

CONSEJO DE PRODUCTIVIDAD



CONSULTORÍA PARA ANÁLISIS DE
VISIÓN, OBSTÁCULOS Y CASOS DE
ÉXITOS ASOCIADOS A LA ADOPCIÓN
DE METODOLOGÍA BIM

Grupo de Trabajo de Ecosistemas Digitales - Consejo de Productividad CCHC





**CONSEJO DE
PRODUCTIVIDAD**



CONSEJO DE
PRODUCTIVIDAD CCHC
GRUPO DE TRABAJO DE
ECOSISTEMAS DIGITALES

GRUPO DE TRABAJO DE ECOSISTEMAS DIGITALES - CONSEJO DE PRODUCTIVIDAD CChC

Desarrollado por:
CENTRO TECNOLÓGICO PARA LA INNOVACIÓN EN PRODUCTIVIDAD Y SUSTENTABILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN CTEC

Participantes Grupo de Trabajo de Ecosistemas Digitales:

Ignacio Falcone
Pablo Ivelic
Rodrigo Sánchez
Carolina Soto
Juan Ignacio Troncoso

Editores CTEC:

María de los Ángeles Aguirre
Carolina Briones
Cristóbal Montecinos
Verónica Oyarzún
Karla Quintana
Daniela Vásquez

Diseño Gráfico:

Paola Femenía Ravanal

Editor de Estilo:

Cristian Arriagada

contacto@ctecinnovacion.cl
www.ctecinnovacion.cl

Santiago de Chile. Noviembre 2022

Este documento es confidencial y fue preparado por CTEC para el uso exclusivo de la CChC, no puede ser utilizado ni reproducido sin el expreso consentimiento de la CChC.

Índice

01. INTRODUCCIÓN	10	03. DIGITALIZACIÓN PARA EL SECTOR CONSTRUCCIÓN	32	05. GUÍA PRÁCTICA PARA LA ADOPCIÓN DE BIM	88	07. EJEMPLOS DE ADOPCIÓN DE BIM POR PILAR ESTRATÉGICO	178
1.1. Cambio de paradigma hacia la transformación digital.....	12	3.1. Gestión eficiente de la información de los proyectos.....	33	5.1. MadurezBIM.....	90	7.1. PILAR1: gestión estratégica y visión de BIM.....	179
1.2. Enfoque del documento.....	14	3.2. BIM, una metodología de trabajo colaborativo.....	35	5.2. Los cuatro pilares estratégicos.....	94	7.2. Pilar 2: Gestión de personas.....	189
1.3. Créditos y participantes en la elaboración del documento, empresas invitadas.....	15	3.3. La importancia de la “I” del BIM.....	38	5.3. Las etapas.....	97	7.3. Pilar 3: Gestión de Procesos y Estandarización.....	202
02. INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN LA ERA DIGITAL	16	3.4. BIM a nivel internacional y Latinoamérica.....	40	5.4. Planificación de la adopción de BIM: el paso a paso.....	104	7.4. Pilar 4: Gestión documental y tecnológica.....	214
2.1. Desafíos que enfrenta el sector.....	17	3.5. Beneficios de BIM, indicadores nacionales e internacionales.....	44	5.5. Matriz del paso a paso en la etapa de planificación (en desarrollo).....	108	08. REFERENCIAS	222
2.2. Razones de la Ineficiencia del sector.....	21	04. VISIÓN DE BIM PARA CHILE	48	06. CASOS DE ÉXITO DE EMPRESAS NACIONALES QUE HAN CAPTURADO EL VALOR DE BIM	110		
2.3. Papel que desempeña la Industria 4.0 en la renovación del sector.....	22	4.1. Adopción de BIM por parte de países referentes.....	49	Nº1 Badia+Soffia.....	112		
2.4. Construcción 4.0.....	23	4.2. Nivel de adopción de BIM en Chile.....	53	Nº2 CC+RR Arquitectos.....	118		
2.5. Building Information Modeling.....	24	4.3. El valor de capturar una mayor madurez digital.....	59	Nº3 Delporte.....	124		
2.6. Otras tecnologías de la industria 4.0 para el Sector Construcción.....	26	4.4. Metas de adopción de BIM para Chile.....	61	Nº4 Fourdplan.....	130		
		4.5. Barreras de adopción de BIM a nivel internacional.....	66	Nº5 Grupo BIM.....	136		
		4.6. Obstáculos de adopción de BIM en Chile.....	70	Nº6 Constructora LD.....	142		
		4.7. Matriz de Obstáculos y posibles soluciones de la adopción de BIM.....	82	Nº7 Constructora LD.....	148		
		4.8. Acciones para la aceleración de la adopción de BIM.....	83	Nº8 Sabbagh Arquitectos.....	154		
				Nº9 Siena.....	160		
				Nº10 VPA Ingeniería.....	166		
				Nº11 Zañartu Ingenieros.....	172		

01. Introducción

Mensaje de Bienvenida Comité de “Ecosistemas Digitales” del Consejo de Productividad de la CChC

El sector de la construcción requiere un impulso para seguir avanzando en productividad y la incorporación de herramientas tecnológicas como el BIM (Building Information Modeling), metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción, es considerada como la columna vertebral de este proceso y la que más retorno puede generar en su proceso de implementación. En el último informe de la encuesta nacional BIM del año 2022 fue posible observar un avance desde la última medición en donde el 41% de los profesionales encuestados declaran ser usuarios regulares de BIM (34% en la medición del 2019), siendo las disciplinas de arquitectura e ingeniería las que han adoptado con mayor velocidad esta metodología. La meta es llegar a un 70% de usuarios regulares, porcentaje de adopción que indica un camino ineludible hacia la adopción total. Sin embargo al desglosar esta cifra, en construcción el nivel de adopción solo llega a un 26% de usuarios regulares. Esta diferencia en los eslabones de la cadena implica una pérdida significativa de productividad, no llegando los beneficios de una metodología de trabajo colaborativo e integrado, que impulsa la integración temprana y resolución de problemas de diseño, incorporación de elementos prefabricados, entre otros a la obra diluyendo opciones de extraer valiosa información de los modelos que podrían acelerar y optimizar muchos de los procesos de planificación, gestión y control.

En este documento que ponemos a su disposición “Análisis de visión, obstáculos y casos de éxito asociados a la adopción de metodología BIM” ahondamos en las problemáticas detectadas en empresas de nuestro país, levantando aquellos elementos que se observan como barreras para su desarrollo, en aquellas empresas que aún no han implementado BIM y también en aquellas que están en un proceso de desarrollo y consolidación del mismo, en distintos eslabones de la cadena, identificándolas y categorizándolas como información relevante para estudio y posterior consideración para sus propios procesos. Además, hemos ahondado en aquellas prácticas que han permitido a casos de éxito o “early adopters” que a través de diversas acciones hemos modelado y documentado como buenas prácticas y que pueden guiar un proceso propio de implementación, los que se refuerzan con los documentos denominados “Guía Estratégica de Adopción BIM y la Guía Práctica para la Adopción de BIM y casos de éxito” también disponibles para descarga de forma gratuita en <https://compromisopro.cl/herramientas>.

Esperamos que este documento pueda aportar información concreta a las empresas para que puedan avanzar en el camino de implementación de la metodología, generando espacios de análisis y reflexión que permitan a los tomadores de decisiones, profesionales y académicos continuar de forma decidida avanzando en la tarea de mejorar la productividad del sector incorporando tecnologías digitales a sus proyectos.

1.1. Cambio de paradigma hacia la transformación digital

La adopción tecnológica es clave para lograr una mayor productividad del sector construcción. La consultora McKinsey¹ plantea que las ganancias en productividad al implementar metodologías de trabajo innovadoras como BIM, junto con la integración de Métodos Modernos de Construcción (MMC)² y Construcción Industrializada (CI)³, podría significar un impacto de 15% en productividad y una reducción de costos en los proyectos de un 6%. En otras palabras, pensar en mayor productividad para las empresas del sector, radica si o si, en transitar hacia el camino de la adopción de nuevas metodologías y tecnologías que les permita mantenerse competitivas, capturar el valor de los nuevos modelos de negocio y no perecer en el corto plazo.

1. McKinsey (2017). reinventing construction through a productivity revolution (ver <https://ips-ai.com/download/knowledge.pdf>).
2. www.designingbuildings.co.uk/wiki/modern_methods_of_construction
3. <https://construccionindustrializada.cl/>

Junto con ello, a nivel de industria nacional se requiere con urgencia que el sector revierta el rezago en productividad que ha tenido de manera sostenida en la última década, y avance hacia mayores niveles de desarrollo como sí lo han hecho otras industrias gracias a la Transformación Digital (TD)⁴. Esto, en el marco de un escenario que se ha complejizado debido a crisis nacionales e internacionales, que han gatillado un alza en los costos de construcción y mano de obra, un incremento exponencial del déficit de vivienda, y que junto con la crisis climática -donde el sector a nivel mundial es responsable de la generación del 35% de residuos, más del 38% de las emisiones de CO2 y del 35% del consumo de energía⁵- hace que la necesidad del cambio sea urgente y sin camino de retorno. En resumen, cada agente de la cadena de valor debe sumarse al salto tecnológico, y no sólo por subsistencia, sino por una necesidad común que ya no acepta ser postergada.

Building Information Modeling (BIM) es una metodología de gestión de la información para el desarrollo de proyectos de edificación e infraestructura. Integra diversos estándares, protocolos de información y tecnologías con el propósito de planificar, diseñar, construir y operar un proyecto basado en el trabajo colaborativo de todos los actores involucrados. Se habla de BIM como una metodología, ya que se asienta en métodos de trabajo interdisciplinarios, y para lograr aquello, se requiere de base, una estandarización clara de los procesos y convenciones que facilitan la colaboración. Por esta razón, es crucial que el mandante de un proyecto -sea público o privado- junto a todos los involucrados, se hagan parte de estas innovaciones y cambios culturales. Si bien, la implementación masiva de BIM es reciente en Chile, a nivel internacional ha superado una década de generar evidencia relevante sobre sus beneficios.

A través de los modelos 3D complementados con datos, se facilita la comprensión de los proyectos, que ayuda a prever y solucionar los problemas de manera anticipada durante etapa tempranas: permite simular el desempeño futuro posibilitando la optimización del diseño, uso, eficiencia energética y mejora con ello la sustentabilidad y ciclo de vida de las edificaciones; posibilita las simulaciones de la construcción y seguimiento de la gestión de la obra y optimiza la planificación de costos y plazos; además facilita la incorporación de sistemas de gestión y mantenimiento de activos, lo que conlleva finalmente a hacer más con menos y de mejor calidad.

4. Índice de Transformación Digital en la Construcción, CDT-PMG, Cámara de Comercio de Santiago y PMG (2021)
5. Global Alliance For Buildings And Construction (GLOBALABC). (2020). Global Status Report For Buildings And Construction.

Con foco en aportar a este desafío de digitalización del sector construcción, el Consejo de Productividad de la CChC y el Grupo de Trabajo de Ecosistemas Digitales junto al apoyo del Centro Tecnológico de Innovación para la Construcción_ CTeC, han elaborado este documento, que busca entregar una visión estratégica para la adopción de BIM. Este documento no se centra en la implementación de un nuevo software o herramienta tecnológica, sino que brinda una mirada transversal de los diferentes aspectos que se deben considerar para formular el camino hacia la adopción estructurada de BIM por parte de una empresa, independiente de su tamaño, rubro o especialidad. Y pone foco en el cambio cultural que deben adoptar las empresas de cara a la Era de la Información.

1.2. Enfoque del documento

Este documento no constituye una guía técnica sobre el desarrollo de modelos BIM o los alcances tecnológicos de las herramientas asociadas, sino que apoya y fomenta la adopción de BIM centrada en los aspectos estratégicos, con una mirada a reformular los procesos y las capacidades de los colaboradores, con un fuerte enfoque en la necesidad de estandarización dentro de las empresas.

El propósito de este documento es transmitir estos principios y está dirigido principalmente a:

- **Tomadores de decisión de empresas relacionadas al rubro de la construcción, ya sean estas:** inmobiliarias, constructoras, proveedores de materiales, suministros, o bien, profesionales del rubro.
- **Desarrolladores de proyectos de:** vivienda, infraestructura, retail, salud, educación, montajes, entre otros.

Este documento ha sido elaborado por el grupo de trabajo del Eje de Ecosistemas Digitales de la Cámara Chilena de la Construcción, junto al CTeC y ha contado con la participación por medio de entrevistas de 12 promotores BIM nacionales e internacionales, junto a la participación de representantes de 11 empresas colaboradoras. Este grupo de empresas que se caracterizan por ser “early adopters” de procesos tecnológicos, atesoran una base de conocimientos única, ya que sus miembros han promocionado activamente la implementación de BIM de forma temprana en sus equipos de trabajo, obteniendo al día de hoy importantes réditos.

1.3. Créditos y participantes en la elaboración del documento, empresas invitadas

CTeC

- Carolina Briones
- María de los Ángeles Aguirre
- Verónica Oyarzún
- Daniela Vásquez
- Cristóbal Montecinos
- María de los Ángeles Caripa
- Karla Quintana
- Ricardo Zepeda

CDT

- José Luis Jiménez

EDD

- Juan Troncoso
- Carolina Soto
- Rodrigo Sánchez
- Ignacio Falcone
- Rodrigo Sánchez
- Pablo Ivilic

Inmobiliaria Siena

- Fernanda Urzua
- Mauricio Carrión

Ld Constructora

- Matías Valcarce
- Alejandro Escandar

Rencoret

- Sergio Cabellos Sánchez

Carvajal Casariego Riesco

- José Riesco
- Francisco Manríquez

Badia + Soffia

- Felipe Soffia
- Juan Pablo Badia

Sabbarq Arquitectos

- Felipe Sabbagh
- Ignacio Correa

Delporte

- Cristian Cornejo Lorca

VPA ingeniería

- Enzo Valladares
- Florencia Coppellotti
- Julio Lopez
- Luis Yañez

Fourdplan

- Daniel Molina

Zañartu Consultores

- Mirian Madrid Alejandro González

MVQ Ingeniería Limitada

- Jorge Iván Quezada Levil
- Grupo BIM Ingeniería
- José Silva Parra

02. Industria de la Construcción en la Era Digital

2.1. Desafíos que enfrenta el sector

Industria 4.0⁶ o Cuarta Revolución Industrial, describe la tendencia en la que la automatización impulsada por datos está reemplazando tareas cotidianas y borrando las fronteras entre el mundo físico y el digital. La Industria 4.0 ha impactado todos los sectores productivos dando paso a la economía digital y al Metaverso⁷, donde la tecnología es omnipresente y la digitalización e innovación son necesarias de instalar en el centro de las empresas, para que estas sigan siendo competitivas en el nuevo panorama económico.

Por su parte, la Transformación Digital (TD)⁸ se puede definir como la integración de las nuevas tecnologías en todas las áreas de una empresa para cambiar su forma de funcionar. El objetivo es optimizar los procesos, mejorar la productividad y ofrecer un mayor valor agregado a sus clientes. La TD no ha afectado por igual a todos los sectores de la economía. Uno de los sectores más antiguos e ineficientes sigue resistiéndose: el de la construcción. Y así lo muestra el ITD de empresas (2020) que lo registra con el menor nivel de madurez, con un 33% versus el 43% promedio de las industrias, alcanzando la categoría de Principiante Digital.⁹

6. Baldwin, M. (2019). The BIM Manager a Practical Guide for BIM Project Management.

7. El metaverso es un concepto de un universo 3D persistente en línea que combina múltiples espacios virtuales diferentes. Puede entenderse como una versión futura del Internet. El metaverso permitirá a los usuarios trabajar, reunirse, jugar y socializar juntos en estos espacios tridimensionales.

8. CDT; PMG. (2021). ITDc - Índice de Transformación Digital de la Construcción.

9. ITD, Índice de Transformación Digital de empresas 2020, desarrollo de PMG para la CCS y Corfo.

Si revisamos las últimas décadas, vemos que todos los demás sectores superaron a la industria de la construcción en términos de productividad y de adopción digital. En Chile, la industria de la construcción es uno de los sectores relevantes en cuanto al PIB¹⁰, pero pese a la importancia económica, los indicadores muestran que está estancado. En 2019, el informe de Clapes UC indica que la productividad de la construcción tuvo un crecimiento nulo en los últimos 20 años y que, en comparación con el resto de la economía del país, generó pérdidas anuales del orden del 1,5% del PIB¹¹.

“Si la tasa de crecimiento del PIB del sector construcción fuese igual a la tasa de crecimiento de la PML de la economía, el PIB de Chile hubiese sido en promedio 1,5% mayor cada año entre 1997 y 2017, lo que en 2017 se tradujo en 2.199 miles de millones”

Hernán de Solminihac, director de Clapes UC.



En términos ambientales, considerando tanto la producción de materiales para la construcción y la operación de diferentes inmuebles, el 2018 la construcción a nivel mundial consumió el 36% de energía total¹² y generó cerca del 39% de las emisiones de CO₂. De estas emisiones, el 28% se asocia a la etapa de operación, mientras que un 11% se refiere a carbono incorporado, es decir, asociado a la energía utilizada para producir materiales de construcción (como el acero, cemento y vidrio). A nivel nacional, el 22,8% de las emisiones totales se asocian a la industria de la construcción¹³.

La construcción consume el 40% de las materias primas del mundo, superando a todos los demás sectores combinados, generando entre un 25% y 40% de residuos sólidos, de los cuales, menos de un tercio son reutilizados o reciclados¹⁴. Socialmente, la situación es igualmente preocupante, la industria secundaria que agrupa, entre otros sectores a la construcción, cuenta con un 9,8% de participación femenina y muestra un 27% de brecha salarial¹⁵.

10. La construcción aporta en torno a un 6,6% del PIB anualmente (medido como promedio desde los años 90). En 2020, este porcentaje cayó a un 5,7% por la detención de los proyectos debido a la pandemia.

11. Disponible en: <https://construye2025.cl/2019/07/31/avanzar-en-la-productividad-de-la-construccion-es-clave-para-la-economia-chilena/>

12. UNEP, 2018. Global status Report, Towards a zero-emission, efficient and resilient building and construction sector. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27140/Global_Status_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

13. CDT, 2021. Economía circular en construcción: Propuesta de estrategia sectorial 2021-2025.

14. CDT, 2020. Introducción a la Economía Circular en la Construcción. Diagnóstico y Oportunidades en Chile. <https://economiacircularconstruccion.cl/download/introduccion-a-la-economia-circular-en-la-construccion-diagnostico-y-oportunidades-enchile>

15. INE. Nueva Encuesta Suplementaria de Ingresos, trimestre OND 2012.

Actualmente, el déficit cuantitativo de viviendas en Chile supera las 425.660 unidades, cantidad que se ha visto en constante y explosivo aumento la última década, que se evidencia en el incremento de más de 81.000 familias en campamentos producto de la pandemia. Hoy en día, se destina el 4,4% del total de las edificaciones a resolver el déficit y si se mantiene esa tasa, la necesidad actual se supliría en un periodo superior a 80 años¹⁶. En resumen, no solo se tendrá que construir con menos emisiones, sino que también se tendrá que construir más y de mejor calidad.

La demanda de vivienda a nivel país y los requerimientos internacionales de sostenibilidad van a obligar a cambiar la manera en la que está trabajando la industria de la construcción.

