A partir de esta sección, los resultados mostrados corresponden a la porción de la muestra que ha adoptado BIM. Respecto a los sistemas que se han modelado, el estudio revela que mayoritariamente se

han modelado las especialidades de arquitectura y estructuras a nivel de volumetría (ver Gráfico 7). Le siguen las especialidades MEP con un 84% y finalmente el acero de refuerzo, con un 54%.

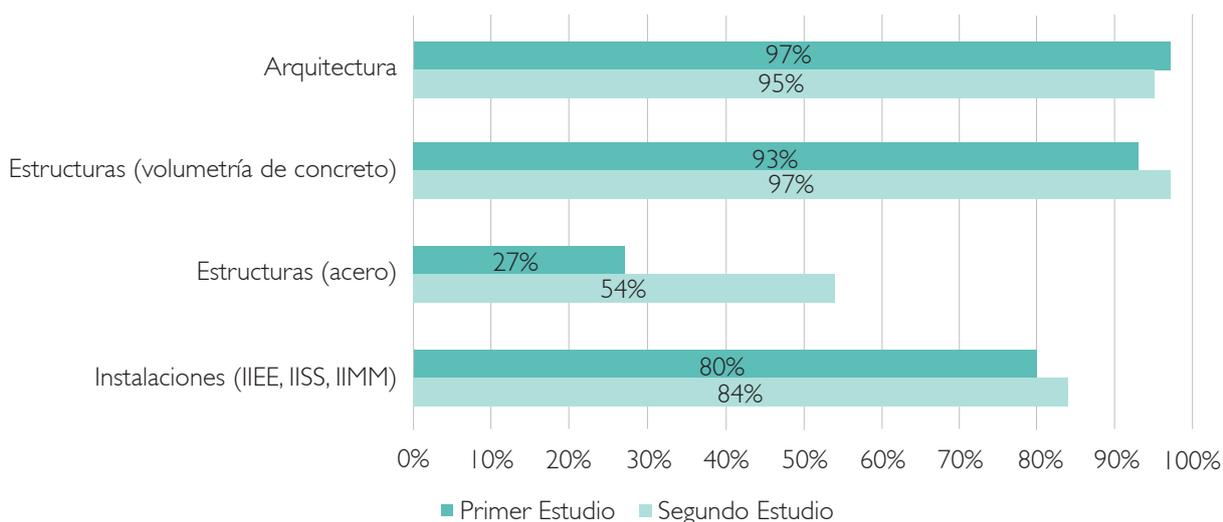
Gráfico 7. Especialidades modeladas (% respecto de los proyectos que usan BIM)



Si comparamos los resultados del Gráfico 7 con los resultados con el primer estudio de adopción BIM del año 2017, se observa un claro aumento en el modela-

do de acero de refuerzo (27% Vs. 54%). En las demás especialidades, no se observa una diferencia significativa (ver Gráfico 8).

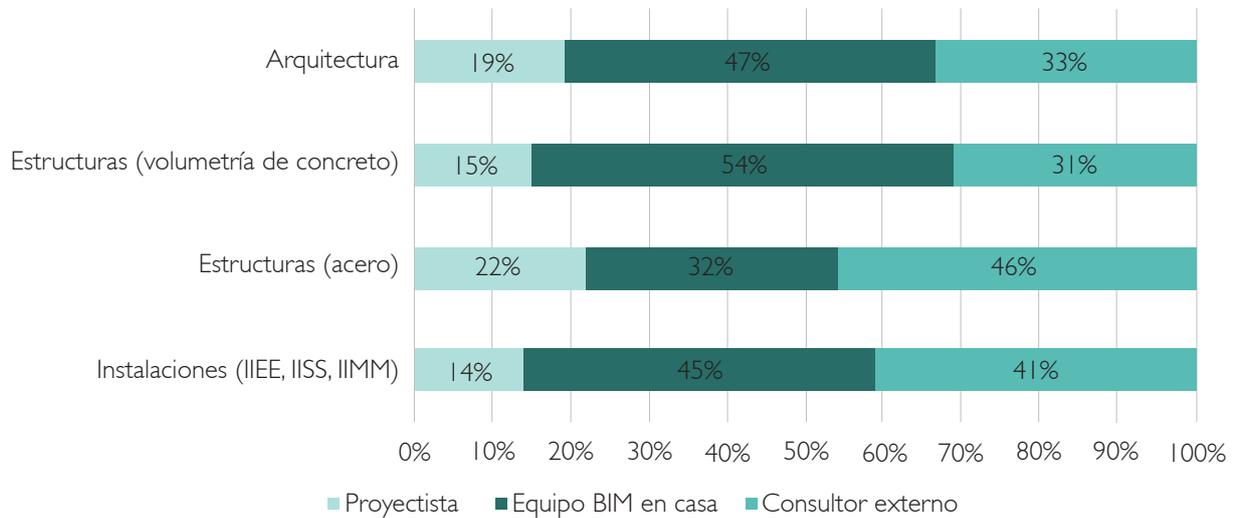
Gráfico 8. Comparación de especialidades modeladas entre el primer y segundo estudio de adopción BIM (% respecto de los proyectos que usan BIM)



Ante la pregunta de quién realiza los modelos, el estudio evidencia que aproximadamente el 15-20% de los proyectos el modelado recae en los proyectistas, un 35-55% en el equipo BIM de casa y un 30-45%

en los consultores externos (ver Gráfico 9). Se observa que los proyectistas de arquitectura y estructuras crean información usando BIM en 20% y 15% de los proyectos respectivamente.

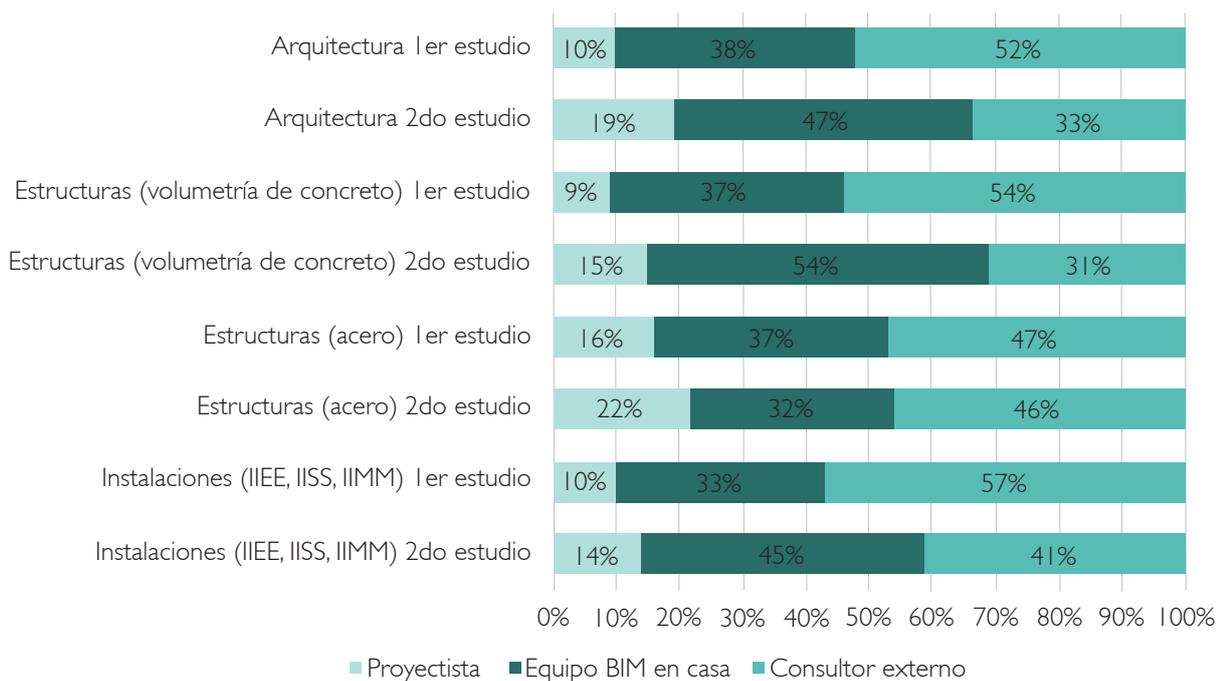
Gráfico 9. Autoría de modelos (% respecto de los proyectos que usan BIM)