En Chile se elaboró una estrategia nacional de huella de carbono en construcción que indica que para el año 2030, todos los edificios y la infraestructura nueva tendrán al menos un 40% menos de carbono incorporado. Para el 2050, todos los edificios nuevos, la infraestructura y las renovaciones tendrán que ser carbono neutral¹⁷.

“Para 2030 Chile se compromete a acondicionar 36 mil viviendas al año (en cuanto a infraestructura y calefacción); aplicar en la mitad de las regiones de Chile políticas de suelo e integración social, e implementar nuevos estándares de aislación térmica en edificios, para ahorrar, en relación a los números actuales, un 50% en calefacción. La meta para 2050 es ‘100% de trazabilidad de residuos de la construcción y demolición’, así como ‘que las nuevas viviendas tengan estándares de energía neto 0 y carbón neto0’.

Felipe Ward, Ministro MINVU 2021.

16. Chile tiene Futuro desde sus Territorios -Comisión Desafíos del Futuro, Ciencia, Tecnología e Innovación 2018- 2022 (2022) Comisión Futuro, Senado de Chile

17. Disponible en: <https://construye2025.cl/tag/estrategia-nacional-de-huella-de-carbono-para-el-sector-construccion/>

2.2. Razones de la Ineficiencia del sector

FRAGMENTACIÓN DE LA INDUSTRIA

El sector de la construcción es cada vez más complejo y sofisticado. Cada década ha traído consigo nuevas disciplinas y oficios especializados. Con cada especialización, los requisitos de los proyectos se complican y la comunicación y la toma de decisiones son más complicadas. La gestión de la comunicación en los grandes proyectos es una tarea abrumadora para la mayoría de los gestores de proyectos y de las empresas, considerando que la mayor parte de ellas son PyMEs.

PROCESOS MANUALES, INEFICIENTES Y ANTICUADOS

Muchas de nuestras prácticas y procesos de diseño, construcción y mantenimiento son anticuados. Oficios como la albañilería y la carpintería han cambiado poco en los últimos siglos y se verán progresivamente marginados por la prefabricación y el montaje robotizado. Asimismo, nuestras convenciones de dibujo son un resabio de la época del Renacimiento y ya no son un medio viable ni fiable para entregar la información del proyecto. Los antecedentes planimétricos y expedientes de proyectos deben ir acompañados de una gran cantidad de documentación adicional: EETT, listas de equipos, programas, manuales de funcionamiento y mantenimiento, contratos, etc. que complementan, y con demasiada frecuencia, duplican información y se contradicen entre sí.

RESISTENCIA AL CAMBIO Y A LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

El sector de la construcción es en general conservador y sólo ha dado pasos tímidos en la adopción de nuevas tecnologías. Hay excepciones, como el desarrollo de procesos de fabricación digital en los sectores del acero y otros, sin embargo, estos avances son típicamente aislados y no han inspirado cambios en toda la cadena de suministro. A su vez, suele pensarse que los grandes cambios están enfocados en la adopción de nuevas tecnologías y softwares, y se ha generado una gran resistencia a comprender que el cambio actual radica en renfocar los modelos de trabajo y la cultura empresarial.

2.3. Papel que desempeña la Industria 4.0 en la **renovación del sector**

Efectivamente, no se puede revertir del todo la fragmentación del sector ya que son múltiples los actores que se ven involucrados en el desarrollo de un proyecto a lo largo de todo su ciclo de vida, más bien, debemos adoptar la especialización de capacidades que permita a los equipos mejorar la comunicación y el intercambio de información de manera ágil, flexible, en tiempo real y en la nube. Hay que adoptar nuevos procesos que eliminen los flujos de trabajo anticuados, los reprocesos y apoyen métodos integrados y digitales. Y para ello, es necesario un cambio cultural para apuntar los esfuerzos hacia un enfoque del uso de las tecnologías digitales como medios que nos lleven a modelos más sustentables y eficientes.

Hoy la Industria 4.0, se nos presenta como una gran oportunidad de levantar a un sector que no ha logrado repuntar su productividad en las últimas décadas, y que ha sido fuertemente golpeado en el último tiempo por la pandemia, el alza de los costos de la construcción, la escasez y baja especialización de la mano de obra.

“Estar adoptando BIM es como el primer paso para poder habilitar todos los cambios en términos de transformación digital que se requiere que adopten cada una de las empresas que componen esta industria. Eso como primer paso para poder trabajar y abordar todas estas problemáticas que podemos ver en término de productividad, como por ejemplo la falta de adopción tal vez de otras tendencias que requieren de información y data para tomar decisiones, como puede ser el tema de sostenibilidad.”

Rodrigo Sánchez, Gerente de Innovación y Transformación Digital de Grupo El
<https://youtu.be/9YO6zDe5R1k>

2.4. Construcción 4.0

Construcción 4.0 es el término que se ha acuñado para significar el impacto de la digitalización, la industrialización y la sustentabilidad en el desarrollo del entorno construido y la edificación. Su alcance aún está en proceso de evolución y aunque actualmente la prefabricación, la construcción industrializada e impresión 3D, además, se experimenta con tecnologías como la IA, los robots, los drones que están aportando en reemplazar tareas más laboriosas y peligrosas, y permitir a los equipos concentrarse en agregar valor a las tareas de alto nivel que requieren de análisis y toma de decisiones, para el desarrollo de proyectos más eficientes y amigables con el medio ambiente.

Una de las mayores brechas de la Industria 4.0 tiene relación con el impacto en la fuerza laboral. Muchas veces es entendida como aplicación de tecnología o de digitalizar los procesos actuales, sin embargo, el mayor cambio radica en la cultura organizacional y las personas. Según un estudio de McKinsey Global Institute¹⁸, entre 400 y 800 millones de puestos de trabajo se perderán debido a la automatización para el año 2030. Si bien, la tecnología puede destruir puestos de trabajo, la cantidad de trabajo va en aumento, y así también, el requerimiento de fuerza laboral capacitada en estas nuevas prácticas. MGI informa que se crearán nuevos puestos de trabajo y que el desafío recae en que muchos trabajos futuros aún no se han inventado o definido aún.

18. McKinsey&Company. (2018). El ecosistema tecnológico de la Construcción.



La realidad es que los trabajadores de hoy y del mañana, deben tener habilidades técnicas y competencias complementadas con destrezas en el pensamiento y aquellas para resolver problemas. La fuerza laboral actual debe comenzar de inmediato a mejorar y capacitarse continuamente para seguir siendo competente para la nueva era, y para ello, haremos un breve recorrido por las nuevas tendencias que están impactando nuestro sector.

**¿EN QUÉ ÁMBITOS SE DEBEN ACTUALIZAR
LOS CONOCIMIENTOS DE LOS TOMADORES DE
DECISIÓN QUE LIDERARÁN EL CAMBIO EN LAS
EMPRESAS Y LOS TRABAJADORES DEL SECTOR?**

2.5. Building Information Modeling

BIM, viene del acrónimo de Building Information Modelling, el acercamiento más erróneo es su comprensión como una simple técnica de modelación y desarrollo de maquetas digitales 3D, lo que dista mucho de todo el potencial y valor que la metodología trae consigo. BIM es una serie de procesos y tecnologías integradas, que radica en tener conciencia de la información existente y generada por los demás actores al momento de desarrollar su parte del proceso. Así, el modelado de información de construcción BIM, se presenta como el intercambio de información estructurada, pero también como un cambio en la forma en que hacemos actualmente las cosas.

...ENTONCES ¿QUÉ ES BIM?



Primero es esencial comprender que BIM no tiene una definición única ni estática, más bien es un concepto que ha ido cambiando en el tiempo y se proyecta que seguirá evolucionando a medida que la madurez digital aumente en el sector. Así, quien quiera adoptar BIM, primero debe buscar comprender qué de BIM le aporta valor, y con ese antecedente considerar por qué y cómo deberían adoptarlo.

Según la definición de Planbim de Corfo “es un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar una edificación o infraestructura de forma colaborativa en un espacio virtual. Es decir, las tecnologías permiten generar y gestionar información mediante modelos tridimensionales en todo el ciclo de vida de un proyecto. Las metodologías, basadas en estándares, permiten compartir esta información de manera estructurada entre todos los actores involucrados, fomentando el trabajo colaborativo e interdisciplinario y agregando así, valor a los procesos de la industria”.¹⁹

La asociación internacional de la BuildingSmart y su capítulo de España, define a BIM de la siguiente manera: “es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes.”²⁰

19. Publicación en EMOL agosto 2017, Planbim programa de Corfo y el Construye 2025 que promueve el Mandato BIM por parte del sector público de Chile.

20. Fuente: www.buildingsmart.es/bim/qu%C3%A9-es/

Y así, el número de definiciones es inconmensurable, pero en esencia, todas se aproximan a la visión de la digitalización del entorno construido acelerado por la cuarta revolución, incluyendo formas colaborativas de trabajo facilitadas por la participación temprana de los diversos actores, teniendo como base, tecnologías digitales de gestión de datos para conseguir métodos más ágiles y eficientes de diseño, construcción y mantenimiento de activos, para permitir que el entorno construido sea planificado de manera más efectiva, construido a un costo menor y operado y mantenido de manera más eficiente y sustentable.

2.6. Otras tecnologías de la industria 4.0 para el Sector Construcción

La industria 4.0 se refiere también a la combinación de dos o más ciencias para generar innovaciones y soluciones más eficientes, como la ingeniería genética, la ciencia de los materiales, la inteligencia artificial (IA), la fabricación avanzada y el Internet de las Cosas (IoT). De la mano de BIM, surgen muchos otros Métodos Modernos de Construcción (MMC)²¹, que se basan en esta metodología para integrar nuevas tecnologías y soluciones constructivas. A continuación, revisaremos algunos otros conceptos y tecnologías que trabajando de manera integrada a BIM, potencian su valor.

21. Referencia

2.6.1. Diseño para fabricación y montaje

El diseño para la fabricación y el ensamblaje (DfMA)²² es una metodología que se aplica en etapas tempranas de planificación y diseño, para llevar a cabo la construcción fuera del sitio (Off-site) o Construcción Industrializada (CI)²³. Su objetivo es utilizar la gestión de la información de la cadena de suministro del proyecto para mejorar la productividad, la sustentabilidad y el costo de la construcción. La diferencia entre esto y fabricación tradicional fuera del sitio es que DfMA adopta un enfoque integral y puede adoptar los modelos BIM para facilitar el intercambio y la transferencia de información.

2.6.2. Construcción industrializada / off-site

La construcción industrializada (CI)²⁴ se refiere a una obra donde parte del proceso constructivo se desarrolla mediante procedimiento seriado, repetitivo, rítmico y estandarizado, que puede realizarse en sitio, en fábrica (off-site), automatizados o robotizados, entre otros y puede incluir o no prefabricados.

2.6.3. Construcción volumétrica 3d

La construcción volumétrica es un Método Moderno de Construcción (MMC) que produce grandes estructuras o módulos, del tamaño de una habitación, se construyen en condiciones de fábrica que luego son transportados y ensamblados en obra.

2.6.4. Impresión 3D

La impresión 3D es un proceso tecnológico que crea un objeto 3D; se trata de añadir material en capas causando que se solidifique para producir un solo componente o entidad completa. Esto puede ocurrir en un entorno controlado de fábrica o en obra.

22. Matrix Consulting. (2020). Impulsar la productividad de la industria de la Construcción en Chile a estándares mundiales.

23. Comité Técnico Instituto de la Construcción. (2021). Anteproyecto de Norma: Industrialización-Principios y Definiciones Generales.

24. Anteproyecto de Norma: Industrialización, principios y definiciones generales. Desarrollado por un Comité Técnico convocado por el Instituto de la Construcción en el marco del Convenio de Colaboración suscrito entre el Ministerio de Vivienda y Urbanismo y el Instituto de la Construcción y aprobado por Resolución Exenta N° 13751 en su plan de trabajo 2020

2.6.5. Drones

Actualmente, los drones se utilizan en el levantamiento de topografía, lo que genera ahorros de eficiencia en términos de mano de obra y hora. Pero la ventaja que aportan en términos de salud y seguridad de los empleados es valiosa cuando es demasiado peligroso para los humanos recopilar datos. Pueden capturar imágenes para inspecciones del sitio y junto con aplicaciones inteligentes, puede analizar datos en tiempo real.

2.6.6. Internet de las Cosas/Sensores

El Internet de las cosas (IoT) es la conexión de cualquier objeto físico que tenga tecnología inteligente y digital. Este tipo de sensores y actuadores vinculados entre sí por medio de Internet, permiten la recopilación de datos lo que les permite ser controlados de forma remota y/o automatizada. Por lo tanto, la integración de BIM con la tecnología IoT proporciona una visión integral del estado de los edificios para su mantenimiento y explotación eficiente.

2.6.7. Realidad virtual

Las tecnologías que hacen uso de la Realidad Virtual, Aumentada y/o Mixta están en aumento y se suma a los beneficios potenciales de integrar con BIM. A medida que los equipos se vuelven más asequibles, el potencial de uso por parte del sector aumenta. Se pueden crear maquetas y recorridos virtuales por los proyectos y generar visualizaciones más amigables para los clientes, también se puede acompañar el proceso constructivo comparando los avances de la obra versus el modelo BIM y detectando potenciales interferencias, o por ejemplo, luego durante el mantenimiento es posible brindar un servicio técnico especializado a distancia.



2.6.8. IA/Diseño automatizado/Aprendizaje autónomo

BIM es un habilitador para la Inteligencia Artificial (IA) en el entorno construido. Esta puede convertirse en la estrategia del negocio por su capacidad de pensar, aprender y volverse “inteligente”, ya que puede tomar decisiones en base a información de alta complejidad. Sin embargo, el mayor impacto de la IA para nuestro sector, está en la gestión y explotación de activos en la etapa de operación. En la medida que los edificios se están volviendo más inteligentes gracias a sensores (IoT), un administrador de facility Management (FM) puede recopilar datos valiosos sobre mantenimiento, energía y personas, que pueden usarse para predecir el desempeño y mejorar el comportamiento y consumo futuro de los edificios, junto con el mejor aprovechamiento del espacio.

2.6.9. Gemelos digitales

Un gemelo digital o digital twin, término que fue acuñado inicialmente en la Nasa por el Doctor Michael Grieves (2002)²⁵, y que se refiere a una réplica digital de un producto, servicio o proceso, sirven para conectar el mundo online y offline añadiendo tecnología de IoT, lo que permite instalar sensores capaces de captar datos en todo tipo de objetos y lugares que, a su vez, son transmitidos y almacenados en la nube, para posteriormente aplicar esa información a los modelos BIM, y así, hacer más eficiente la toma de decisiones de manera anticipada por medio de prototipos o simulaciones, o bien en tiempo real, cuando se trate del mantenimiento de un activo.

25. AECOC, Innovation Hub (s.f.). ¿Qué son los Digital Twins y por qué son tan importantes? Recup. el 15.07.2021 de <https://cutt.ly/6mF3t83>

2.6.10. Ciudades inteligentes

“Inteligente” en este contexto, significa esencialmente la capacidad de conectividad de un edificio (o componentes de este) con sus ocupantes a través del IoT, o bien, de la infraestructura de una ciudad y servicio, con la vida cotidiana de sus residentes y ocupantes. Una característica de un sistema inteligente, es el registro de información en tiempo real para permitir un rendimiento óptimo e instantáneo, ya sean servicios calefacción, iluminación u otros. Esto con el fin de mejorar la salud y el bienestar de los ocupantes y mitigar el impacto en el medio ambiente a escala de barrio y entorno construido.

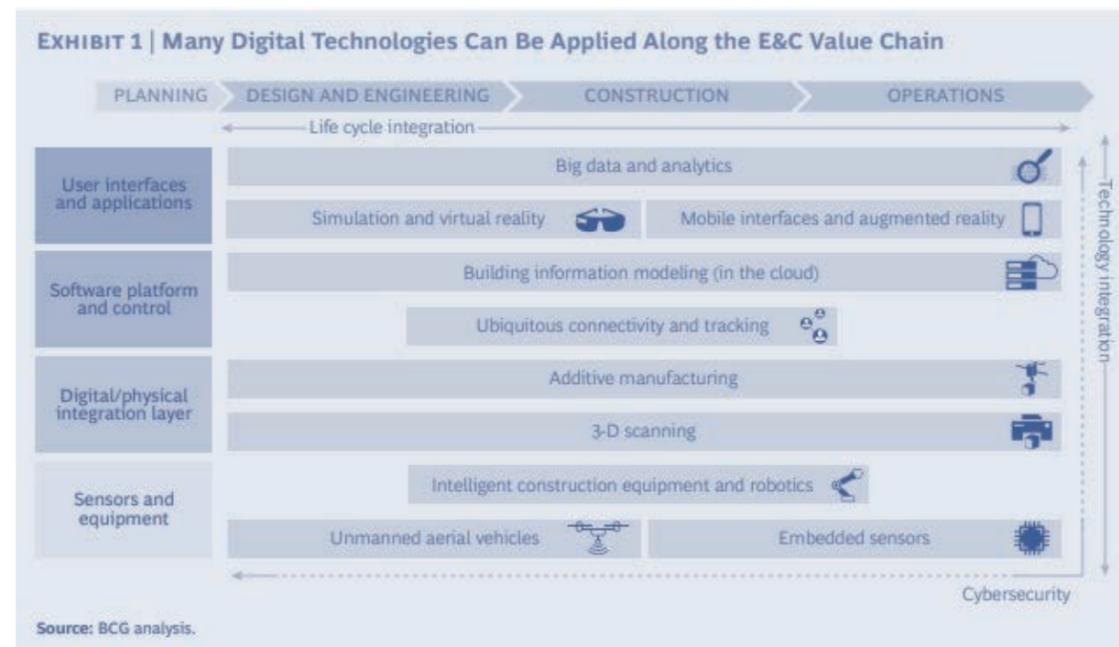


Fig. 1: Tecnologías que pueden ser aplicadas en la construcción e ingeniería. BCG análisis. (2016)

03. Digitalización para el sector construcción

3.1. Gestión eficiente de la información de los proyectos

La adopción del BIM requiere que se realice una transición desde la gestión de la información basada en documentos y planos, a un nuevo escenario en base a modelos BIM tridimensionales y ricos en información. Afortunadamente la madurez BIM del sector ha progresado hasta entender el BIM no como un software o una herramienta más de diseño, sino como una base de datos gráficos y alfanuméricos que viene a recopilar y estructurar toda la información que se genera a lo largo del ciclo de vida completo de los proyectos.

Información que debe ser producida con una metodología a ser utilizada y consensuada por todos los agentes de proyecto. BIM hace, que la visualización de esta base de datos sea cada vez más amigable, produciendo modelos 3D que pretenden ser una aproximación lo más cercana a la realidad construida, denominados digital twins. Estos gemelos permiten tener acceso en todo momento y lugar a los datos técnicos de la cartera de proyectos actuales y en desarrollo que dispondrá la empresa en el mercado. Y por ello, el eje de esta implementación se enfoca en entender:

“LA INFORMACIÓN COMO VALOR”

Sin duda, BIM propicia un intercambio de conocimiento extraordinariamente potente que puede ser capturado por las empresas, tanto para la mejora de la eficacia y eficiencia de sus proyectos, pudiendo anticiparse y optimizar los diseños de proyectos en relación a, cómo será su operación y habitabilidad futura, previendo futuros costos de partidas críticas, gastos de consumo energético o condiciones térmicas y ambientales de las viviendas, entre muchas otras.

“OPTIMIZACIÓN COMO EXCELENCIA”

El modelo tradicional de trabajo al cual persiste el sector, nos ha enseñado a desarrollar proyectos de manera fragmentada. Cada actor lleva a cabo sus funciones, con sus propios plazos y dentro de sus propios sistemas, cuando normalmente la coordinación se realiza después de que la documentación del proyecto está casi completa en la fase final de diseño. Si bien, los principales problemas pueden

resolverse con dicha documentación, gran parte de los conflictos no se revelan hasta que se ha llegado a la etapa de construcción.

Principalmente esta problemática radica en la cultura de proyecto y modos de trabajo que se han venido desarrollando por siglos. BIM es el medio por el cual el sector construcción se podrá plegar a la industria 4.0, migrando hacia nuevos modelos productivos que se asientan en la cultura de las empresas y pongan foco en la colaboración.

“El BIM es uno de los elementos medulares para mejorar la productividad de la construcción, por varias razones, porque permite la coordinación temprana de actores, porque agrega precisión, disminuye errores y establece un idioma común donde está toda la información contenida, el proyecto se desarrolla de buena manera y además por el lado de la construcción pública, nos permite tener mucha mayor información de todos los proyectos”.

Marcos Brito, Gerente Construye 2025
<https://youtu.be/ojBYCcDkqac>



3.2. BIM, una metodología de trabajo colaborativo

Existen muchas iniciativas de adopción de BIM que han tenido éxito, pero también hay algunas que no han aportado los beneficios prometidos, dejando a los equipos de proyecto frustrados y retrasados. Entonces, ¿qué diferencia a los proyectos exitosos de los que no lo son? La respuesta corta: la planificación estratégica. Los aspectos esenciales que habilitan una buena adopción de BIM recaen en: el liderazgo, los procesos, las personas, y la tecnología.²⁶

Respecto al liderazgo, es crucial que en una empresa defina un ente patrocinador y coordinador de la adopción y aplicación de BIM según los objetivos y metas planteadas por la empresa, que vele por los aspectos tanto estratégicos como técnicos. Sobre los procesos, es clave el mapeo de procedimientos que incorporan BIM y que regulan la generación y manejo de información estandarizada entre los colaboradores. Respecto de las personas, resalta la necesidad de capacitación en el uso de los softwares, y la difusión de una cultura de adaptación hacia la incorporación de nuevos estándares y modos de trabajo colaborativos. Para ello, la metodología asigna una serie de Roles BIM. En cuanto al ámbito de la tecnología, destaca la adopción de hardware y software para desarrollar y trabajar en base a los modelos BIM, tanto a nivel geométrico como de gestión de información que se extrae de los modelos.

26. “Productividad en el Sector de la Construcción” Comisión Nacional de Productividad (2020)

Sin embargo, por sobre todo aquello, el proceso de creación de un proyecto en BIM, requiere que los colaboradores trabajen de manera integrada desde etapas tempranas y con objetivos comunes para cumplir con las metas del proyecto. En la medida que la capacidad BIM crece, se promueve un pensamiento de equipo que permite que se produzca la colaboración con resultados beneficiosos para todos. A modo de ejemplo, se ha descrito (ver figura 2) que existen diferentes niveles de interacción para llegar al nivel de colaboración, previo a ello se requiere de otros pasos como la conversación, comunicación, coordinación y cooperación²⁷ (Coleman 2012).

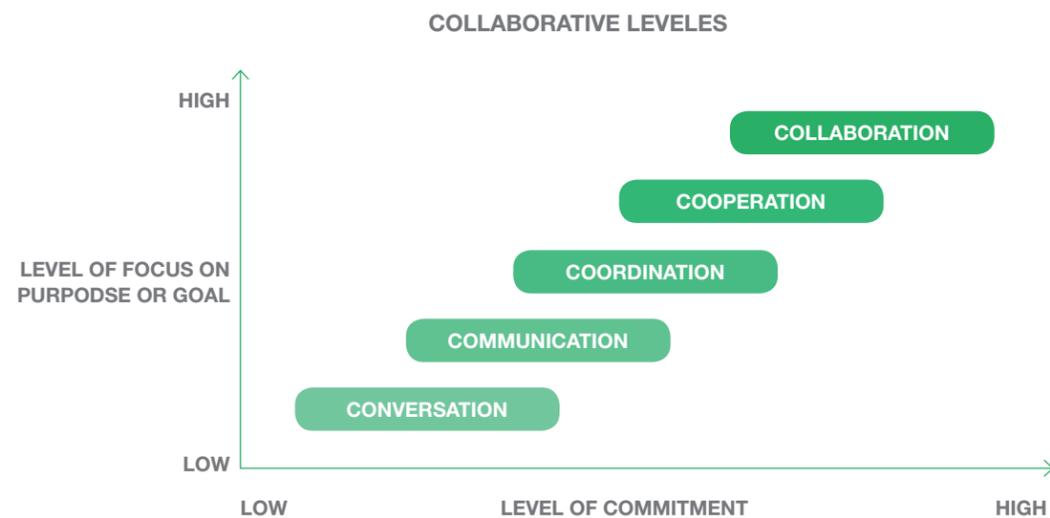


Fig. 2: Coleman, D., Starting the Collaborative Conversation. 2012.

Cuando hablamos de "Coordinación en BIM", usualmente nos referimos al proceso de detección temprana de errores de diseño e interferencias al integrar las diferentes especialidades de un proyecto a través de uno o más modelos BIM. Sin embargo, pero para que ese trabajo de equipo se lleve a cabo, se requiere que previamente entre los colaboradores se respondan preguntas como:

¿QUÉ GEOMETRÍA Y DATOS DEBEN CONTENER LOS MODELOS BIM?

¿CUÁLES SERÁN LOS NIVELES DE DETALLE?

¿CÓMO SE COMPARTIRÁN LOS MODELOS?

¿QUIÉN ES PROPIETARIO DE QUÉ?

¿QUÉ PLATAFORMA DE SOFTWARE SE UTILIZARÁ?

¿EN QUIÉN RECAEN LAS RESPONSABILIDADES?

Para tener éxito, estas respuestas requieren ser respondidas y conocidas por todos los involucrados, junto con ser gestionadas con un liderazgo claro a lo largo de todo el proceso. Por ello, la colaboración es entendida como un paso adelante de la coordinación, requiere de la participación temprana de los miembros del equipo y una comprensión detallada y compartida de las necesidades, objetivos y responsabilidades. La colaboración presenta una

serie de desafíos que se pueden abordar con un compromiso compartido de trabajar con foco hacia la calidad del proyecto que se está diseñando, construyendo y/o operando.

“El BIM tiene la gracia de romper la fragmentación en la cual ha estado basado el quehacer de nuestra industria, en donde durante mucho tiempo trabajamos en cielos estancos y temporalmente en espacios distintos. A través de esta metodología podemos generar un trabajo colaborativo, incorporar a todos los agentes de la cadena de valor del negocio en el ciclo completo del proyecto, aprovechar las experticias para construir infraestructura que es más eficiente, no solamente desde el punto de vista del diseño y la construcción, sino que también para su operación.”

Pablo Ivelic, Presidente Construye 2025 y CEO de Grupo El
<https://youtu.be/5tXGi3D4Lws>

27. Collaborative Strategies, David Coleman 2012. www.collaborate.com

3.3. La importancia de la “I” del BIM

La modelación BIM de la información de los edificios y del entorno construido, es lo que llamamos la digitalización del sector y la columna vertebral digital para la industria. No sustituye a las actividades principales de diseño, construcción y explotación, sino que las apoya, haciendo que los datos e información del proyecto sean legibles y se puedan intercambiar abiertamente por plataformas digitales. Esto es muy diferente de las tecnologías como el CAD que utilizamos actualmente, que sus capacidades se limitan sólo a la representación gráfica.

Un modelo BIM contiene información sobre diseño, construcción, logística, operación, mantenimiento, presupuestos, cronogramas, entre otros. La información contenida en los modelos BIM abre la oportunidad de obtener un análisis considerablemente más complejo que los procesos tradicionales. La información generada en cada etapa traspasa a la siguiente completando su desarrollo e incluso pudiendo ser reutilizada.



El objetivo final es el BIM colaborativo, integrar la comunicación y el intercambio de información a través de la infraestructura central del proyecto. Así podemos hablar de un espacio de conocimiento compartido del proyecto, el cual traspasa progresivamente entre fases a lo largo del ciclo de vida del proyecto, involucrando a todas las disciplinas. BIM busca garantizar que la información necesaria se cree en el formato y momento correspondiente, permitiendo una mejor toma de decisiones a lo largo del ciclo de vida de la obra construida, es así como BIM se vuelve una herramienta fundamental para la configuración y ejecución de un proyecto. En pocas palabras, BIM se trata de una mejor gestión de la información.

“Entendemos que las grandes empresas son las que van a traccionar a las pequeñas. Las pequeñas sí o sí necesitan subirse al carro de procesos más digitales, más eficiente y por supuesto también, más certeros. Creo que en esto que las empresas sean capaces de adoptar esta metodología, vamos a poder también tener una mejor construcción, mejores fuentes de datos y mejor gestión de la información, para poder tener mejores ciudades y mejores lugares para vivir”

Verónica Oyarzún, Gerente de Nuevos Negocios CTeC
<https://youtu.be/NA9vcJi9XgM>

3.4. BIM a nivel internacional y Latinoamérica

A lo largo de los últimos 10 años la metodología BIM se ha desarrollado de forma progresiva en el mundo, y muchos países han definido como objetivo prioritario el de utilizar BIM en sus administraciones públicas. Ya sea para eficientar la administración de los activos del Estado, pero también como efecto palanca de digitalización del sector construcción, ya que BIM ha demostrado tener importantes impactos en términos de reducción de costos y plazos de obras de construcción, aumento de productividad, mejora de transparencia y trazabilidad de los procesos, y operación de los activos.

A nivel mundial, Estados Unidos es pionero en la implementación de BIM, en 2009 el 49% de las empresas ya lo usaban. El gobierno francés adoptó esta metodología de manera oficial desde el 2010. En Holanda desde el 2015, el 76% de los proyectos de construcción se implementa BIM desde la fase de diseño hasta el mantenimiento. Los gobiernos de Reino Unido, Hong Kong y Corea del Sur son líderes en la ejecución de estas tecnologías con muy buenos resultados. Reino Unido, desde el 2016 con su estrategia “Construction 2025”, estableció por ley que todos los “stakeholders” de la construcción deben licitar proyectos públicos con BIM Level 2, que se caracteriza por el trabajo colaborativo.

El sector de la construcción es también de gran importancia socioeconómica en América Latina, con un aporte al PIB regional de un 6%, equivalente a USD 300,000 millones, generando alrededor de 20 millones de empleos. Sin embargo, a pesar de su importancia, éste tiene la más baja productividad, de los sectores de la economía de la región. La falta de eficiencia de los proyectos y la baja calidad de las obras, generan sobrecostos excesivos en las fases de construcción y operación y tienen un impacto negativo sobre una multitud de otros sectores económicos. Varios de los países de la región cuentan con esfuerzos BIM, pero con un alto nivel de heterogeneidad.

En ese contexto, en noviembre del 2019 se formalizó la conformación de la Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos “Red BIM GOB LATAM”, donde participan representantes del sector público de ocho países miembros: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México, y Uruguay. La Red tiene por objeto aumentar la productividad de la industria de la construcción a través de la transformación digital, acelerando los programas nacionales de implementación de BIM mediante el trabajo colaborativo que favorezca y promueva lineamientos comunes, el intercambio comercial y el conocimiento en la región. Actualmente la Red cuenta con apoyo y financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID)²⁸.



Fig. 3: Programas Nacionales de BIM de los países miembros de la RBGL, presentado en el Seminario de Implementación de BIM en Latinoamérica, Avances 202.

28. <https://redbimgoblatam.com/>

El año 2020 el BIM Forum Latam²⁹ llevó a cabo una encuesta BIM con la participación de 18 países de la región. Ésta reveló que una porción significativa de los usuarios consultados a nivel regional ha incorporado de manera reciente BIM a sus rutinas de trabajo. El 40,9% de las empresas tiene menos de dos años de experiencia, lo que evidencia el dinamismo de la nueva camada que comienza a trabajar con esta metodología. Al mismo tiempo, la región cuenta con usuarios de trayectoria significativa, lo cual se evidencia en el hecho de que un tercio de las empresas encuestadas ostenta un histórico de más de cinco años de trabajo con BIM.

Brasil y Chile son los países que concentran las empresas de mayor trayectoria en el trabajo con BIM. Junto con Uruguay, Colombia y Argentina integran el grupo de los países con empresas de mayor trayectoria, más de la mitad de los encuestados tienen al menos tres años de trabajo con BIM³⁰. promover lineamientos comunes, acelerar las iniciativas, exportar servicios facilitado por una base común.



Fig. 4: Trayectoria en el uso de BIM por país. Encuesta BIM América Latina y el Caribe 2020.

29. 15 países de la región integran el BIM Fórum Latam coordinado por el Grupo sobre BIM Específico de Trabajo (GET) de la Federación Interamericana de la Industria de la Construcción (FIIC). Encuesta desarrollada por Dodge Data & Analytics.

30. Encuesta BIM América Latina y el Caribe 2020, Laura Lacaze, BID, Encuesta desarrollada por Dodge Data & Analytics.

Este mismo instrumento, dio cuenta de que a nivel de región ocho de cada 10 empresas encuestadas (81,9%) afirmaron estar recibiendo un valor superior a los recursos invertidos para implementar BIM, mayoritariamente entre un 10% y un 50% de retorno sobre sus inversiones. Apenas un 1,3% de los encuestados perciben estar recibiendo un valor inferior al invertido. Del grupo de empresas que no han implementado BIM, estas prevén que el trabajo con BIM tendrá una importancia elevada o muy elevada en la evolución de la industria de la construcción en los próximos cinco años. Estos resultados sugieren una expansión de la penetración de BIM en la región de cara al 2025, y que su uso se transforme en un requisito para que las empresas se mantengan competitivas. Por eso, el sector de la construcción latinoamericano debe presentar estrategias para fomentar una adopción más amplia de BIM en el mercado.

“Digitalizar y adoptar BIM ha demostrado a nivel internacional, pero también a las empresas chilenas, cómo han podido ser más eficientes, reducir los sobrecostos de las obras, reducir los tiempos en los proyectos, y a las firmas que diseñan, a los especialistas, a los ingenieros, a los arquitectos, nos ha demostrado que logramos desarrollar proyectos de mucha mayor calidad, con menos interferencias, donde efectivamente el BIM permite ese trabajo colaborativo e integrado”

Carolina Briones, Directora Ejecutiva CTeC
<https://youtu.be/PsTSfC7YKPM>

3.5. Beneficios de BIM, indicadores nacionales e internacionales

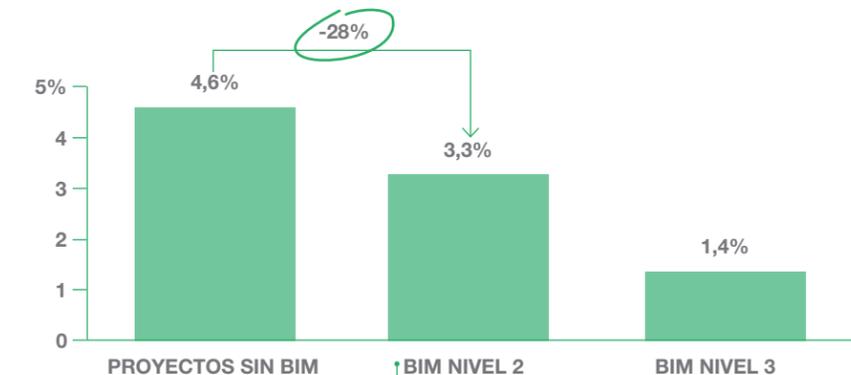
La metodología BIM trae consigo múltiples beneficios a lo largo de la cadena de valor de un proyecto y en sus diferentes etapas, ventajas que compensan con creces los riesgos y costos que pueden significar el proceso de adopción por parte de una empresa, independiente del tamaño de esta.

La evidencia internacional muestra importantes ganancias asociadas al desarrollo de proyectos utilizando BIM. En Estados Unidos, en una revisión de la adopción de BIM en el desarrollo de 32 grandes proyectos se observó que esta redujo tiempos de los proyectos en 7%, significó ahorros de 10% de costos de contrato por detección de interferencias, 40% de eliminación de cambios no presupuestados y 80% de reducción de tiempo para estimar costos³¹. En el Reino Unido, un análisis llevado a cabo por Pricewaterhouse Coopers (PwC) identifica ahorros equivalentes al 2-3% del costo total de una obra (incluyendo operación) para un proyecto residencial y uno de infraestructura, y sus respectivas comparaciones. En Singapur, la Housing and Development Board (HDB)³² encuentra hasta un 45% de ahorro en mano de obra en la preparación de planes de construcción.



En Chile, la evidencia pública sobre los efectos de BIM -ya sea sistematizada tanto por entidades públicas como por empresas privadas- es escasa pero positiva. La última Encuesta Nacional de BIM (2019)³³ muestra que las mayores ganancias de BIM se materializan en la etapa de diseño del proyecto, dada la posibilidad de corregir inconsistencias de manera previa. Asimismo, una encuesta llevada a cabo por Matrix Consulting (2020)³⁴ para obras realizadas entre 2017 y 2019 señala que un 64% de los usuarios considera que BIM aportó positivamente en la disminución de interferencias en usos de diseño de BIM, y se reporta un aumento en la productividad laboral de alrededor de un 3%. Este mismo instrumento, da cuenta del caso de una empresa nacional que logró disminuir los costos y plazos relacionados a obra, al aplicar la metodología BIM en un nivel 2 de madurez.

IMPACTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN COSTOS DE OBRAS EXTRA
Pocentaje de costo de obras extras sobre costo total de construcción



Empresa nacional evidencia una disminución promedio en los costos en obras extras del 28%

31. "Productividad en el Sector de la Construcción" Comisión Nacional de Productividad (2020); Australian Productivity Commission (2014). Public Infrastructure, Volume 2.

32. Pertenece al Ministerio de Desarrollo Nacional responsable de la vivienda pública en Singapur, y fue creada el año 1960 (www.hdb.gov.sg/cs/infoweb/about-us/research-and-innovation/construction-productivity/prefabrication-technology).

33. Realizada por la Universidad de Chile (Facultad de Arquitectura y Urbanismo). <https://bim.uchilefau.cl/>

34. Estudio de productividad: Impulsar la productividad de la industria de la Construcción en Chile a estándares mundiales. CChC y Matrix Consulting (2020).