Al comparar los resultados del Gráfico 9 con los resultados del primer estudio en 2017, se aprecia una clara tendencia al aumento de la participación de los proyectistas y el equipo BIM de casa; y una reducción del modelado por parte de consultores externos (ver Gráfico 10). En el caso de los proyectistas, se observa un claro aumento en el caso de los proyectistas de

arquitectura y estructuras. En el caso de los consultores externos, se observa una disminución también en las especialidades de arquitectura, estructuras e instalaciones. Por ejemplo, en la volumetría de concreto se ve una disminución de los consultores externos de un 54% a 31%.

Gráfico 10. Comparación de autoría de modelos por cada especialidad entre el primer y segundo estudio (% respecto de los proyectos que usan BIM)



7. USOS DE MODELOS IMPLEMENTADOS EN PROYECTOS

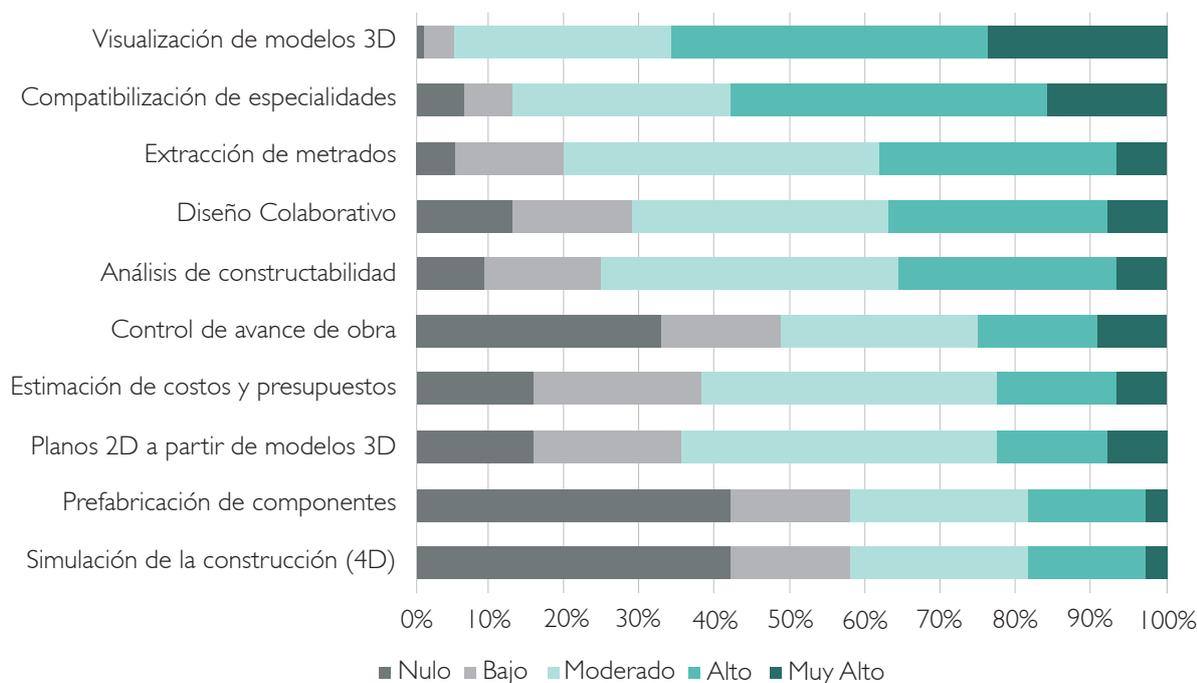
En esta sección se muestran los principales usos de modelos⁵ que se han implementado en los proyectos de edificación urbana que han adoptado BIM en Lima Metropolitana y Callao en el 2020 (ver Gráfico 11). El estudio encontró que los usos más influyentes son la visualización de modelos 3D y compatibilización de especialidades (60-65% - nivel alto o muy alto). Le siguen la extracción de metrados, el diseño colaborativo, y análisis de constructabilidad (35-40% - nivel alto o muy alto). Continúan el control de avance de obra, estimación de costos y presupuestos, y planos 2D a partir de modelos 3D (20-25% - nivel alto o muy alto), y por último la prefabricación de componentes y simulación de construcción 4D con menos del 20% de los proyectos.

Al comparar estos resultados con los resultados del primer estudio de 2017, se observa que la generación

de planos 2D a partir de modelos 3D mantiene un 20% de uso alto-muy alto. Sin embargo, el uso moderado aumenta de 15% a 42% (uso moderado). Esto sugiere un progreso importante en este uso de modelo. Similarmente, la extracción de metrados aumenta de 20 a 40% (uso alto-muy alto).

Por otro lado, usos BIM que requieren un alto de nivel de colaboración interorganizacional, tal como la prefabricación de componentes todavía mantiene un nivel muy bajo de implementación. Finalmente, se muestran usos bajos en la simulación de la construcción (4D) y control de avance de obra con casi el 50% de los proyectos con utilización nula o baja de estas aplicaciones, por lo que se evidencia todavía una poca adopción para análisis de procesos constructivos.