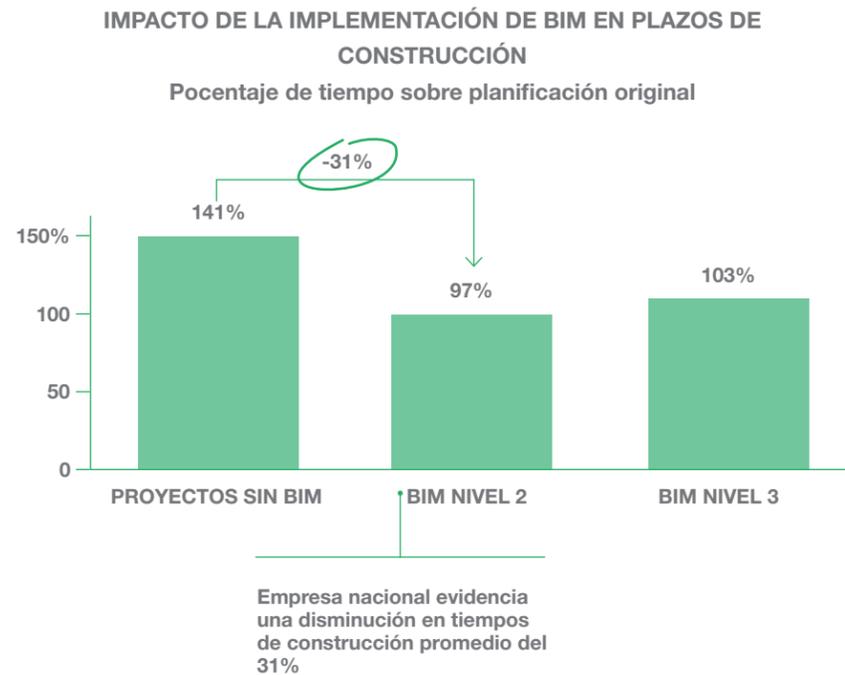


Fig. 5: Impacto de BIM en la disminución de costos y plazos, Matrix Consulting (2020).

“El beneficio va a ser muy importante y lo está siendo, porque tenemos que pasar de gestionar nuestros activos, edificaciones, e infraestructura con herramientas obsoletas a hacerlo de una forma digital. Esos beneficios se van a ir dando con el tiempo, pero principalmente apunta a que haya una disponibilidad y una integración de la información que se genera por distintos actores, que en este momento se encuentra desconectada, y al integrarla hay un aumento de valor respecto a esa información que antes no estaba disponible”.

Yerko Jeria, Coordinador de Implementación BIM Minvu
<https://youtu.be/66q2wn02R0Q>



Además de los beneficios directos, la adopción de BIM permite obtener otros beneficios como trabajo colaborativo y comunicación entre los distintos actores, generando un lenguaje común y en tiempo real; y mejoras en calidad, planificación y estimación de cantidades requeridas para la construcción a través de la integración temprana en las obras. La Corporación de Desarrollo Tecnológico de la CChC midió esta integración temprana³⁵ y estimó sus beneficios para Chile, encontrando una reducción del 5,1% del costo total del conjunto de partidas mejoradas en edificaciones en extensión, y una reducción del 4,1% del costo total del conjunto de partidas mejoradas, además de disminución en los días de construcción para ambos casos (CNP 2020).

35. CChC (2019). Impacto en la productividad de la integración temprana de las empresas de suministros en los proyectos de construcción.

04. Visión de BIM para Chile

4.1. Adopción de BIM por parte de países referentes

El mercado de BIM a nivel internacional se valoró en USD 5.400 millones en 2020 y se prevé que se duplique al 2026, con un crecimiento proyectado de una tasa CAGR del 12,5% durante el período de pronóstico³⁶. Este crecimiento se debe a múltiples factores como: la creciente adopción del trabajo remoto debido a COVID-19; el rápido aumento de la urbanización a nivel mundial; los amplios beneficios de BIM logrados por la industria de la construcción y las crecientes iniciativas gubernamentales para la adopción de BIM, que están contribuyendo al crecimiento de este mercado. Junto con ello, han favorecido la tendencia creciente de uso de tecnologías IoT en el sector de la construcción, la promoción al desarrollo de gemelos digitales y el enfoque que han tenido las empresas e instituciones en alinearse a los estándares como la ISO 19.650, que han propiciado una oportunidad de crecimiento para los actores del mercado.

36. Building Information Modeling Market by Deployment Type (On Premises, Cloud), Offering Type, Project Lifecycle (Preconstruction, Construction, Operation), Application, End user, & Region (2020-2026). <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/building-information-modeling-market-95037387.html>

Este crecimiento del mercado, se ha reflejado en las tasas de adopción de BIM de países que han liderado su implementación. En el caso de Reino Unido, el año 2012³⁷ presentaba un porcentaje de adopción cercano a un 30% (número similar a la realidad chilena este 2022). La curva de adaptación llega a su nivel más alto en 2018 -6 años después de la primera medición- con una tasa de crecimiento de 10% (CARG) acelerada a partir del 2016 al ponerse en vigencia el mandato BIM desde el sector público. En la actualidad, 6 años posterior a la puesta en vigencia de dicho mandato, Reino Unido presenta niveles de adopción cercanos al 70%.

BIM ADOPTION OVER TIME

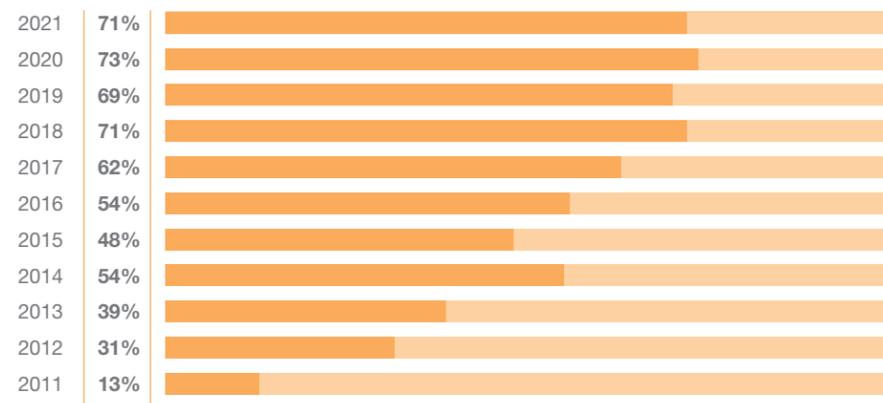


Fig. 6: Evolución de la adopción BIM en Reino Unido, NBS DIGITAL CONSTRUCTION REPORT 2021

Además, otro estudio llevado a cabo en Reino Unido revela que el 30% de las empresas que no han dado el salto al BIM, compone un grupo que está principalmente compuesto por subcontratistas 39%, topógrafos 33%, cost consultants 41% y dentro de los cuales en su gran mayoría pertenecen a empresas medianas y pequeñas; 63% equivalen a empresas de entre 0-9 empleados; y un 43% a empresas de entre 10-49 respectivamente³⁸.

37. Evolución de la adopción BIM en Reino Unido, NBS DIGITAL CONSTRUCTION REPORT 2021

38. UKBIM A State of the Nation Survey Report 2021 Azul: BIM implementado, verde: concienciado, pero no implementado, rojo: no concienciado.

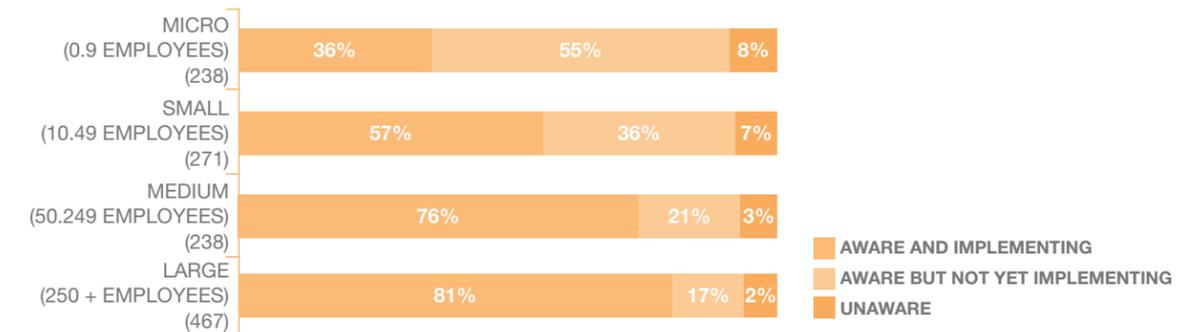


Fig. 7: UKBIM A State of the Nation Survey Report 2021 Azul: BIM implementado, verde: concienciado, pero no implementado, rojo: no concienciado

En el caso de Nueva Zelanda, la industria ha transitado por el camino de BIM mostrando índices favorables de uso de BIM en los proyectos, partiendo con un 34% el año 2014 y tardando 6 años para acercarse a valores cercanos al 70%, con una tasa de crecimiento anual de un 9,8% (CAGR)³⁹. Este esfuerzo se debe en parte a la creación de un comité intersectorial, el “BIM Acceleration Committee” que ha llevado a cabo múltiples acciones para promover su adopción, dentro de ellas destaca la creación de un “BIM Handbook” que guía el proceso de implementación, junto a un repositorio web, que alberga gran parte de las plantillas y documentos de estandarización necesarios para el desarrollo de proyectos con BIM⁴⁰.

% OF PROJECTS USING BIM OVER TIME

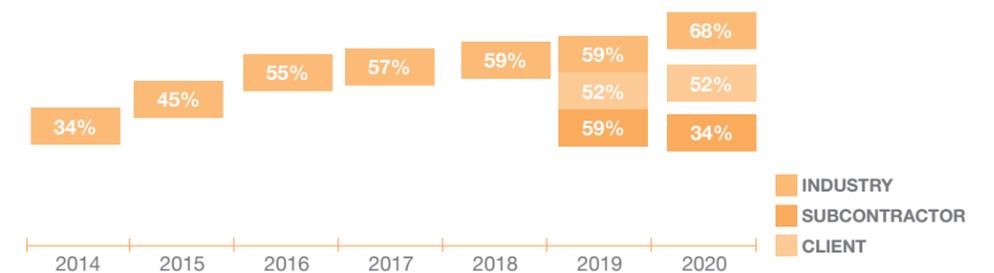


Fig. 8: Porcentaje de proyectos que usan BIM a lo largo de los años en Nueva Zelanda.

39. BIM in New Zealand — an industry-wide view 2021: Baseline information on the use of BIM across the New Zealand construction industry

40. www.biminz.co.nz/nz-bim-handbook#v3-appendix-A

Una perspectiva más global nos entrega el informe de la CNP (2020), que grafica los niveles de adopción de Chile en relación a otros países. Aun cuando en los países señalados la implementación de BIM ha iniciado con años de anticipación al caso Chileno (Estados Unidos en 2003, Alemania en 2015), esta comparación es relevante como antecedente de brecha y tasa de aceleración en la adopción.

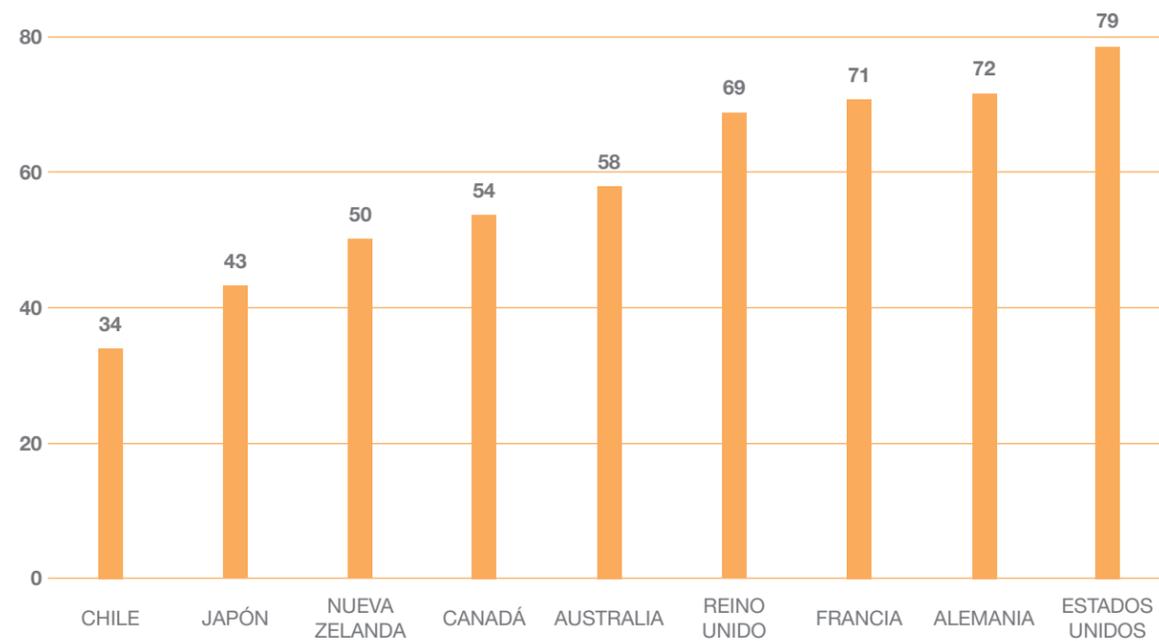


Fig. 9: Informe CNP (2020) sobre Porcentaje de usuarios regulares en la industria de la construcción (2019)

Este mismo informe, alerta que la implementación de BIM en Chile en comparación con los otros países estudiados, aún se encuentra en un nivel bajo, a pesar de la existencia de iniciativas institucionales que fomentan su adopción, como Planbim de Corfo, BIM Forum, gremios profesionales entre otras instituciones, lo que no resulta claro de explicar, ya que la evidencia presentada respecto de los beneficios de utilizar BIM es categórica en cuanto a sus positivos efectos.

4.2. Nivel de adopción de BIM en Chile

Durante enero del presente año, en el marco de este estudio y con apoyo del Consejo de Productividad de la CChC junto al Eje de Ecosistemas Digitales, se llevó a cabo una encuesta a empresas socias y no socias de la CChC, con tres objetivos en mira: (1) dimensionar a modo general, el estado actual de la adopción de BIM principalmente por parte del sector privado de la industria, (2) reconocer los obstáculos y dificultades que están teniendo las empresas en el proceso de adopción de BIM y aquellas barreras que definitivamente frenan o hacen que una empresa postergue dicha transición, y (3) identificar casos de éxito de PyMEs que puedan ser reconocidas como casos de éxito de sus pares nacionales.

El período de recepción de respuestas se realizó desde el 7 hasta el 23 de enero de 2022. Se recibieron 302 encuestas con 271 respuestas válidas, con la siguiente distribución según rubro o principal actividad del respondiente: arquitectura 29,8%, construcción 40,11%, inmobiliaria 21,2%, especialidades 4,3%, fuera de universo e inválidas 4,59%.

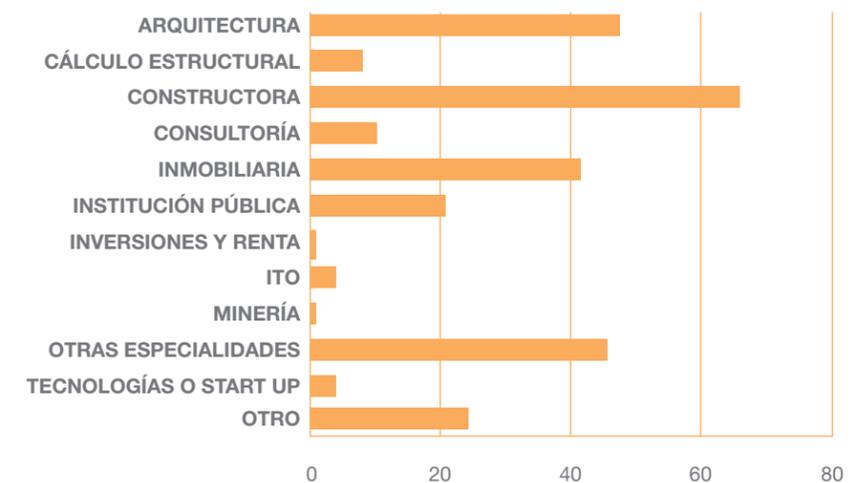


Fig. 10: Clasificación del tipo de empresa según rubro. N:271

El mayor porcentaje de respuestas (36,1%) se obtuvo de parte de empresas de mayor tamaño, con más de 200 empleados, y de micro empresas con un 34,4% de representatividad. Destacan con mayor participación según rubro, las empresas constructoras, oficinas de arquitectura e inmobiliarias.

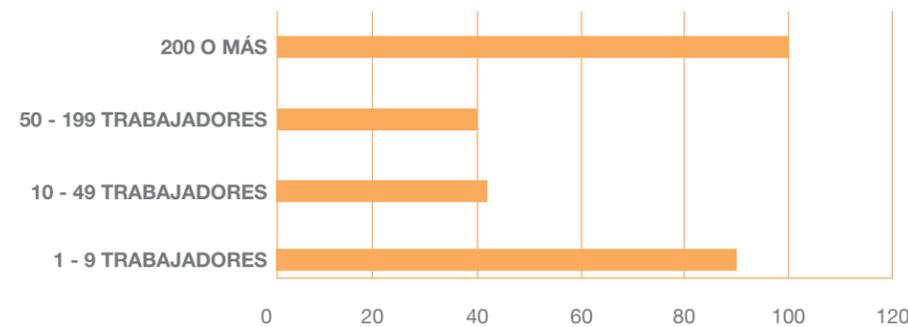


Fig. 11: Clasificación del tipo de empresa según número de trabajadores. N:271

Esta encuesta ratificó el porcentaje de adopción de BIM en Chile declarado por otros estudios previos, que a modo general divide a los usuarios y no usuarios de BIM en tres porciones. Un tercio de las empresas en Chile declaran ser usuarios regulares de BIM, otro tercio ser usuarios esporádicos o que han usado de manera puntual BIM, y otro tercio que no conoce la metodología o bien ha decidido postergar su adopción.



Fig. 12: Clasificación según pregunta: ¿Actualmente, se aplica BIM en su empresa? N:271

Otro estudio que nos da una radiografía del sector construcción en cuanto a procesos de digitalización, es el Índice de Transformación Digital para el sector Construcción (ITD_C, 2021)⁴¹ el cual también pone en evidencia el bajo nivel de uso de herramientas tecnológicas o softwares especializados para tareas del sector, como para tareas de estudio y planificación (35%), ERP (35%) o el mismo BIM, donde solo 3 de cada 10 empresas declaran haber incorporado la metodología en sus actividades o procesos.

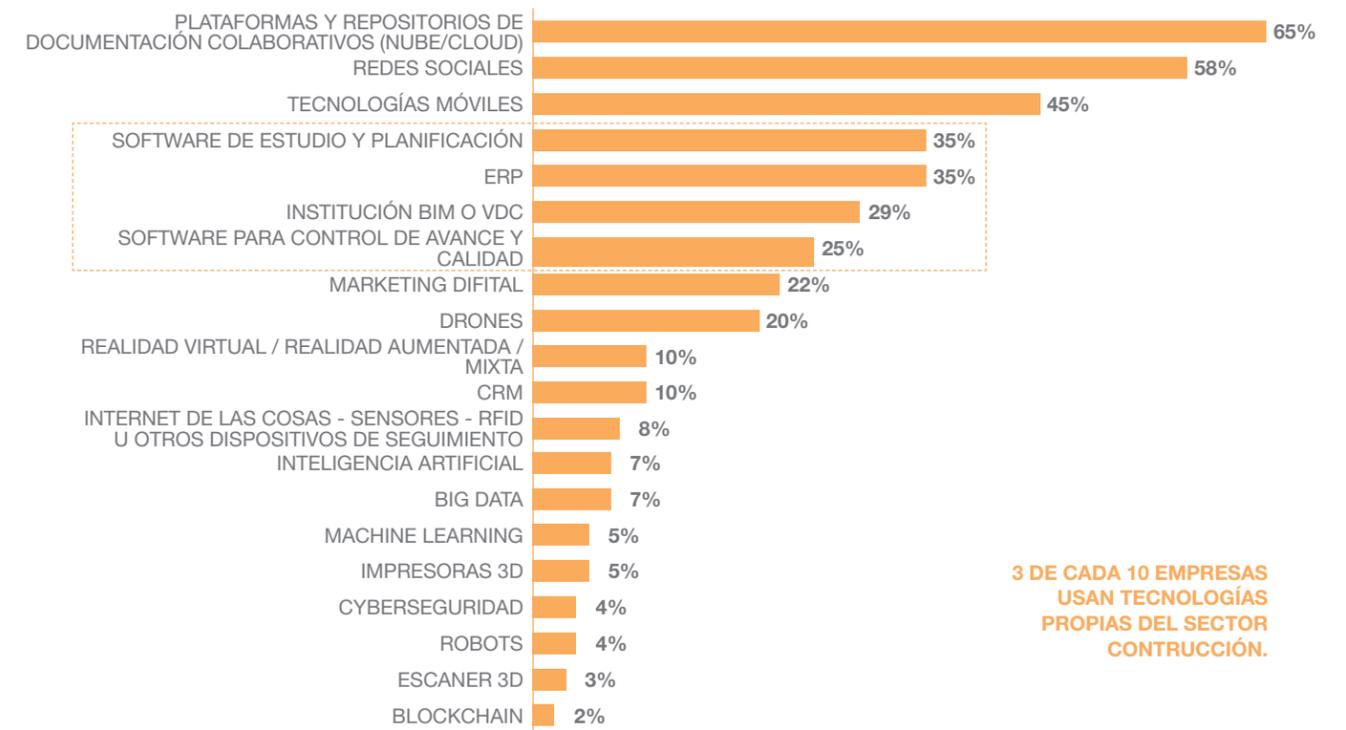


Fig. 13: Índice de Transformación Digital Construcción (2021) desarrollado por PMG Bussines Improvement

41. Índice de Transformación Digital Construcción desarrollado por PMG Bussines Improvement

En el ITC_C se puede apreciar que el 29% de las firmas declara usar BIM en el desarrollo de sus proyectos, 39% de ellas pertenecen al segmento de grandes empresas, dejando rezagadas a las Pymes y Microempresas que conforman más del 95% del parque nacional. Destaca significativamente el avance que han tenido las empresas en adoptar BIM en proyectos de Edificación en Altura (41%), especialmente en lo relacionado al Uso BIM de coordinación de especialidades.

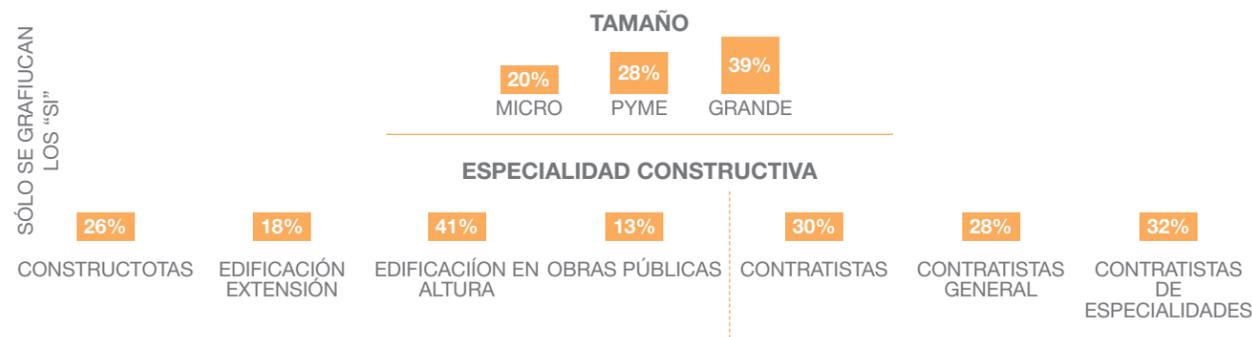
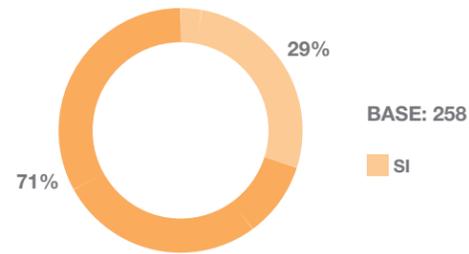
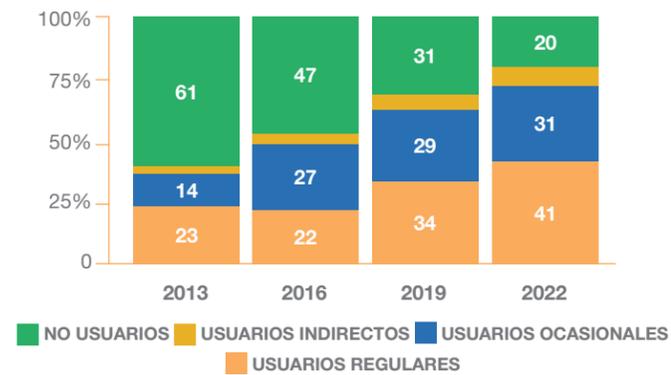


Fig. 14: Índice de Transformación Digital Construcción (2021) desarrollado por PMG Bussines Improvement

Por otra parte, el estudio desarrollado por Matrix Consulting para la CChC (2020)⁴² se basó en las tres Encuestas Nacionales BIM desarrolladas por la Universidad de Chile los años 2013, 2016 y 2019, las que también dan cuenta de la división en tercios en que se enmarca el sector en cuanto a la adopción de BIM por parte de las empresas nacionales en el último periodo de evaluación. Estos datos, ponen en evidencia una aceleración en la adopción generada en los últimos años, con una tasa de crecimiento anual de un 6,7% (CAGR), la que si bien, aún está por debajo del promedio de países desarrollados, todavía puede tender a aumentar en esta primera etapa de adopción antes de estancarse.

42. Estudio de productividad: Impulsar la productividad de la industria de la Construcción en Chile a estándares mundiales. CChC y Matrix Consulting (2020)

NIVEL DE ADOPCIÓN DE BIM EN CHILE
Porcentaje de respuestas según intensidad de uso



TASA DE CRECIMIENTO DE PENETRACIÓN DE BIM (2013 - 2019)

PAÍS	CAGR (%)
CHILE	6,7%
REINO UNIDO	10,0%
NUEVA ZELANDA	9,6%

Fig. 15: Informe nacional de BIM 2019, Universidad de Chile; NBS National CIM report 2019; BIM in New Zealand 2019; BIM Acceleration Committee; Analysis Matrix Consulting

En la última encuesta de evaluación BIM entregada a fines del 2022 la tasa de adopción llegó al 41%, muy en línea con las proyecciones del año 2019. Según la proyección de la tasa CAGR mencionada anteriormente, los porcentajes de implementación considerados como adopción plena por el sector por sobre el 70% como los países de referencia podría llegar al año 2031.

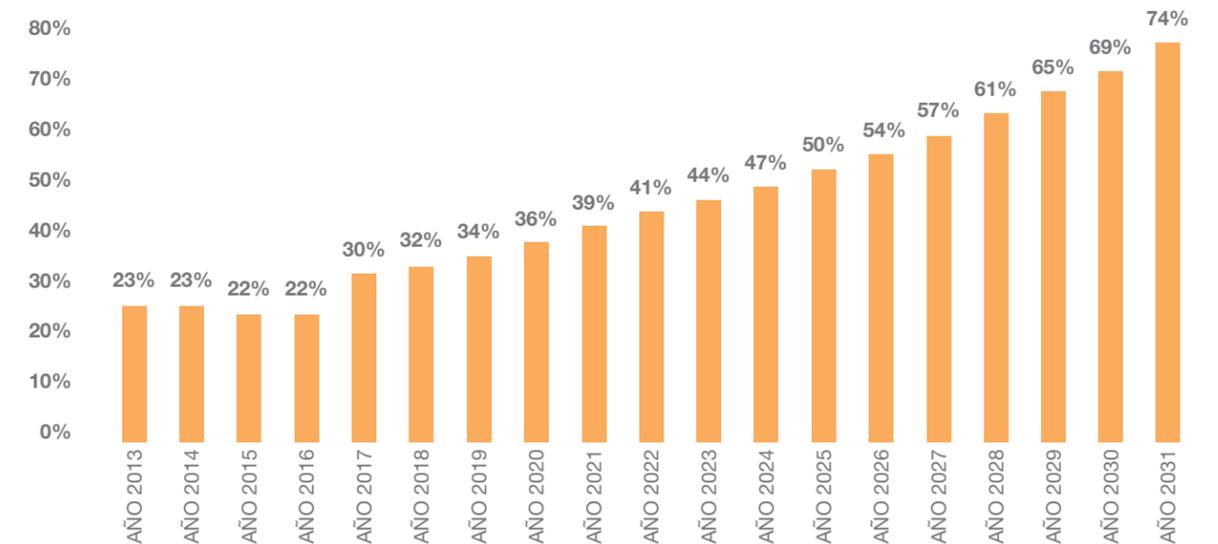


Fig. 16: Proyección de la adopción de BIM en Chile, según 6,7 %CAGR de informe Matrix Consulting (2020) Elaboración propia.

La declaración del Mandato BIM al año 2002 difundido por Planbim de Corfo⁴³ y el teletrabajo condicionado por la pandemia, pudiesen ser factores palancas para acelerar la tasa de adopción de BIM por parte de las empresas. En los últimos años, algunas instituciones públicas como MOP, MINVU, MINSAL, Min de Educación, entre otras, han realizado solicitudes de BIM de manera progresiva en los bases de licitaciones de los proyectos. El Primer Reporte del Observatorio BIM (2022)⁴⁴ lanzado recientemente por Planbim de Corfo, informa que el 6,6% de las licitaciones públicas han solicitado BIM, con un impacto importante en el porcentaje de inversión, llegando a un 69,9% de la inversión entre los años 2013 y 2020.

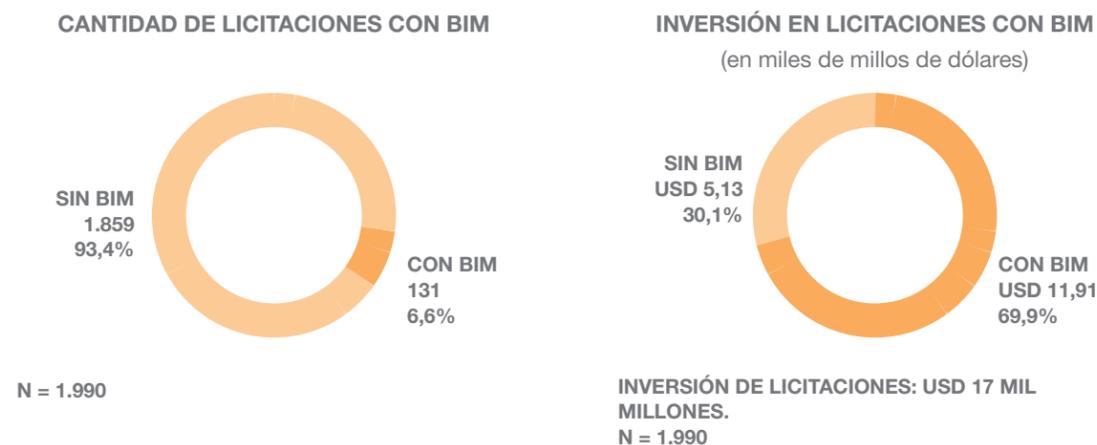
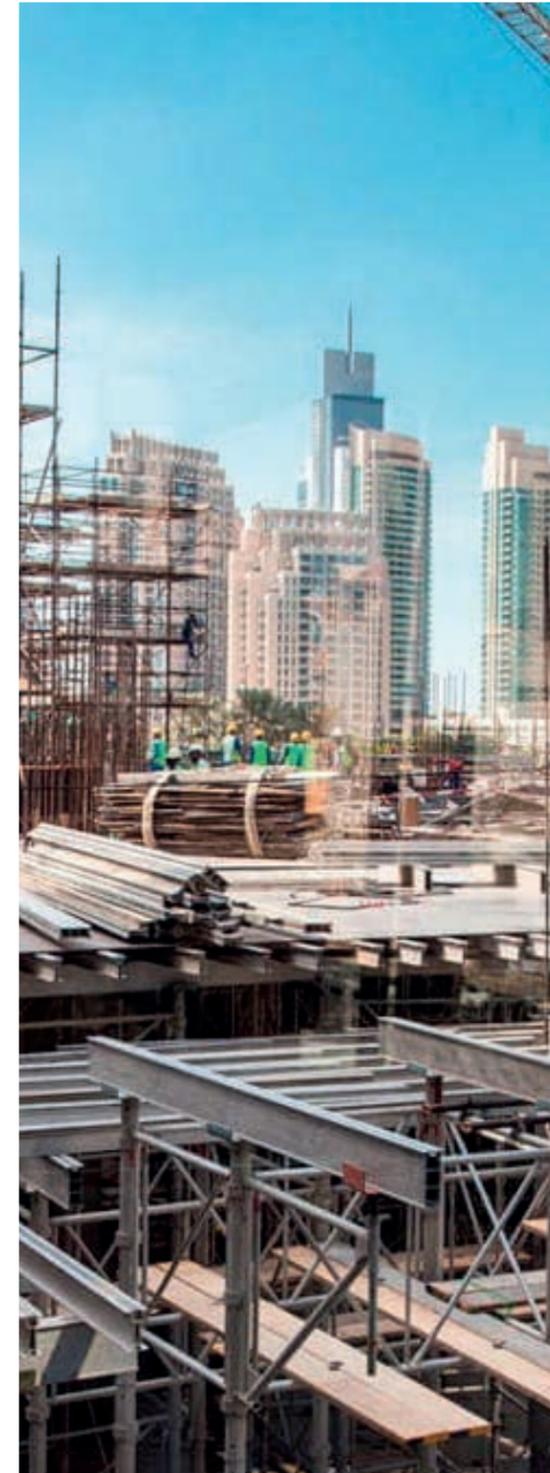


Fig. 17: Cantidad de licitaciones públicas con BIM y cantidad de inversión, Planbim de Corfo (2022)

Sin embargo, aún no sabemos si estos esfuerzos se van a reflejar en un aumento considerable de la tasa CAGR de adopción, ya que, al no existir un mandato, decreto de ley o norma documentada, el mensaje del valor de BIM por parte del sector público no ha llegado con toda claridad ni sentido de urgencia hacia los contratistas ni el sector privado. Esto hace que, por una parte, no sea posible estimar el crecimiento de dicha demanda por parte del Estado -al no existir declaraciones formales por parte de estas instituciones-, ni que el sector privado perciba el apremio de la adopción de BIM, sino más bien, aún genera ciertas incertidumbres y percepción de riesgo.

43. <https://construye2025.cl/plan-bim-6/>

44. Planbim Corfo (2022). "Primer Reporte del Observatorio BIM: Estudio de Licitaciones Públicas con BIM en Chile 2013-2022" Versión 1.0, abril, Santiago, Chile.



4.3. El valor de capturar una mayor madurez digital

Como se ha descrito en los capítulos anteriores, los modelos BIM son importantes, pero no son el principio ni el final de esta cuarta revolución, lo importante son los datos para proporcionar información de calidad que apoye una mejor toma de decisión por aquellos que deben desarrollar, operar, mantener y utilizar la infraestructura y los servicios que prestan a los ciudadanos. Permiten llevar a cabo un análisis significativo a través de una selección más amplia de información, en lugar de tomar decisiones basadas en conjeturas.

Si bien la metodología BIM como la conocemos hasta ahora, ha ayudado y continúa aportando a evolucionar y cambiar la industria de la construcción, el próximo gran paso será aprovechar la captura de data instantánea por medio de la automatización, el IoT y la telemetría. La retroalimentación en tiempo real sobre el desempeño de estructuras como puentes y túneles, sobre el desempeño energético de edificios, o sobre el uso y alertas en los espacios públicos, permite a los tomadores de decisión avanzar hacia lo que se ha denominado el Better Information Management BIM (mejor gestión de la información).

Países como Reino Unido que han superado el 70% de adopción de BIM por parte de la industria, han madurado su capacidad digital y han avanzado hacia un nuevo norte. Por medio del trabajo realizado por el Centre for Digital Built Britain (CDBB) y el programa "National Digital Twin Programme"⁴⁵, que investiga y promueve la innovación en

45. El programa National Digital Twin está financiado por la Universidad de Cambridge y el Departamento de Estrategia Comercial, Energética e Industrial a través de InnovateUK, parte de UK Research & Innovación.

torno al desarrollo de los gemelos digitales, han publicado el año 2020 un documento denominado “Marco de referencia hacia el camino de la Gestión de la información”⁴⁶. En él, se declaran los próximos pasos de la estrategia de digitalización del gobierno británico, o lo que anteriormente se denominada BIM Level 3, y que hoy se proyecta hacia el Gemelo Digital Nacional (National Digital Twin_NDT).

Por medio de este marco de referencia, se entregan los lineamientos para el desarrollo de edificación e infraestructura pública, que se ajusten a un estándar de información digital e interoperabilidad. Se ha planificado que el NDT no sea un gran modelo único de todo el entorno construido y natural. En su lugar, consistirá en múltiples gemelos digitales integrados de forma segura y datos compartidos apropiadamente, usando protocolos y formatos integrados.

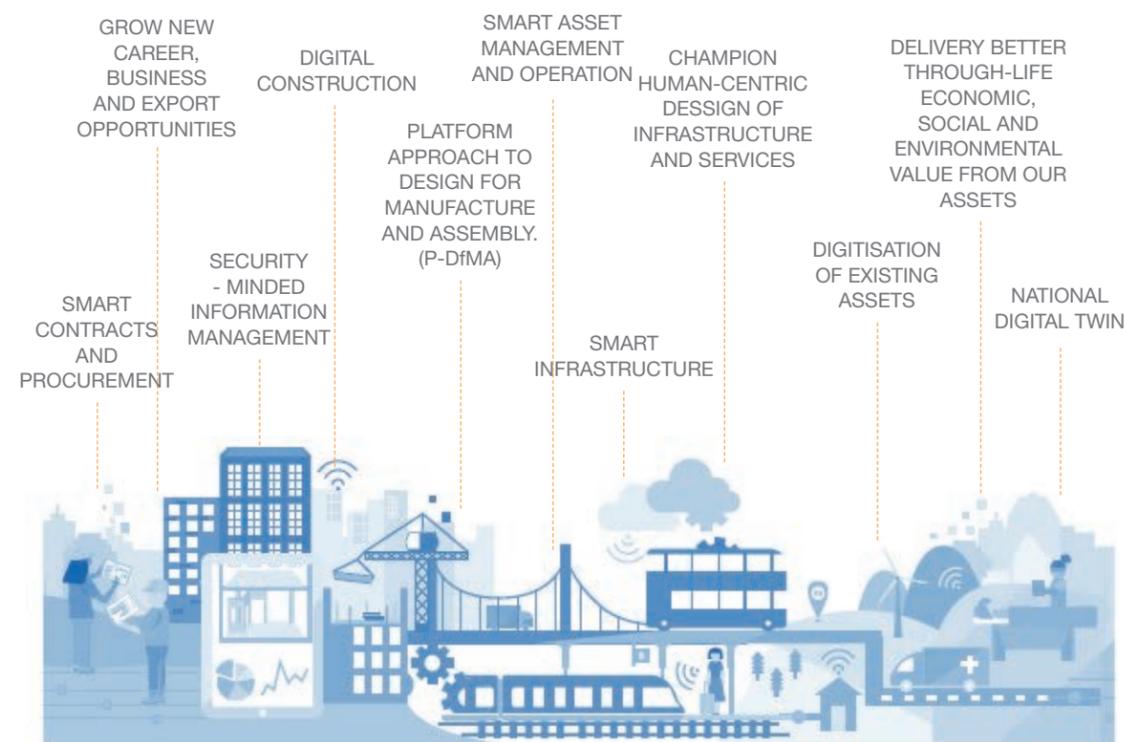


Fig. 18: Visión sobre el National Digital Twin (NDT) del Centre of Digital Built Britain (2020)

46. Hetherington, J., & West, M. (2020). The pathway towards an Information Management Framework - A 'Commons' for Digital Built Britain. doi.org/10.17863/CAM.52659

Para el equipo de la CDBB, este trabajo es la piedra inicial que promoverá la evolución de un mercado de nuevos servicios y oportunidades de negocios relacionados con los gemelos digitales, que permitan métodos más eficaces de gestionar los modelos BIM y los datos que se generen para uso de bien⁴⁷ público. Esto ayudará a movilizar una cultura hacia la gestión de la información, que la entienda como un activo valioso. Y también se busca apoyar a los colaboradores, instituciones y empresas a explotar todo el potencial comercial y oportunidades que esta nueva generación de gemelos digitales traerá para el sector de la construcción y otras industrias.