Gráfico 11. Nivel de usos de aplicaciones BIM



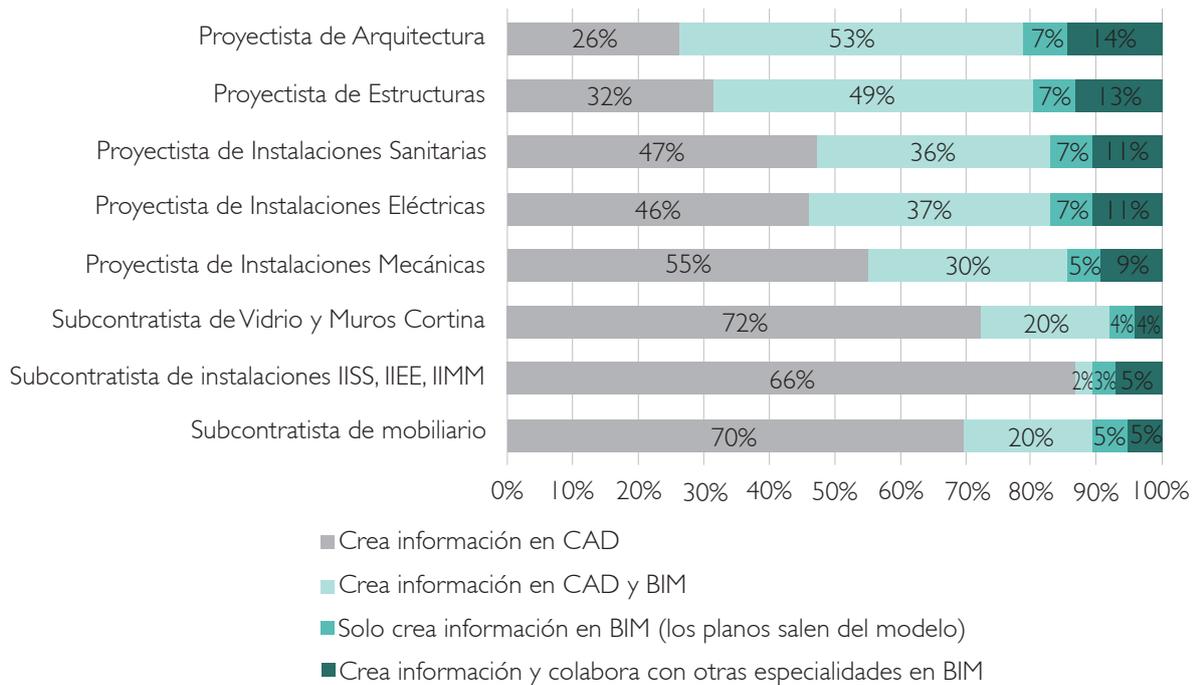
⁵<https://bimdictionary.com/es/model-use/1>

8. MADUREZ BIM

Esta sección reporta el nivel de madurez BIM de los proyectistas y subcontratistas para evaluar la manera cómo se maneja la información dentro de los proyectos encuestados. En general, el nivel de madurez es bajo (ver Gráfico 12). El estudio encontró que entre un 15-20% de los proyectistas de arquitectura, estructuras e instalaciones crea información en BIM y

colaboran con otras especialidades en BIM. Sin embargo, el 85% de los subcontratistas de instalaciones eléctricas, sanitarias y mecánicas solo trabajan en CAD, un 5% en CAD y BIM y solo el 10% en BIM. Este resultado refleja las brechas digitales existentes entre las empresas contratistas, proyectistas y subcontratistas.

Gráfico 12. Grado de madurez BIM en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao en el 2020

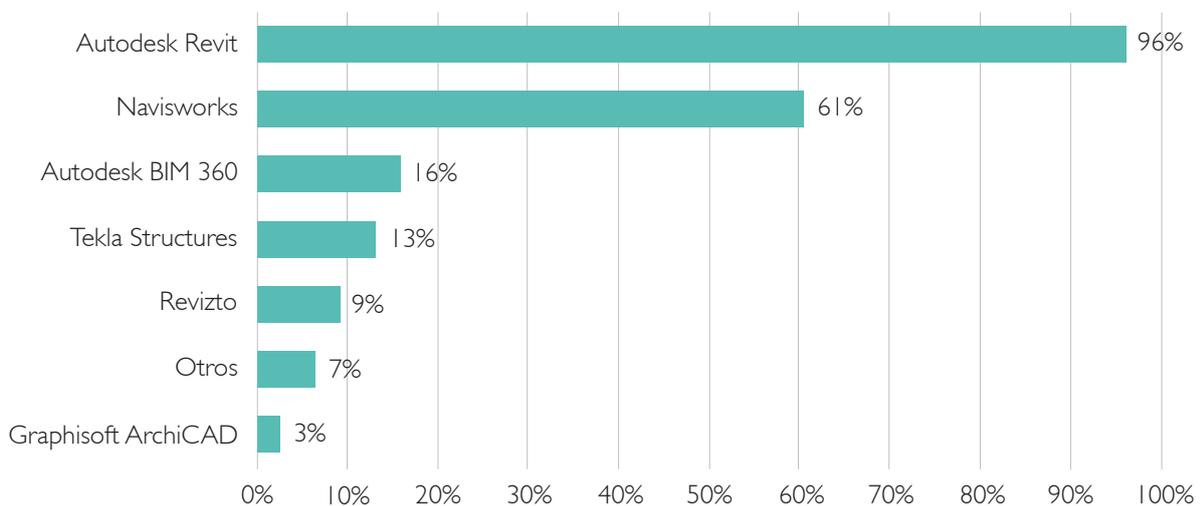


9. SOFTWARES UTILIZADOS

Esta sección muestra que los softwares de modelado que son más utilizados en el mercado son Revit (96%), Tekla (13%), y Archicad (3%). Sin embargo, los softwares de colaboración asincrónica son usados en menor medida: BIM360 (16%) y Revizto (9%). Final-

mente, el 61% de los proyectos utiliza Navisworks, que es usado para detectar incompatibilidades y en menor medida para simular modelos 4D (ver sección 7).

Gráfico 13. Softwares utilizados en proyectos de edificación urbana en Lima Metropolitana y Callao 2020

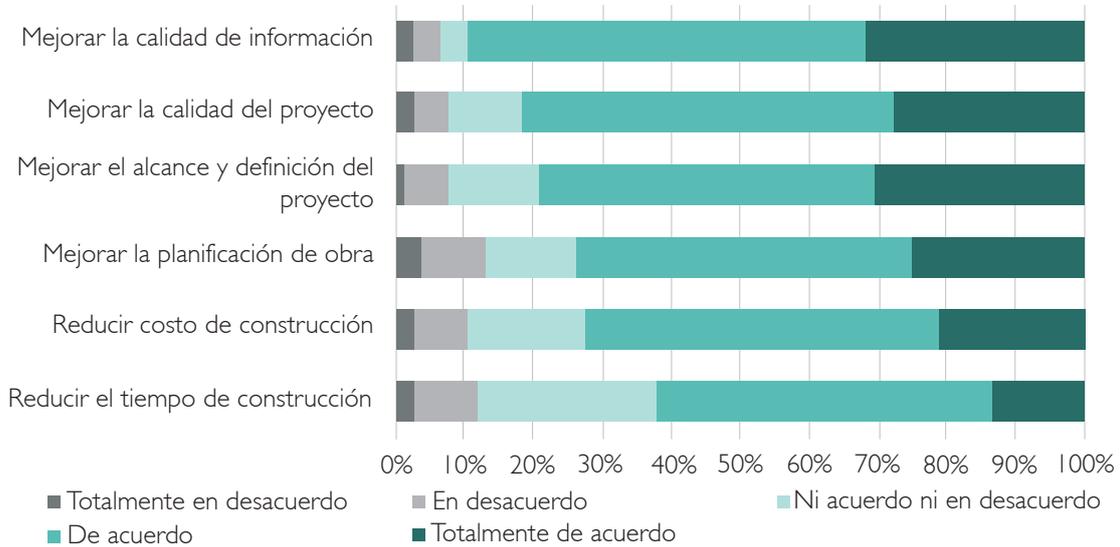


10. PERCEPCIÓN DEL IMPACTO DE BIM

El estudio revela que la mayoría de encuestados siente que el mejor impacto del uso de BIM ha sido para mejorar la calidad de la información, así como la calidad, alcance y definición del proyecto (ver Gráfico 14). Por otro lado, un 70% de los encuestados considera que haber usado BIM ha permitido mejorar la

planificación de la obra y reducir el costo de construcción, mientras que solo un 60% considera que ha permitido reducir el tiempo de construcción, lo cual es congruente con los usos BIM mostrados en la sección 7.