4.4. Metas de adopción de BIM para Chile

Para que la industria nacional logre capturar los beneficios de BIM por parte de toda la cadena de valor, y rompa el estancamiento en productividad que ha desgastado al sector durante la última década, es necesario que el ecosistema por completo -instituciones públicas, grandes empresas y PyMEs- avancen a mayores niveles de digitalización y tecnificación. Según datos del SII⁴⁸, las empresas del rubro construcción -por actividad económica- suman aproximadamente unas 36.000, de las cuales menos del 5% corresponden a grandes empresas y aproximadamente el 50% a microempresas.

Si consideramos que al año 2019 un tercio de ellas declaraban haber adoptado BIM, podemos estimar que, de mantenerse la tasa CAGR al 6,7%, las 24.000 empresas restantes podrían llegar a ser usuarias de BIM de aquí al 2037, o bien, que a 10 años más se pudiese proyectar el peak en la curva de adopción con un 70% de las empresas como usuarios regulares de BIM, antes de comenzar la siguiente etapa de estancamiento. Dejando a la industria de la construcción bastante rezaga en cuanto a digitalización, siendo otra vez un actor pasivo con rol de espectador, en esta cuarta revolución.

47. Hetherington, J., & West, M. (2020). The pathway towards an Information Management Framework. HM Government. (2020). The Construction Playbook - Government Guidance.

48. Elaboración a partir de información de SII (2017)

CANTIDAD DE EMPRESAS DEL RUBRO CONSTRUCCIÓN POR TAMAÑO

TAMAÑO	CANTIDAD DE EMPRESAS	% PARTICIPACIÓN
MICRO	18.824	51,9%
PEQUEÑA	13.360	36,8%
MEDIANA	2746	7,6%
GRAN EMPRESA	1374	3,8%
TOTAL	36.304	100,0%

+95%

Fig. 19: Tabla de cantidad de empresas según rubro de construcción, SII 2017.

Paralelo a ello, la iniciativa DOM en Línea liderada por MINVU⁴⁹ que también fomenta la digitalización y eficiencia del sector, proporciona una plataforma digital web a través de la cual la ciudadanía puede realizar en forma remota 80 trámites ante las Direcciones de Obras Municipales (DOM), que simplifica y optimiza los tiempos de la realización de trámites. Para el año 2025, se está trabajando junto a Planbim de Corfo en implementar BIM en la plataforma DOM en Línea, para agilizar y transparentar la tramitación de los Permisos de Edificación, al utilizar la información contenida en los modelos BIM se podrá comprobar de manera automatizada si los proyectos cumplen las normas urbanísticas u otras.⁵⁰

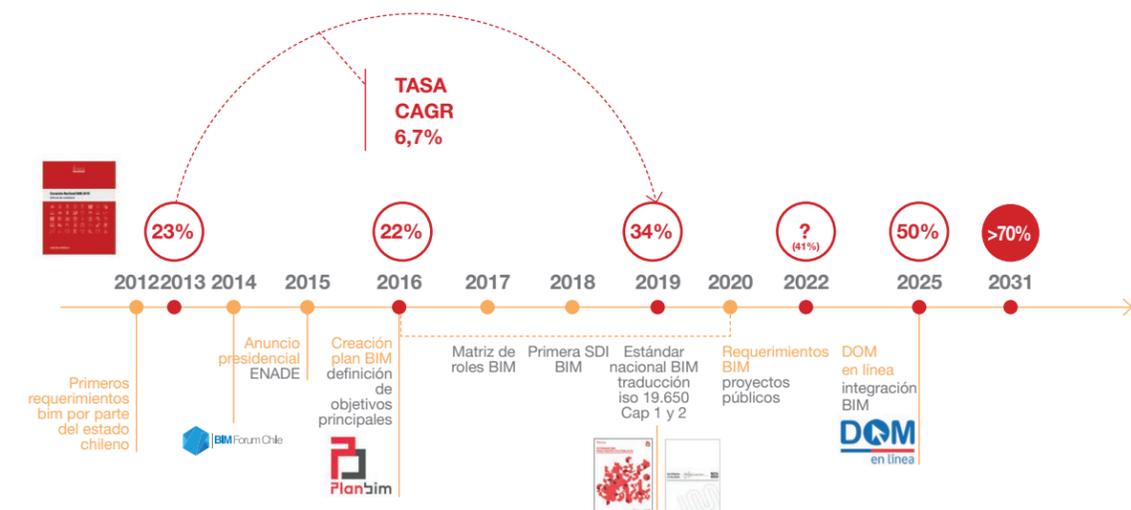


Fig. 20: Línea de tiempo de la adopción de BIM en Chile y la proyección de crecimiento al 2031.

49. <https://domenlinea.minvu.cl/>

50. www.youtube.com/watch?v=jLJhfuRRf6M

Dicha exigencia será otro factor más, para que gran parte del ecosistema del sector construcción tienda a dar el salto hacia la industria 4.0, adquiera las capacidades digitales y transite hacia el cambio cultural, sin esperar hasta el año 2030. Para ello, es imperioso incrementar los indicadores de adopción de BIM por parte de las empresas chilenas, sobre todo por parte de las PyMEs y micro empresas, que hoy son las más rezagadas. Por ello, se propone incrementar la tasa de adopción de BIM en dos puntos, que salte de un 6,7% a un 8,7% CAGR -sin llegar necesariamente a los niveles de los países desarrollados ~10%- , y así alcanzar el nivel de madurez por sobre un 70% de las empresas como usuarias regulares de BIM al año 2028. En términos de cantidad de empresas, esto equivale a sumar en los próximos 6 años a 14.400 empresas aproximadamente, y así transitar hacia el entendimiento de BIM como “Better Information Management”.

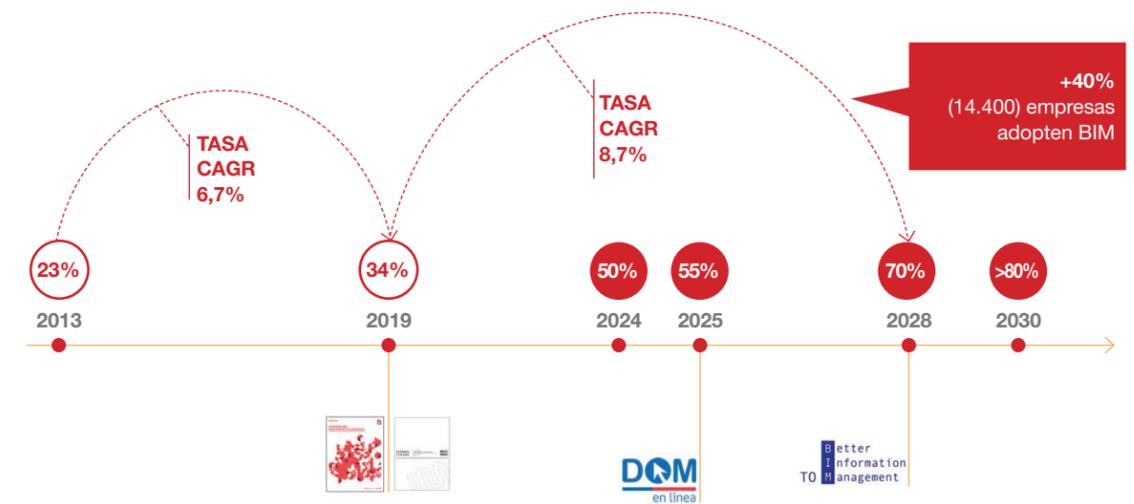


Fig. 21: Línea de tiempo de la adopción de BIM en Chile y el incremento de la tasa CAGR al 8,7%

Para consensuar esta visión de BIM para Chile, durante abril de 2022, en el marco del Seminario “Transformación Digital más allá de la tecnología” organizado por Planbim junto a la CChC, se llevó a cabo un taller con representantes de los diferentes sectores de la industria. Instancia en la que se definieron las metas de adopción de BIM, los alcances y las diversas acciones que serán necesarias llevar a cabo por parte de las diferentes instituciones y gremios que conforman actualmente el ecosistema de la construcción a nivel nacional, con el objetivo común de acelerar el índice de adopción actual y fomentar la digitalización del sector.



Fig. 22: Fotografía con representantes multisectoriales en Taller “Acciones estratégicas para la adopción de BIM” abril, 2022

Se ha consensado que se deben desarrollar diversos mecanismos y acciones de fomento que permitan incrementar la tasa de adopción a un 8.7% CAGR anual. Esto permitirá que para el año 2025 el 55% de las empresas hayan adoptado BIM como usuarios regulares y llegar al 70% de ellas para el año 2028.

Para el 2025, alcanzando un 55% se propone avanzar en la madurez BIM del ecosistema nacional, poniendo hincapié en los siguientes puntos:

- Gestión integrada de la información de los modelos BIM desde las diferentes especialidades, por medio de plataformas colaborativas.
- BIM en Obra.
- Contratos Colaborativos, IPD, Performance Base Contract.
- BIM en Especialidades.
- BIM para la Industrialización.
- BIM estandarizado en licitaciones públicas.

Para el 2028, alcanzando un 70% se propone avanzar en la madurez BIM del ecosistema nacional, poniendo hincapié en los siguientes puntos:

- Gestión integrada de la información de los proyectos para la etapa de operación y mantenimiento.
- Integración de todos los actores en entornos colaborativos.
- Sistema de Clasificación y Gobernanza de Datos integrada por parte del Estado.
- Tramitaciones sin papel.



Fig. 23: Metas BIM para Chile 2025 y 2028

4.5. Barreras de adopción de BIM a nivel internacional

Implementar BIM en proyectos de construcción es un desafío y muchas empresas postergan dicha decisión debido a una lata percepción de riesgo. Estudios dan cuenta de obstáculos identificados por empresas y profesionales en diversos países⁵¹, que de forma general se puede afirmar que: la resistencia cultural a BIM, los elevados costes de adquisición de la tecnología BIM, la falta de formación, la poca colaboración entre las partes interesadas, la falta de protocolos BIM, los problemas organizativos y la falta de apoyo gubernamental, pueden considerarse barreras comunes en países analizados. Aun así, adoptar BIM conlleva diferentes problemas que son específicos de cada país y esto se explica porque cada país tiene diferentes entornos socioculturales, económicos y regulatorios como lo muestra la siguiente tabla:

PRINCIPALES BARRERAS BIM	REFERENCIAS	PAÍS
Complejidad del software BIM Problemas relacionados con el tecnicismo y el desarrollo tecnológico Problemas organizativos y de gestión recursos económicos limitados para inversiones relacionadas con bim Proyectos BIM no están adecuadamente estandarizados en forma y contenido	(Von Both, 2012)	Alemania
Falta de compromiso de la alta dirección Falta de conciencia y conocimiento Falta de colaboración Problemas culturales y humanos Problemas de interoperabilidad entre software	(Piroozfar et al., 2019)	Singapur
Falta de formación debido a la falta de voluntad de la alta dirección BIM Adecuar la estructuración organizativa a BIM Falta de voluntad para adoptar nuevos métodos, sistemas y tecnologías innovadoras Problemas de competencia técnica	(Shen, Edirisinghe y Yang, 2016)	Singapur
Diseño del proyecto complejo e incompleto Falta de colaboración entre contratistas y profesionales en la fase de diseño Falta de estándares BIM Falta de conocimiento sobre BIM Mala comunicación entre las partes interesadas del proyecto	(Mehran, 2016)	Emiratos Árabes Unidos

PRINCIPALES BARRERAS BIM	REFERENCIAS	PAÍS
Falta de actitud de la alta dirección para el cambio Desconocimiento de las aplicaciones de BIM en construcción	(Memon et al., 2014)	Malasia
Mala comunicación y coordinación entre las partes interesadas Pocas habilidades de gestión de proyecto Diseño constructivo BIM complejo Problemas relacionados con el equipo y los procesos	(Saka y Chan, 2019)	Uganda
Pocos estándares gubernamentales Poca formación Alto coste de formación Complejidad del proyecto Aspectos legales de responsabilidad por fallos en la implementación de BIM Método de entrega del proyecto no especificado, problemas posibles de licencia Problemas de propiedad intelectual	(Andreas, Van Toy & Adrian Ahmed, 2020)	Irak
Elevados costes de adquisición de tecnología, resistencia directiva al cambio Falta de apoyo gubernamental Falta de incentivos a la adopción BIM	(Firas Alsaeedi, Jessam Lafta y Ahmed, 2020)	Irak
No llevar a cabo BIM como metodología de trabajo y proceso Falta de profesionales capacitados BIM Falta de tecnología digital en el sector Resistencia de la cultura laboral en la adopción de nuevas tecnologías Elevada inversión en formación y adquisición de hardware y software	(Arrotéia, Freitas y Melhado, 2021)	Brasil
Falta de regulación gubernamental sobre BIM Falta de seminarios sobre nuevas tecnologías como BIM por parte de las organizaciones Adaptar estructura organizativa para la adopción BIM Pocos profesionales BIM	(Farooq et al., 2020)	Pakistán

Fig. 24: Barreras BIM por países. "Analysis of barriers against the adoption of BIM technology".

A modo de ejemplo, la experiencia en Nueva Zelanda ha dejado ver que las barreras de adopción se van modificando en el tiempo, y que éstas se han vuelto más matizadas durante los últimos ocho años. En 2014 los temas críticos enfrentados como barreras para la adopción de BIM fueron:

- Los clientes no necesariamente ven el valor de BIM
- No se considera BIM dentro de los requerimientos de proyectos
- Altos costo de inversión iniciales
- Falta de conocimiento y experiencia en explotar todo el potencial de BIM.

51. 25th International Congress on Project Management and Engineering. (2021). Análisis de las Barreras de la Adopción Tecnológica BIM en la fase de diseño de Proyectos en España. Universitat Politècnica de València

En 2021, Nueva Zelanda que ha alcanzado un elevado nivel de adopción de BIM -por sobre el ~70% de los proyectos se desarrollan en BIM-, el principal problema es la falta de alineación en toda la industria. La industria comenta que los clientes carecen de preparación, alineación y conocimiento profundo en torno a BIM. Los subcontratistas están de acuerdo en la falta de alineación, que para ellos significa modelos BIM pobres de información. Para los clientes, esa falta de alineación surge con un desajuste en capacidad interna y externa y preparación de BIM por parte de la fuerza laboral, así como la dificultad de comunicar los beneficios de BIM por parte de las instituciones y los tomadores de decisiones⁵².

En Latinoamérica, la encuesta desarrollada por el BIM Forum Latam (2020)⁵³ reveló que ocho de cada 10 empresas que no han adoptado BIM tienen una visión positiva, lo que evidencia el potencial para una mayor implementación en la región. Uno de los argumentos con mayor peso a la hora de no adoptar BIM es la falta de demanda suficiente por parte de clientes u otras empresas. Los no usuarios participantes de la encuesta también destacan que es difícil encontrar talentos locales que manejen sistemas BIM y que la oferta de capacitación para solucionar esta brecha es insuficiente.



Fig. 25: Principales motivos para no implementar BIM

La mayoría de las empresas no usuarias encuestadas prevén que el trabajo con BIM tendrá una importancia elevada o muy elevada en la evolución de la industria de la construcción en los próximos cinco años. Estos resultados sugieren una expansión de la penetración en la región durante los próximos años, ya que la mayoría de los países presentan una percepción positiva de BIM. Desafortunadamente, Chile pertenece al conjunto de países, donde existe un porcentaje de empresas que proyectan una actitud más bien negativa.

52. Jon Williams: BIM Acceleration Committee. (s.f.). Collaborating with BIM.

53. Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). Encuesta BIM América Latina y El Caribe 2020.