Gráfico 14. Resultados percibidos de adoptar BIM

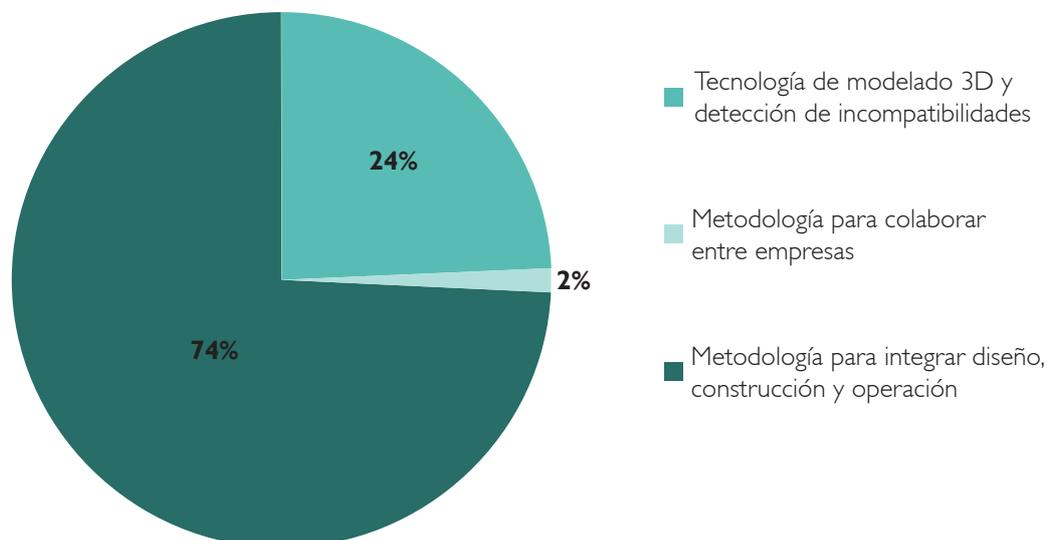


11. CONCEPTO BIM

En esta sección se presenta los resultados en referencia al concepto que los encuestados tienen sobre BIM (ver Gráfico 15). La gran mayoría considera que BIM es una metodología para integrar diseño, construcción y operación (74%), mientras que una porción menor considera que BIM es una tecnología de modelado 3D y detección de incompatibilidades

(24%). 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 15. Concepto BIM (N=203)



Las siguientes secciones presentan los resultados de las preguntas sobre el total del tamaño muestral efectivo (N=175), 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 en el 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.

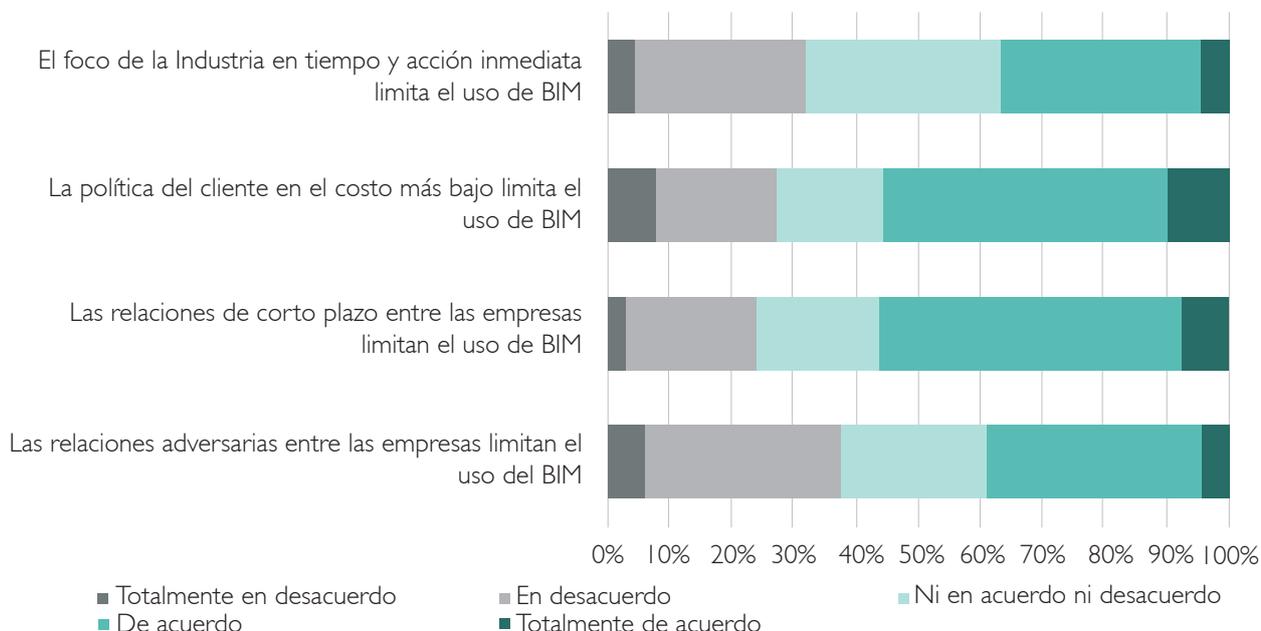
12. EFECTO DE LA FORMA DE ORGANIZACIÓN DE LA INDUSTRIA EN LA ADOPCIÓN BIM

Esta sección evalúa la percepción de los encuestados sobre el efecto que tiene la industria en la adopción de BIM (ver Gráfico 16). Cerca del 40% de encuestados considera que el enfoque de la industria en el tiempo acciones inmediatas limitan la implementación de BIM en un proyecto. Además, cerca del 60% confirma que la adopción BIM también se ve limitada debido a la política del precio más bajo del cliente. Asimismo, más del 50% de encuestados señala que las relaciones de corto plazo entre las empresas

afectan en la adopción BIM y menos del 40% señala que las relaciones adversarias entre empresas también afectan la adopción BIM.

Estos resultados sugieren que la adopción BIM es influenciada por forma de organización de la industria, que tiene relaciones adversarias y de corto plazo entre algunos actores. Asimismo, se resalta la influencia del cliente que 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 en la adopción BIM (N=175)



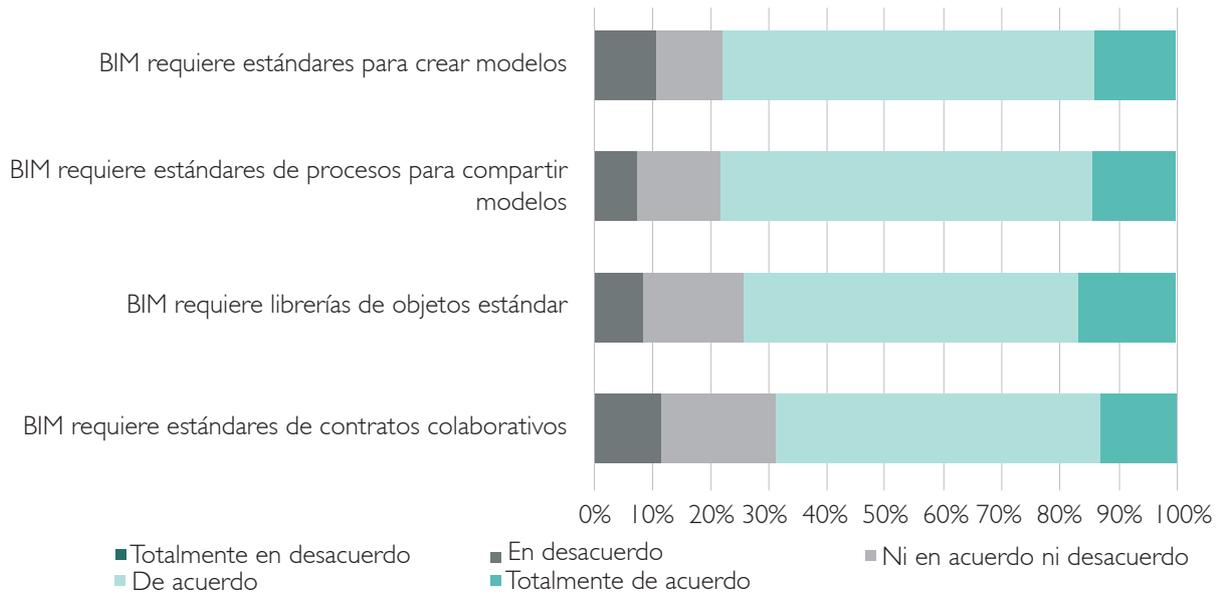
13. ESTANDARIZACION Y EDUCACION/ENTRENAMIENTO BIM

En esta sección, se evaluó en los encuestados la percepción de la influencia de la estandarización y la educación/entrenamiento en la adopción BIM. Los resultados de estas secciones se presentan en los gráficos 17 y 18.

Por un lado, con respecto a la estandarización, cerca del 80% de encuestados considera que BIM requiere estándares para crear y compartir modelos. Además, cerca del 70% 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 facilita 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.

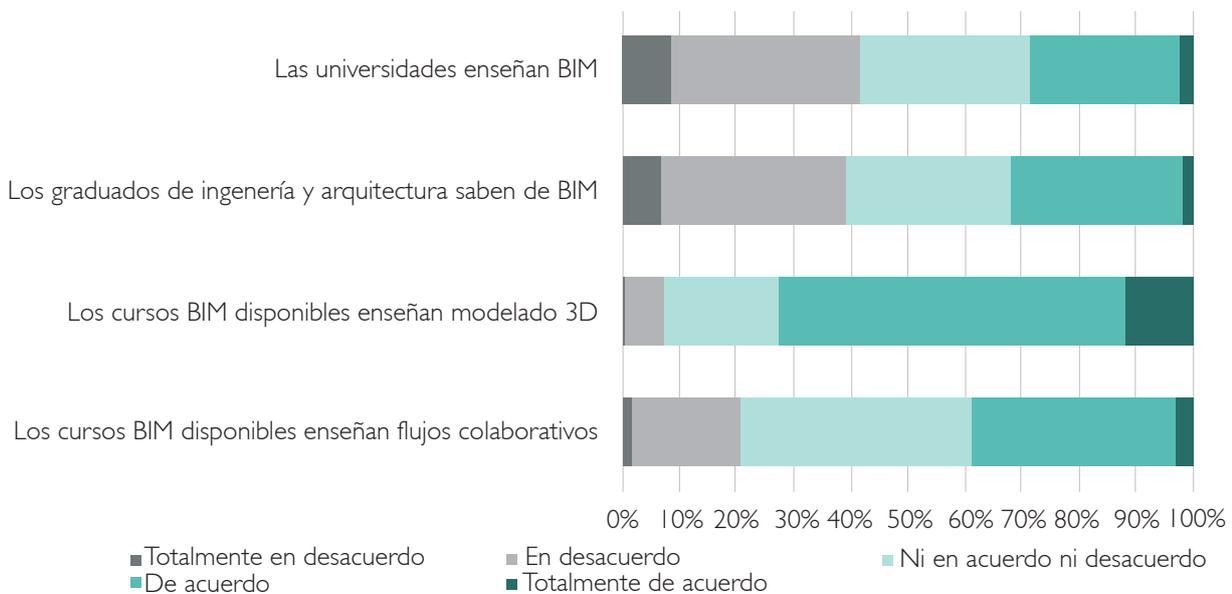
Gráfico 17. Estandarización en la adopción BIM (N=175)



Por otro lado, con respecto a la educación/entrenamiento BIM, se observa que alrededor del 30% de encuestados afirma que las universidades enseñan BIM y que sus graduados de las carreras de ingeniería y arquitectura conocen de BIM. Además, con relación a los cursos BIM disponibles en las instituciones educativas, cerca del 70% afirma que dichos cursos enseñan modelado 3D; sin embargo, solo un 40% sostiene que estos abarcan temas relacionados al manejo de flujos colaborativos. Estos resultados muestran que BIM aún es reconoci-

do en el sector como modelado 3D; con menos énfasis en los flujos colaborativos. Para avanzar con la adopción a nivel industria, la educación/entrenamiento BIM debe considerar las competencias digitales necesarias para que los profesionales pueden 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 colaboración.

Gráfico 18. Educación/entrenamiento BIM en el mercado (N=175)