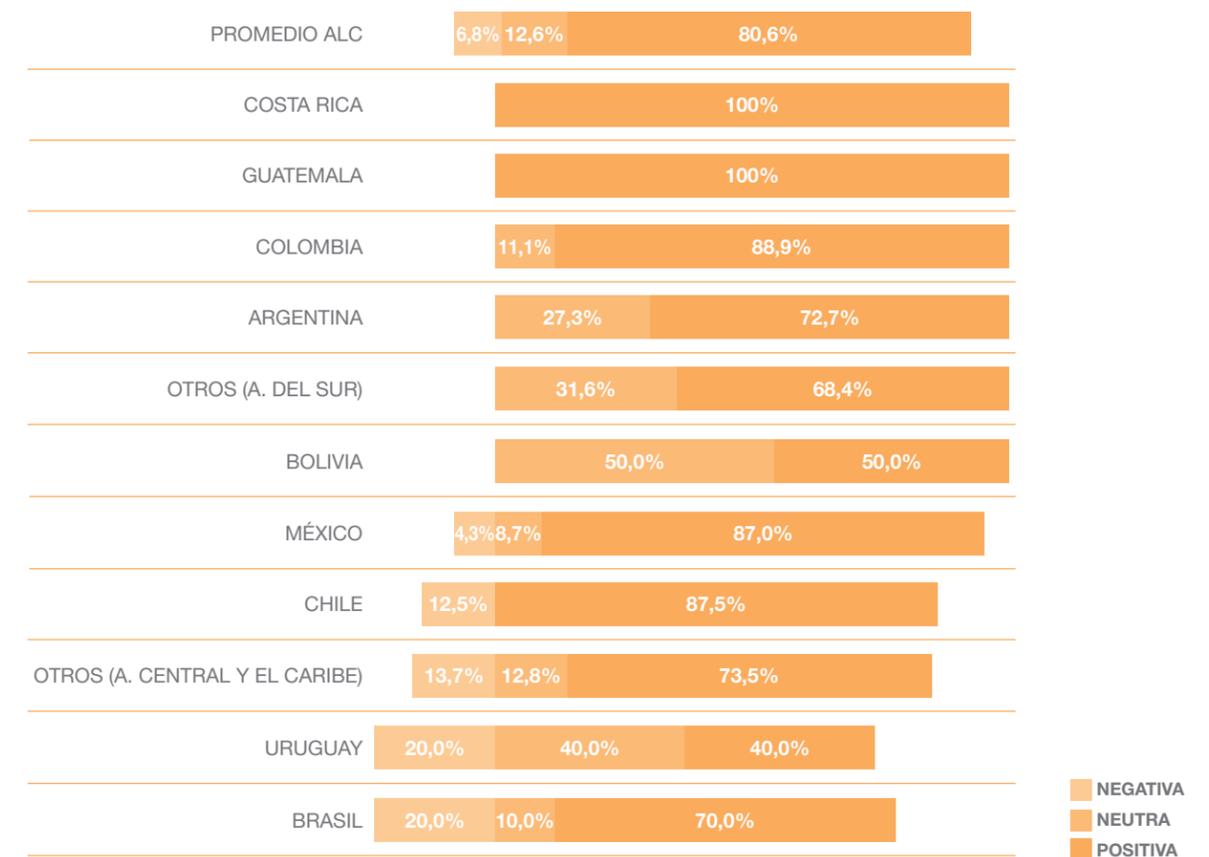


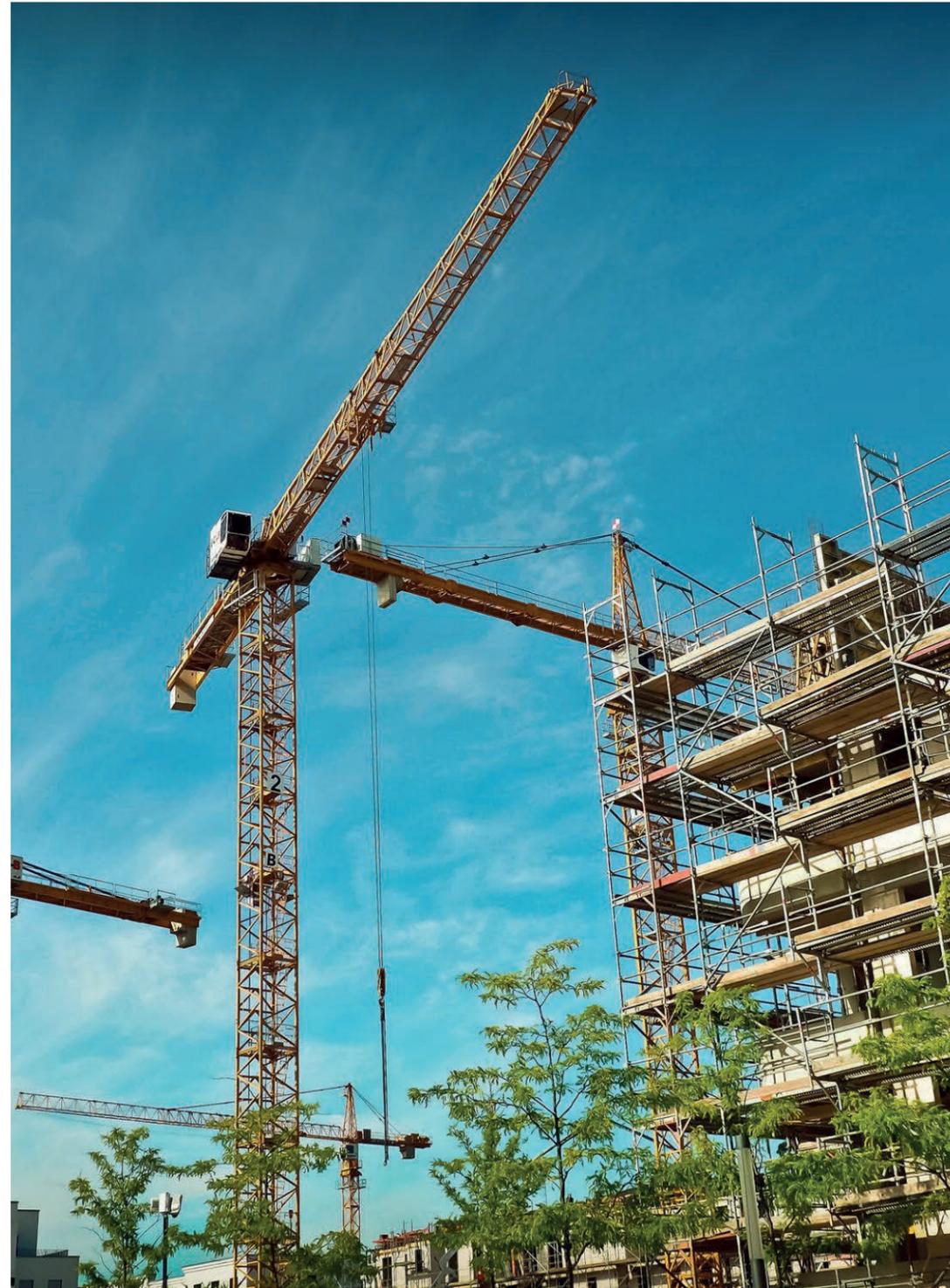
Fig. 26: Actitud de las empresas no usuarias hacia BIM en la región

Chile tiene tasas de adopción de BIM en promedio a la mitad de países referentes, además, se ha documentado que la metodología está subutilizada porque mayoritariamente se enfoca en la etapa de diseño y sobre todo para proyectos de edificación en altura, dando cuenta de que a nivel nacional aún hay mucho por avanzar para lograr capturar el valor y potencial de esta. Desafortunadamente, aún hay un porcentaje importante de empresas que no tiene interés en BIM, ya sea por desconocimiento o por la percepción de un alto nivel de obstáculos que la hacen poco atractiva.

4.6. Obstáculos de adopción de BIM en Chile

Dentro de las barreras de adopción más referidas en la literatura nacional, el costo de implementación ha sido señalado como la principal limitación, junto a la escasez de profesionales capacitados⁵⁴. Un estudio desarrollado por dos académicos de la Universidad de Chile (2012)⁵⁵, realizó un análisis cruzado de 18 expertos, que reveló que uno de los principales problemas encontrados fue el desconocimiento de BIM y sus alcances. La desinformación difiere entre quienes piensan que BIM es “otro programa de modelado y renderizado 3D” y quienes han oído hablar de que “BIM coordina proyectos de forma automatizada”.

Los autores enfatizan que un aspecto central es que Chile carece de una cultura de uso de estándares para la producción digital de información técnica - no existe un estándar CAD aceptado por la industria-. Este es un problema importante, porque la popularización de BIM se ha convertido en una condición para el desarrollo de un estándar global para el intercambio efectivo de información en toda la industria. Los expertos también advierten que existe un desequilibrio en las habilidades y el interés técnico entre las diferentes disciplinas. Aunque los arquitectos muestran un gran interés y tendencias (quizás explicados por su enfoque natural de las



herramientas de visualización digital en 3D), las constructoras por ejemplo aún presentan niveles bajos de adopción en comparación con otros países. Las capacidades técnicas también varían: en Chile, la mayoría de los especialistas en instalación tienen un bajo nivel de uso de herramientas digitales.

Un problema que también se ha observado es la baja competitividad del mercado chileno de software, o bien, desarrollos a nivel nacional. Autodesk ocupa una posición de liderazgo en los campos profesional, académico e industrial. Las encuestas BIM llevadas a cabo por la U de Chile⁵⁶, sucesivamente dan cuenta que Graphisoft, Bentley, Tekla, VICO u otras empresas de software tienen participaciones minoritarias, lo que dificulta la competencia en cuanto al alto costo de las licencias. Otros problemas identificados por el estudio incluyen bajos niveles de participación de clientes y mandantes, inconsistencias en las solicitudes de BIM en las licitaciones y lagunas legales en documentos contractuales.

En el marco de este estudio, durante enero de 2022 se llevó a cabo una encuesta para identificar los principales obstáculos de la adopción de BIM percibidos por empresas socias y no socias de la CChC. Junto con ello, se realizaron 12 entrevistas a promotores nacionales e internacionales de BIM, a quienes se les preguntó su percepción en cuanto a las barreras de penetración de BIM en el país. Y por último, en marzo se llevó a cabo un taller con representantes de empresas de diferentes rubros del sector, que usan y que no usan BIM, con el propósito de comprender y analizar las barreras y obstáculos que perciben en la actualidad las empresas a nivel nacional.

54. Estudio “Impulsar la productividad de la industria de la Construcción en Chile a estándares mundiales” desarrollado por Matrix Consulting para la CChC (2020)

55. “Desafíos y propuestas para la implementación de Building Information Modeling en Chile” por Mauricio Loyola Vergara y Ricardo Urrutia Beiza

56. Encuesta Nacional BIM 2013, 2016, 2019.

4.6.1. Obstáculos de adopción percibidos por empresas que no usan BIM

La encuesta reveló que un 37% de las empresas declara no implementar BIM, y de aquel grupo son mayormente las empresas constructoras con un 34% de representatividad, y le siguen las que se dedican a desarrollar especialidades con un 15%.

De las empresas que no implementan BIM, un 48% declaran que no existen planes de adoptar la metodología en los próximos años, y un 35% de ellas que declaran tener interés en BIM pero sin plazos definidos, y solo un 12% declara que tiene planes para adoptar BIM en los próximos 2 años. Esto hace proyectar, que de no ocurrir grandes cambios en el escenario actual del sector construcción que acelere y estimule el interés por la digitalización, hay una bajísima probabilidad que cambie el status quo de ese ~83% de empresas que hoy miran con escepticismo la adopción de BIM.

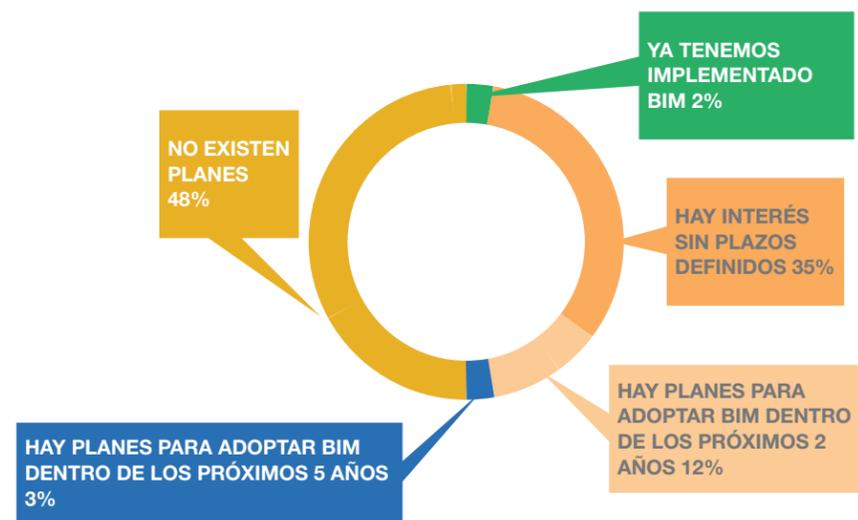


Fig. 27: Planes de implementar BIM. Elaboración propia

Esto se puede explicar en parte, a que las empresas reconocen al menos 12 factores que generan obstáculos a la adopción de BIM como se muestra en la siguiente figura, siendo los principales factores en orden decreciente:

- La falta de conocimiento del método de implementación de BIM, la baja demanda por parte de los mandantes y clientes.
- El elevado costo de las licencias de software.
- El bajo reconocimiento de los beneficios de BIM.
- Falta de conocimiento experto y técnico de la materia al interior de la empresa.

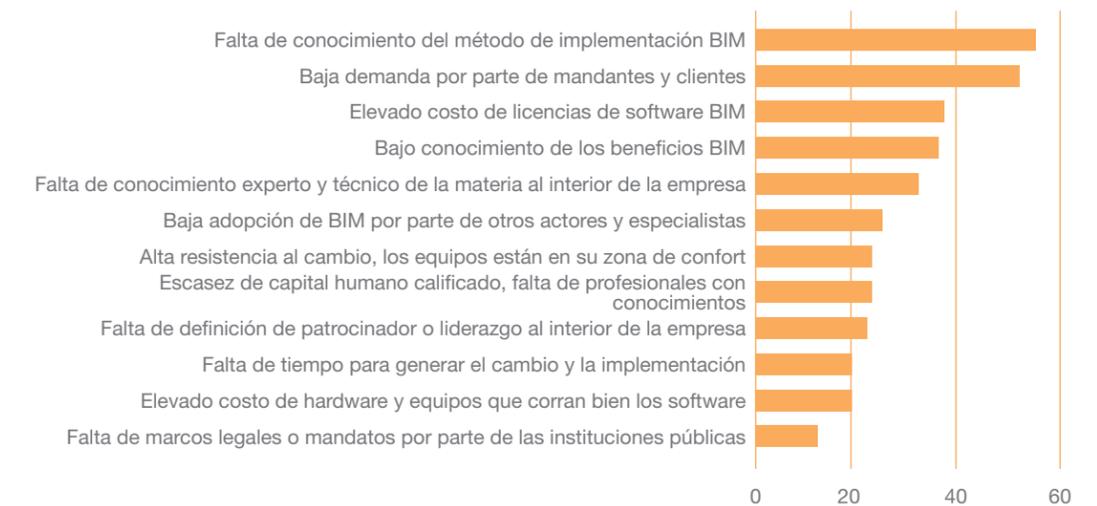


Fig. 28: ¿Cuáles han sido las principales barreras percibidas que han frenado la adopción de la metodología BIM en la empresa?

Parte de los obstáculos y las barreras de adopción declaradas por los encuestados, consiste en factores que son externos a la empresa, y que dependen de acciones correctivas que puedan ser llevadas a cabo por instituciones y organizaciones perteneciente al ecosistema del sector construcción, más que, por las mismas empresas. Por ello, se ha hecho una primera división en entender aquellos obstáculos internos v/s externos. A su vez, se han analizado los obstáculos de acuerdo al ámbito al que pertenecen, si son de índole de gestión estratégica y liderazgo; relacionados con las personas y el capital humano; con los procesos y adopción de sistemas estandarizados; o bien, sobre temas de infraestructura tecnológica y gestión documental.

De dicha clasificación, se puede concluir que gran parte de los obstáculos internos de las empresas que no han implementado BIM, pertenecen al ámbito estratégico y a nivel de tomadores de decisión dentro de una organización. Esto está relacionado directamente con la definición de Visión de la empresa, la comprensión de los beneficios de BIM, el cómo se debe implementar, y el sentido de urgencia que esto acarrea para la competitividad de la empresa en el sector. Por el contrario, la mayor parte de los obstáculos externos a la organización, que de todos modos las empresas pueden incurrir en acciones para subsanarlos, tienen estrecha relación con los ámbitos de las personas, las tecnologías y la solicitud de BIM por parte de cliente son mandantes públicos.

MATRIZ DE OBSTÁCULOS Y SOLUCIONES

EMPRESAS QUE NO IMPLEMENTAN BIM

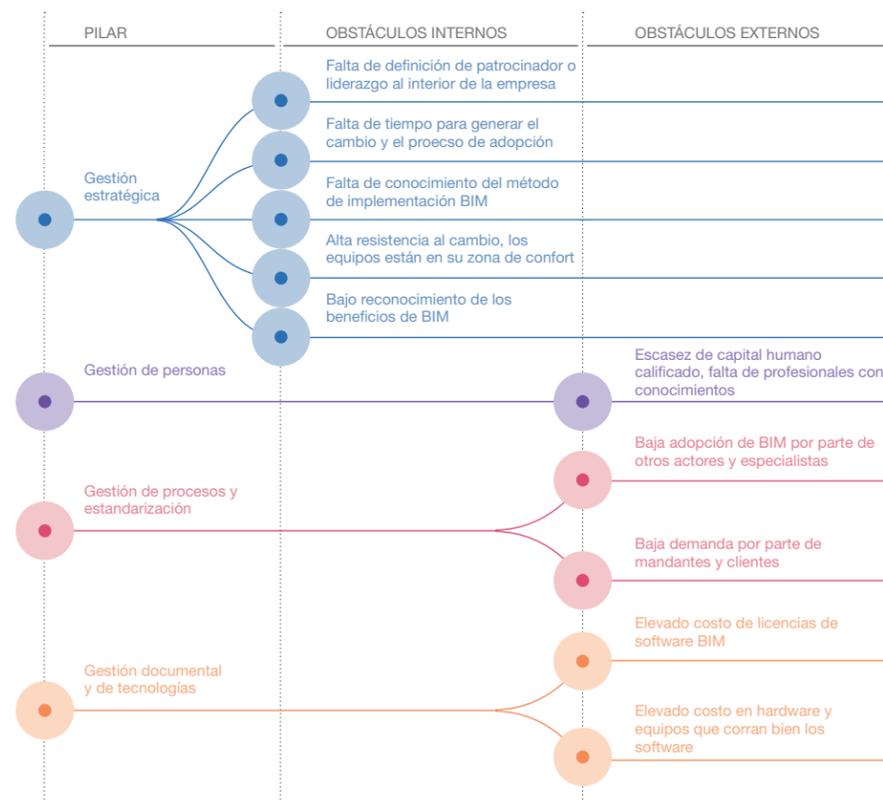


Fig. 29: Diagrama de obstáculos de empresas que no han adoptado BIM, según factores externos o internos a las empresas y según ámbito estratégico de BIM

Además, según el tamaño de la empresa es posible distinguir variaciones en cuanto a la percepción de dichos obstáculos. A menor tamaño de la empresa, es más redundante el impacto que genera los altos costos de las licencias de software. Un obstáculo transversal tiene relación con la falta de capital humano preparado en BIM – ya sea al interior de la empresa o por especialistas preparados en el sector construcción- y también se reconoce como obstáculo transversal el desconocimiento sobre el método de implementación.

EMPRESAS CON MÁS DE 200 EMPLEADOS

Los principales obstáculos de la implementación de BIM para estas grandes empresas, se encuentran en el pilar de la Gestión Estratégica, donde la “Falta de conocimiento de método de Implementación” es la que más ha afectado a la adopción de la misma. Continuando en el mismo pilar, consideran que la “Falta de tiempo para generar el cambio y la implementación BIM” es su segunda causante.

EMPRESAS CON HASTA 199 EMPLEADOS

Los principales obstáculos levantados en esta clasificación de empresas, corresponden a “la resistencia al cambio, estando los equipos en su zona de confort”, correspondiente a la Gestión de Personas y al que le sigue el “elevado costo del software”, relativo a la Gestión Documental y Tecnológica. En un tercer lugar aparece la “baja demanda de mandantes y clientes”, siendo identificado como un obstáculo externo a la empresa.

EMPRESAS CON HASTA 49 EMPLEADOS

Este grupo de empresas reflejan que “la baja adopción de BIM por parte de otros actores y especialistas” lo que supone una barrera externa a la empresa. Le siguen el “excesivo trabajo adicional”. En lo relativo al pilar de Gestión de Personas, abogan por la “falta de conocimiento experto y técnico de la materia al interior de la empresa” y la “escasez de capital humano calífico”.

EMPRESAS DE 1 A 9 EMPLEADOS

Este grupo de empresas, comentan que su principal obstáculo es la “baja demanda de mandantes y clientes”, y que les afecta de sobremanera el “elevado costo de licencias de softwares BIM”, correspondiente al pilar de Gestión documental y Tecnológica.



4.6.2. Obstáculos de adopción por empresas que si usan BIM

También se preguntó a las empresas que ya han implementado BIM, sobre las principales dificultades que han tenido que enfrentar a lo largo del proceso, o que incluso han llevado a algunas empresas a desistir del intento o dejar en pausa la transición.



Fig. 30: ¿Cuáles han sido las principales barreras percibidas que han frenado la adopción de la metodología BIM en la empresa?