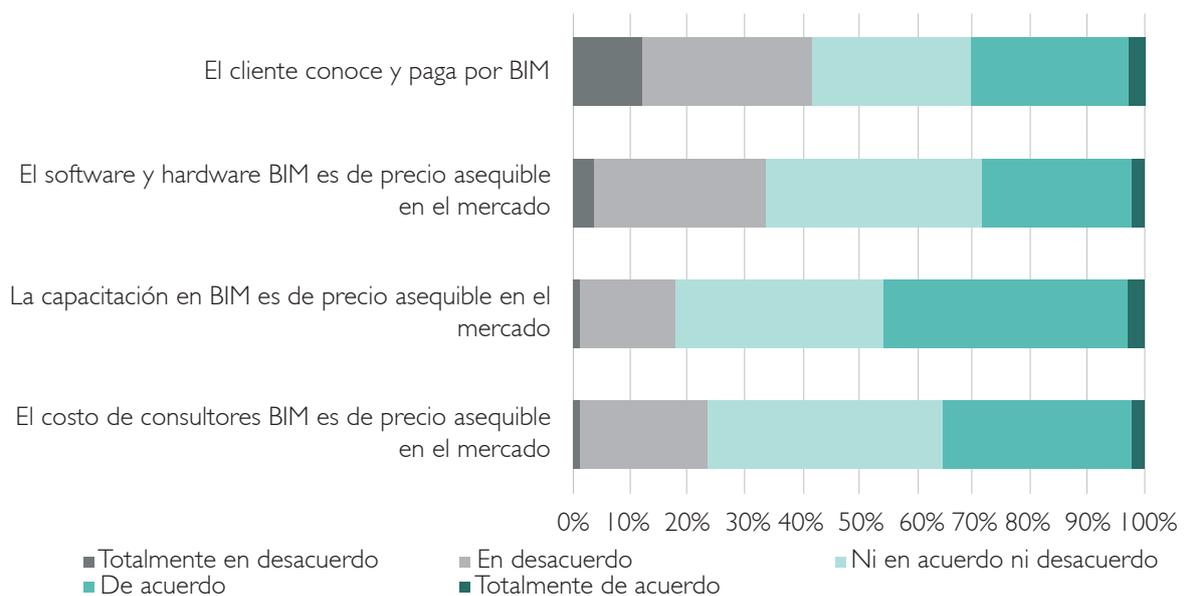


14. ASEQUIBILIDAD DE PRECIOS EN EL MERCADO PARA ADOPTAR BIM

Esta sección mide la percepción de la asequibilidad de precios en el mercado para costear la adopción BIM (ver Gráfico 19). Del total de encuestados, sólo un 30% considera que el cliente conoce y paga por BIM. Además, el mismo porcentaje de encuestados (30%) considera que el software y hardware BIM es de precio asequible. Con respecto a la consultoría BIM, el 35% de encuestados considera que es de precio asequible y el 40% considera que las capacitaciones BIM son de precio asequible. Sin embargo, un 60% de los encuestados piensa que

BIM no es asequible. 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. Este resultado sugiere que BIM no sería una opción para la mayoría de las empresas si el cliente no apuesta, y paga, por BIM. Por tanto, se espera que a medida que la exposición de los beneficios y las buenas prácticas de otras empresas sean reconocidas y valoradas en el mercado, existirán clientes más interesados en conocer y adoptar BIM.

Gráfico 19. Asequibilidad de precios en el mercado para adoptar BIM (N=175)



15. ACEPTACIÓN DE 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" sobre BIM. Se percibe una alta expectativa de esfuerzo: alrededor de un 80% de los encuestados considera que BIM le es o sería útil en su trabajo, permitiendo realizar tareas más rápido y aumentando su productividad (ver Gráfico 20). Por otro lado, existe un considerable

nivel de expectativa de rendimiento: alrededor de un 60% de los encuestados considera que BIM es fácil de utilizar, fácil de aprender a trabajar con BIM, o que tienen una interacción clara con BIM (ver Gráfico 21). Finalmente, la actitud en general es positiva: alrededor de un 90% de los encuestados está de acuerdo o totalmente de acuerdo que BIM es una buena idea, el 80% considera que BIM haría o hace su trabajo más interesante, y un 67% considera que le gusta o gustaría trabajar con BIM (ver Gráfico 22).

Gráfico 20. Expectativa de esfuerzo sobre BIM (N=175)

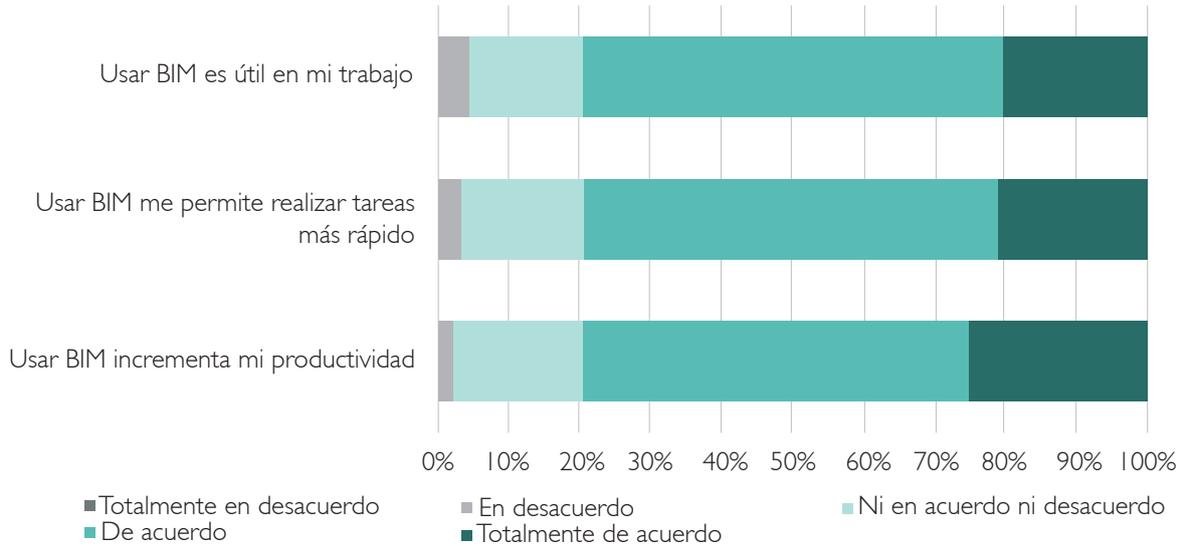


Gráfico 21. Expectativa de rendimiento sobre BIM (N=175)

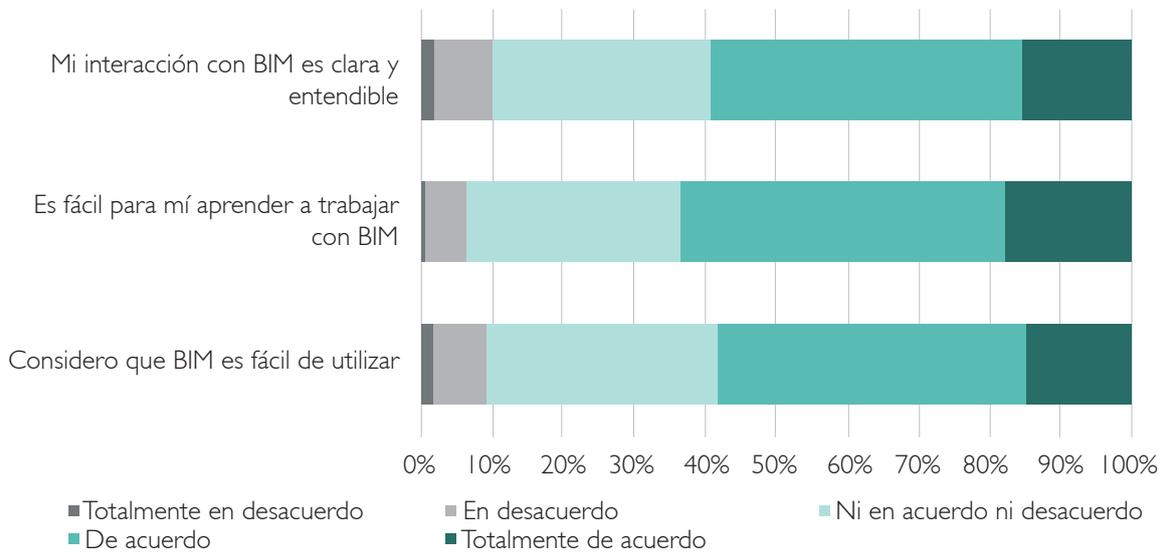
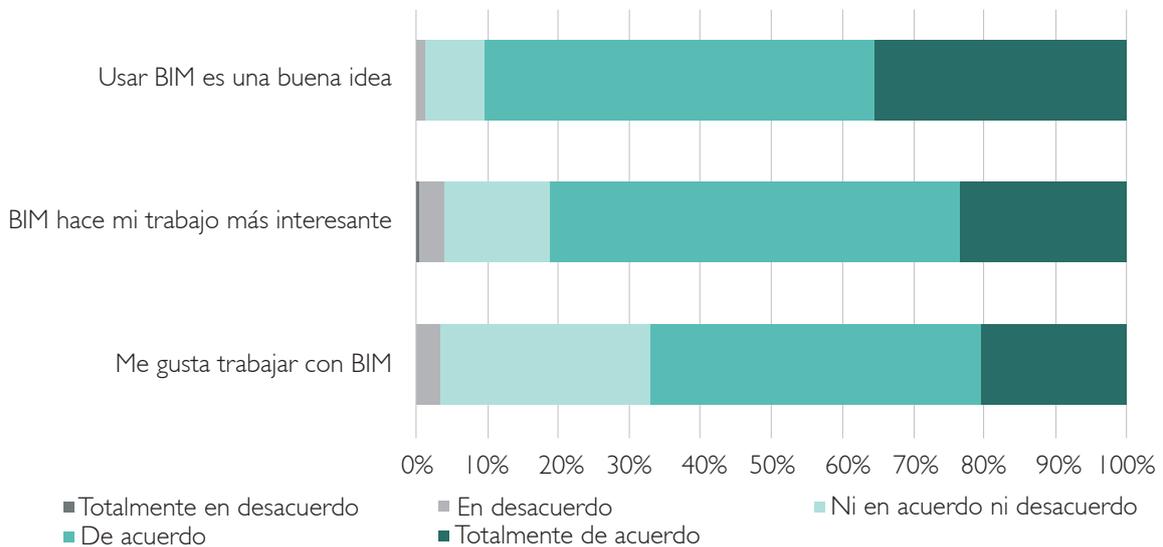


Gráfico 22. Actitud sobre BIM (N=175)



Asimismo, se presentan los resultados sobre la "influencia social" y "condiciones facilitadoras" que también influyen en las intenciones para adoptar BIM. Alrededor de un 70% de los encuestados considera que personas importantes para ellos (por ejemplo, colegas del rubro construcción) piensan que deberían usar BIM, mientras que menos del 40% 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).

Por otro lado, alrededor de un 60% de los encuestados está de acuerdo o completamente de acuerdo

con tener el conocimiento necesario para trabajar con BIM, mientras que menos del 45% 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 el entorno laboral de la empresa de los profesionales todavía no apoya mayoritariamente el uso de BIM. Asimismo, la mayor parte de encuestados considera que no tienen los recursos necesarios para trabajar con BIM, decisión que está en manos de la gerencia.

Gráfico 23. Influencia social sobre BIM (N=175)

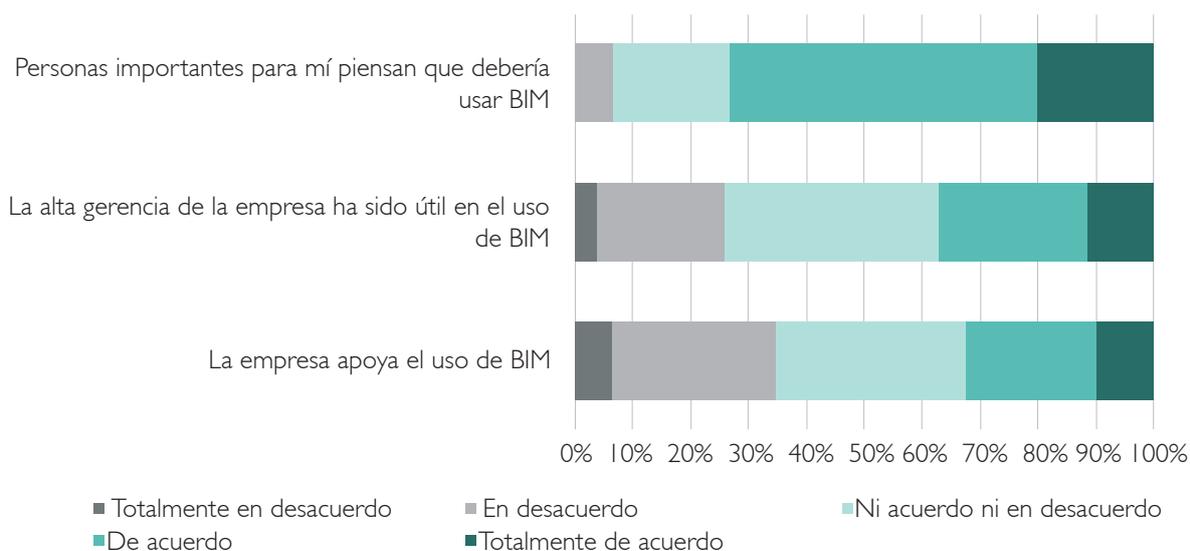
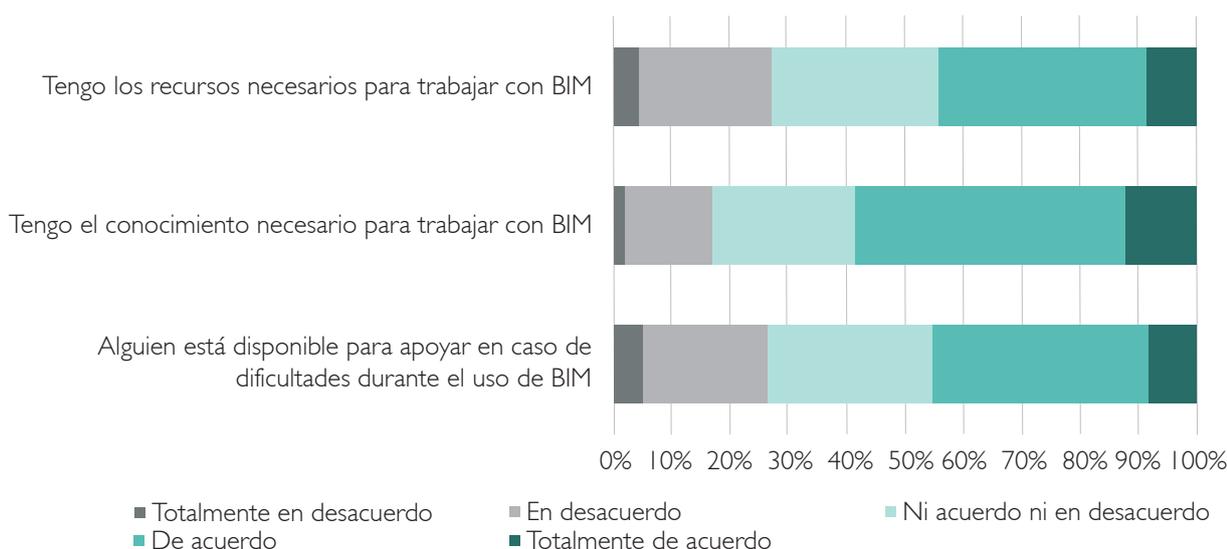


Gráfico 24. Condiciones facilitadoras sobre BIM (N=175)



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 BIM: alrededor de un 90% de los encuestados estima que usará BIM en los próximos 3 años, un 80% tiene intenciones de trabajar con BIM lo más pronto posible, y un 60% planea usar BIM en su próximo proyecto (ver Gráfico 25).

En contra parte, se percibe un bajo nivel de comportamiento de uso BIM: menos del 30% de los encuestados está de acuerdo o completamente de acuerdo

con la premisa de que usa BIM en su trabajo, o que la empresa donde trabaja usa BIM.

De acuerdo a los resultados, podemos apreciar una elevada intención por parte de los profesionales de utilizar BIM en un futuro a corto plazo, mientras que el porcentaje de comportamiento de uso (en su trabajo o en sus empresas) coincide con el nivel de adopción BIM descrito en la sección 2, lo cual refleja una mejora con respecto al nivel de adopción BIM del 2017 medido en el Primer Estudio de Adopción BIM.

Gráfico 25. Intención de uso de BIM (N=175)

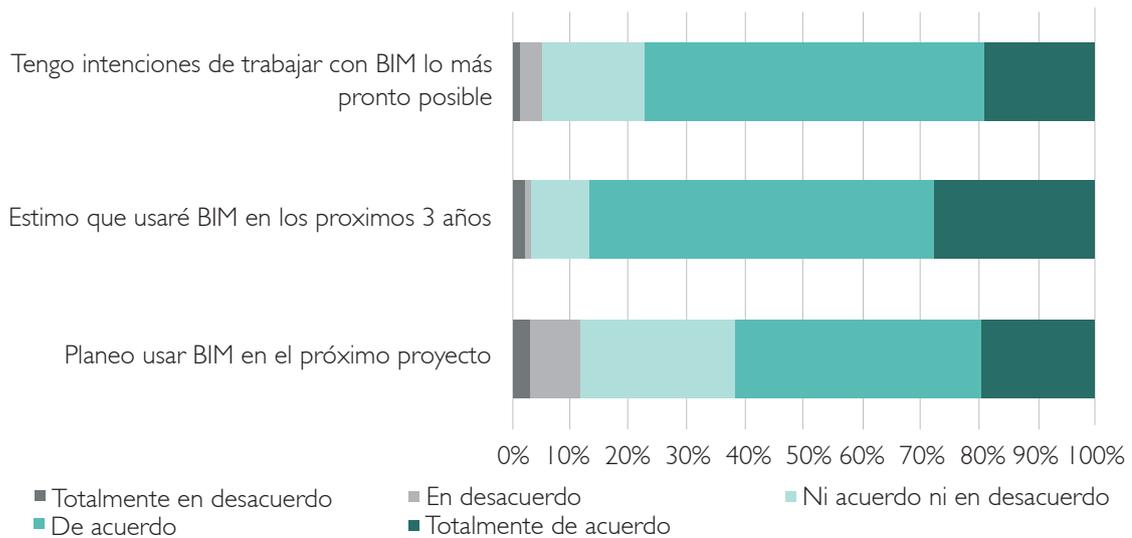
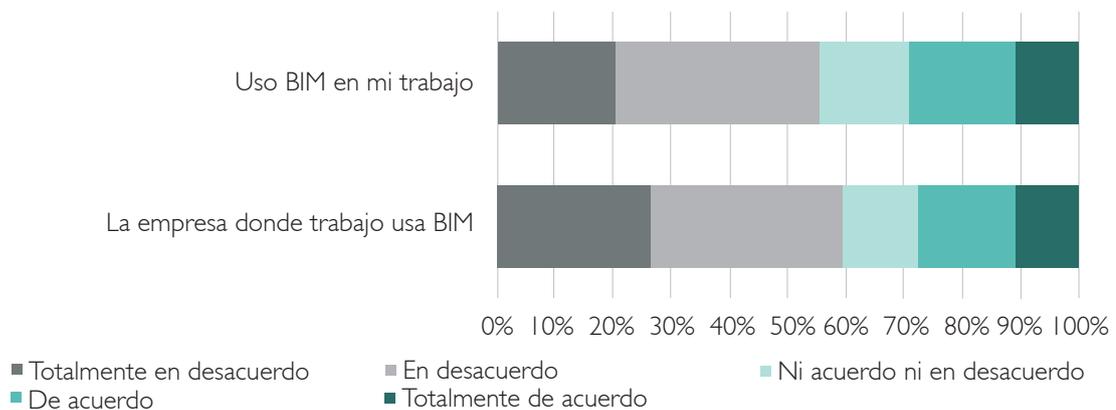


Gráfico 26. Comportamiento de uso de BIM (N=175)



16. CONCLUSIONES

Este estudio nos permite concluir lo siguiente:

- La adopción BIM en proyectos ha aumentado de 25% a 39% entre 2017 y 2020.
- Los sistemas más modelados son los de arquitectura y estructuras, seguido por las instalaciones. Se observa un incremento importante en el modelado del acero de refuerzo.
- Aproximadamente un 80% de los modelos son creado por los equipos BIM del contratista o consultores externo. Presumiblemente, esto sucede después del diseño tradicional en CAD.
- Aproximadamente un 20% de los modelos son creados nativamente por los diseñadores de arquitectura e ingeniería. Esto representa un ligero progreso respecto al 2017.
- Los principales usos de modelos son visualización y compatibilización de especialidades. Le siguen extracción de metrados, diseño colaborativo, y análisis de constructabilidad.
- Solo un 20% de los proyectos que usan BIM crean planos directamente desde modelos 3D.
- El 16% de los proyectos han empezado a usar Entornos Comunes de Datos. Esto es una indicación que se está progresando a la etapa de colaboración basada en modelos.
- El mejor beneficio percibido de BIM es de aumentar la calidad de información del proyecto
- El 75% de los encuestados considera a BIM una metodología de trabajo colaborativo, mientras que el 25% considera que BIM es una tecnología para detectar incompatibilidades. Existe evidencia que los profesionales que consideran a BIM una metodología colaborativa tienen mayores intenciones de adoptar BIM.
- Para mejorar la adopción BIM en la industria debemos trabajar en el aumento de capacidades digitales y colaboración de los proyectistas. Esto será fundamental para progresar los entornos colaborativos en el sector público y privado.





PUCP