Llama la atención que en estos casos la mayor cantidad de dificultades que atraviesan las empresas al momento de adoptar BIM y hasta la fecha, dependen de factores externos a la empresa, como lo son:

- El elevado costo de las licencias de software
- Baja adopción de BIM por parte de otros actores y especialistas
- Escasez de capital humano calificado y profesionales con conocimiento
- Baja demanda por parte de mandantes y clientes

Y siguen estando presente algunos factores internos que han dificultado la implementación, y que son similares a los declarados por las empresas que no implementan BIM, gracias como lo son:

- La falta de conocimiento del método de implementación de BIM,
- La alta resistencia al cambio, los equipos están en su zona de confort
- El bajo reconocimiento de los beneficios de BIM.

MATRIZ DE OBSTÁCULOS Y SOLUCIONES

EMPRESAS QUE NO IMPLEMENTAN BIM

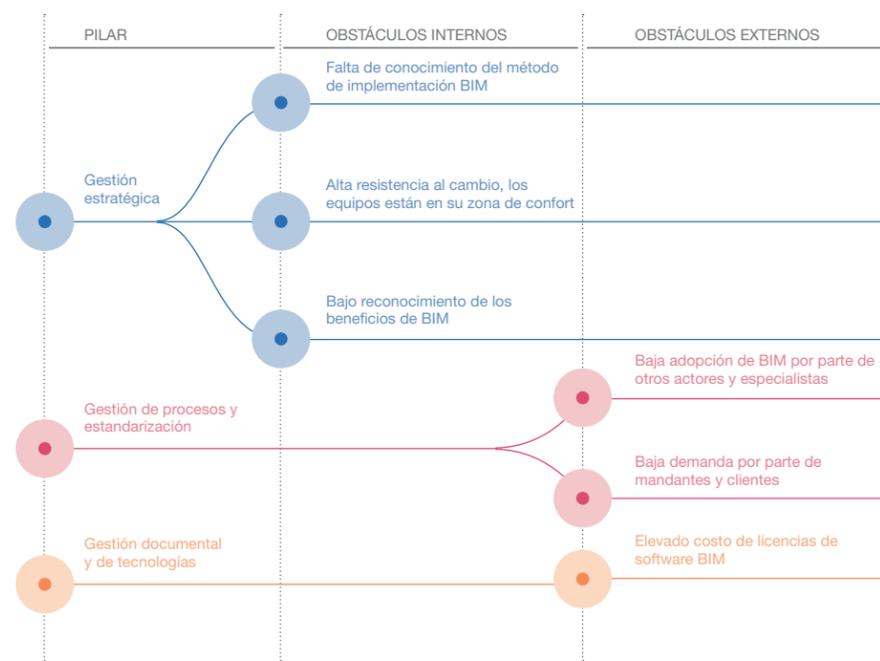


Fig. 31: Diagrama de obstáculos de empresas que si han adoptado BIM, según factores externos o internos a las empresa y según ámbito estratégico de BIM

4.6.3. Brechas estructurales del sector construcción

A modo general, cuando analizamos los obstáculos más recurrentes bajo el prisma de los ámbitos estratégicos de la metodología BIM, se hace evidente que las principales brechas están relacionadas con los aspectos estratégicos y de liderazgo dentro de las empresas. Ya sea por bajo liderazgo en cuanto al proceso de adopción, o bien, para salir de la inercia e iniciar dicho proceso. Esta escasez de visión, se relaciona directamente al desconocimiento en cuanto a la metodología y sus beneficios, a la falta de capital humano preparado, tanto de profesionales al interior de las empresas como en el sector. Esto hace constatar que el BIM, guarda mayor relación con un cambio cultural que debe darse al interior de las empresas, pero también en todo el sector construcción, más que un tema meramente tecnológico.

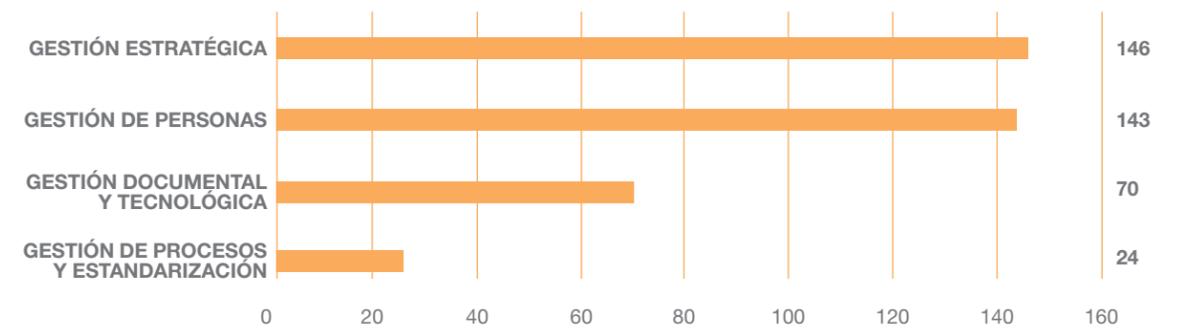


Fig. 32: Obstáculos identificados según pilar estratégico de BIM

A su vez, esto pone en evidencia que no es solo el salto relacionado a BIM es el que requiere dar la industria. Gran parte de los desafíos que enfrenta al sector, sino todos, están relacionados con cambios de paradigma en cuanto a métodos de construcción y de desarrollo de proyectos. Para llevar adelante estos cambios, el sector debe ponerse al día con problemáticas que ha venido acarreado por décadas, y que tienen que ver con:



Fig. 33: Barreras estructurales y culturales del sector construcción. Elaboración propia.

BAJO CONOCIMIENTO Y FALTA DE CAPITAL HUMANO CAPACITADO EN TODA LA CADENA DE VALOR

- Aún existe un alto desconocimiento de BIM, se le entiende más como un software, maqueta 3D o un entregable estático y no un modelo vivo de gestión de la información a lo largo del curso del proyecto.
- Se desconocen los beneficios de BIM, no se conocen casos, KPIs ni estadísticas nacionales.
- No se conoce el método de implementación y las altas gerencias no dimensionan el real impacto que implica la digitalización para la organización.
- Parte del conocimiento y experticia está centralizada en el centro del país, a pesar de que los proyectos se despliegan a lo largo del territorio.

BAJA ESTANDARIZACIÓN

- Planbim logró difundir el mensaje de que BIM es una metodología y no solamente una tecnología.
- El Estándar Nacional logró poner en el centro, el entendimiento de que se requiere estandarizar para implementar BIM, pero esto aún no permea en la cultura empresarial.
- Hay empresas que usan el estándar de guía, pero no se han re-organizado del todo los procesos internos ni la información de los proyectos. Falta poner el foco en la formalización de los procesos.
- No existe en Chile una cultura de uso de estándares que acompañen el proceso de diseño y construcción de proyectos, por ello hay una alta resistencia a adoptarlos, a diferencia de los países que han avanzado más rápido en su adopción, en que BIM sólo vino a sumarse a un set de estándares previos.

ALTA FRAGMENTACIÓN

- El sector sigue trabajando los proyectos de manera segmentada por etapa y por especialidad.
- No se formaliza ni se planifica la integración temprana en los proyectos de los diferentes actores, tampoco las instancias de colaboración.
- No se han promovido los contratos integrados que deben ir de la mano del BIM y la industrialización (IPD, EPC, Performance Base Contract, etc)
- Carreras imparten educación en silos, no se enseña metodologías basadas en la interdisciplinaridad para la resolución de problemas.
- Se requiere que toda la cadena de valor avance de manera más homogénea en su madurez BIM. No se captura todo el valor de BIM, si hay piezas del proceso que frenan la gestión inteligente de la información.
- Débil demanda.
- Las instituciones públicas no han sido del todo enfáticas en declarar el Mandato BIM.
- El requerimiento de BIM no es homologado ni estandarizado entre las instituciones públicas.
- Las instituciones mandantes -públicas ni privadas- han capacitado suficientemente a sus equipos, el BIM sigue siendo entendido como un entregable estático más que un modelo dinámico para la gestión de información.
- Desde el sector privado no ha habido un gran promotor de BIM, ni una declaración en torno al valor de BIM.
- Falta de precisión en las bases y/o excesivos requerimientos.

4.7. Matriz de Obstáculos y posibles soluciones de la adopción de BIM

Los obstáculos identificados por medio de la encuesta y que son reconocidos como factores internos a la empresa, han sido agrupados en relación a los cuatro pilares estratégicos o ámbitos de la metodología BIM, y se han propuesto posibles soluciones y mecanismos para subsanarlos. Todos los mecanismos propuestos están abordados y alguno de ellos detallados en el capítulo 6 y 7, donde se dan cuenta de ejemplos de empresas que han llevado adelante procesos similares.

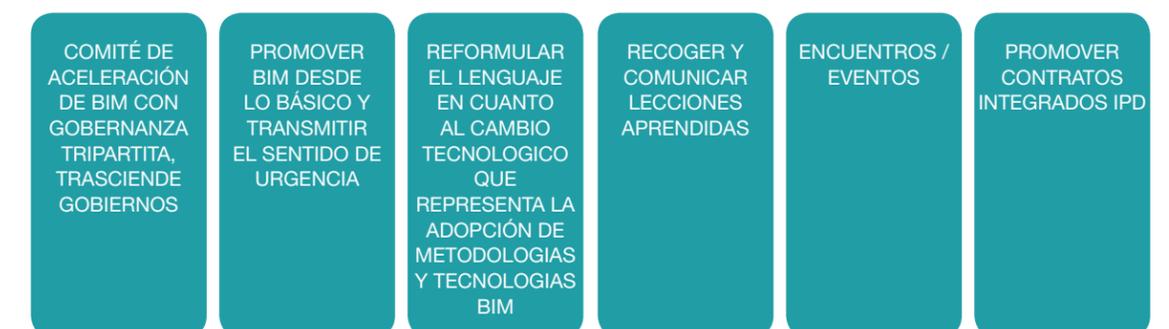
	FACTORES INTERNOS DE LA EMPRESA	POSIBLES SOLUCIONES
GESTIÓN ESTRATÉGICA	Falta de liderazgo y patrocinio para la inversión de tiempo y recursos.	Identificar al equipo de avanzada, definir patrocinador y gobernanza BIM.
	Bajo reconocimiento de los beneficios y ganancias tempranas.	Identificar casos de éxito, definir metas y plazos.
	Bajo reconocimiento de BIM como una metodología de colaboración temprana y gestión de información.	Desarrollar y documentar un Plan de Implementación BIM y hoja de ruta.
	Alta resistencia al cambio.	Definir un plan para comunicar la Estrategia BIM y promover canales de comunicación.
GESTIÓN DE PERSONAS	Falta de conocimiento del método de implementación.	Diagnosticar la Madurez BIM, detectar brechas y priorizar acciones.
	Falta de conocimiento técnico y metodológico.	Definir un Plan de Capacitación según Roles BIM.
	Dificultad de aprendizaje a mayor rango etario.	Promover mentorías e inducciones transgeneracional.
	Elevado costo de las capacitaciones.	Promover capacitaciones en plataformas abiertas (youtube, e-learning, etc).
GESTIÓN DE PROCESOS Y ESTANDARIZACIÓN	Dificultad en la búsqueda de nuevo talento.	Definir mecanismo de evaluación y desempeño según Roles BIM.
	Falta de adopción de estándares.	Seleccionar los estándares BIM nacionales o internacionales a utilizar.
	Falta de definición de procedimientos y protocolos internos.	Desarrollar procedimientos que integren BIM en los procesos.
	Falta de definición del intercambio y flujo de información entre Modelos.	Definir para cada proyecto un plan de trabajo, ya sea por medio de una SDI BIM o un PEB.
GESTIÓN DOCUMENTAL Y TECNOLÓGICA	Falta de definición de los métodos de trabajo integrados y colaborativos.	Formalizar métodos y dar soporte en la nube a instancias de colaboración y coordinación temprana.
	Falta de adopción de Entorno Común de Datos (CDE).	Evaluar plataformas gratuitas de visualización y revisión de modelos.
	Falta soporte Ti con conocimiento específico.	Desarrollar capacitación en interoperabilidad y difusión de conocimiento técnico.
	Elevado costo de licencias de software y hardware.	Evaluar y promover otras diversas herramientas existentes en el mercado.

Fig. 34: Matriz de Obstáculos y posibles soluciones de la adopción de BIM. Elaboración propia.

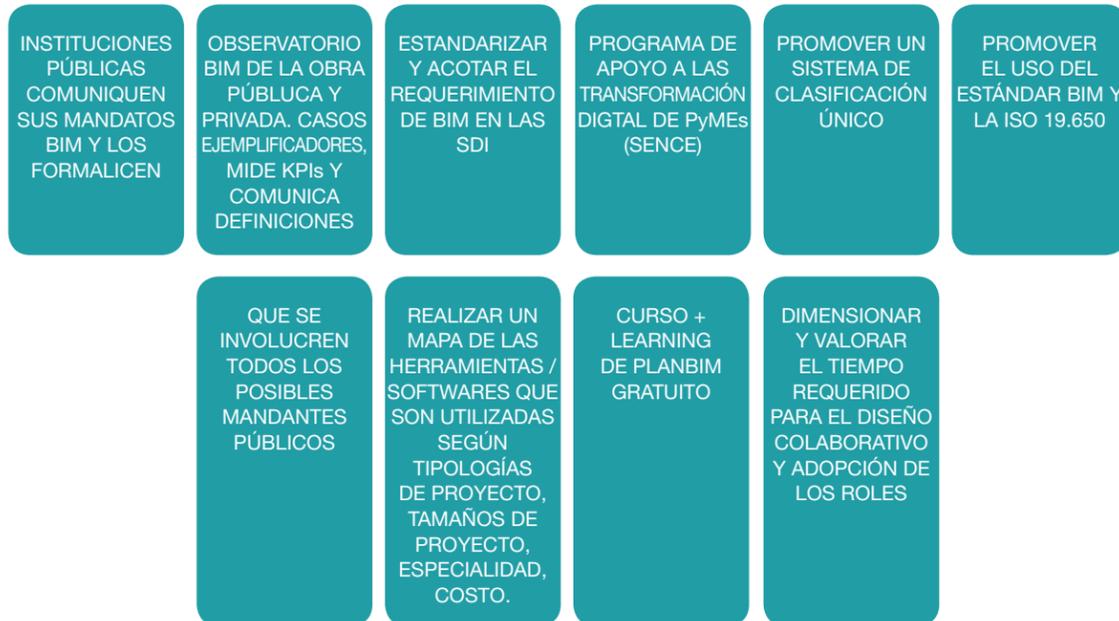
4.8. Acciones para la aceleración de la adopción de BIM

Para llevar adelante un incremento de la tasa de aceleración de la adopción de BIM y aumentar el nivel de madurez de la industria -para no dejar pasar esta cuarta revolución-, se ha identificado que hay acciones que deben ejecutarse internamente por parte de las empresas, especialmente por los líderes y tomadores de decisión en una primera fase. Sin embargo, también se han identificado acciones que deben ser llevadas por otros agentes e instituciones del sector, que de manera orquestada y coordinada, logren por una parte transmitir ese sentido de urgencia hacia los colaboradores, y también asegurar mecanismos que disminuyan los obstáculos y barreras.

Para consensuar dichas acciones, durante abril de 2022, en el marco del Seminario “Transformación Digital más allá de la tecnología” organizado por Planbim junto a la CChC, se llevó a cabo un taller con representantes de los diferentes sectores de la industria. Instancia en la que se definieron las acciones claves y necesarias de llevar a cabo por parte de las diferentes instituciones y gremios que conforman actualmente el ecosistema de la construcción a nivel nacional, con el objetivo común de fomentar la digitalización del sector.



4.13.1. Acciones por parte del sector público



“Los beneficios fundamentalmente tienen que ver con una mejor calidad e integración de los proyectos, tiene que ver también con una eficiencia. Nosotros que somos parte del Estado, tiene que ver con eficiencia en el buen uso de los recursos que se disponen para construir los proyectos, y por lo tanto, es hacer más con menos recursos”.

Rodolfo Rojas, Jefe División Edificación Pública, Dirección de Arquitectura MOP
<https://youtu.be/iTgG58nbUA>



4.13.2. Acciones por parte del sector privado



“El principal beneficio de BIM es que vamos a poder tener una buena trazabilidad de los proyectos que se construyen, de tal manera que podamos homologar ciertas acciones, que podamos tener estándares y que además tengamos una información real y concreta de lo que existe en Chile. Hoy día no sabemos exactamente cuántos edificios hay, y si tuviésemos una buena adopción de BIM, especialmente en los proyectos públicos, podríamos tener todo ese catastro de información”

Juan Ignacio Troncoso, Gerente Comercial Plan OK
<https://youtu.be/sospFYq4Nlk>

4.13.3. Acciones por parte de la academia



“El BIM es un cambio tecnológico, es una nueva herramienta, una herramienta más moderna que nos permite interactuar, poder coordinarnos y trabajar conjuntamente mucho más fácilmente para el desarrollo de proyectos. Por otro lado, es una herramienta que está orientada a la mejora del proceso de edificación.”

*José Riesco, Director y Coordinador de Proyectos CCRR Arquitectos
<https://youtu.be/aqaBMaJZovY>*

05. Guía práctica para la adopción de BIM

Se denomina “adopción BIM” a este proceso o camino por el cual una organización transita desde el punto inicial previo a BIM hasta los estados más avanzados de total integración. La “madurez BIM” corresponde entonces, al estado dentro del proceso de adopción en que una organización se encuentra en un momento determinado. Un nivel superior de madurez BIM está asociado a mayores capacidades BIM, y es sinónimo de mayor profundidad, calidad, consistencia, y previsibilidad en la prestaciones y servicios BIM ofrecidos⁵⁷.

Hay muchos factores que influyen en el éxito de un proceso de adopción de BIM, como: la complejidad de los proyectos; la definición del alcance, objetivos y metas; las implicaciones de los recursos a invertir y los plazos; las limitaciones tecnológicas; y las competencias y experiencia de los colaboradores. Aunque sólo algunos de estos factores son previsibles, todos ellos pueden gestionarse más eficazmente con una planificación estratégica.

Establecer objetivos realistas, gestionar las expectativas de todo el equipo, planificar y ejecutar los proyectos de forma estructurada, son los componentes del éxito en la ejecución de proyectos BIM. Aunque no hay un único procedimiento estandarizado para llevar a cabo la adopción que se pueda aplicar de forma genérica a todos los casos, sí existen puntos en común que deben tenerse en cuenta al momento de presentar una propuesta técnica y económica. Efectivamente, un estrategia de implementación exitosa para la adopción de BIM debe personalizarse y evaluarse para cada empresa, según su modelo de negocio, situación única y proyección en el mercado. Sin embargo, mirándolo desde un nivel alto, existen aspectos que son comunes a todos los procesos de adopción, que se han identificado como recurrentes, y que se detallan en los siguientes capítulos.

57. Terán, M., Loyola, M., Pallarés, M. E., Soza, P., Elgueta, H., Escobedo, C., Fernández, A., Manzi, G., Rodríguez, B. (2018). Estudio de costos relacionados con la implementación de metodologías BIM. Departamento de Arquitectura. Universidad de Chile.

Es importante dar a conocer que el contenido que se despliega a continuación, está basado en: la revisión de literatura y referentes nacionales e internacionales que se referencian a medida que se presentan; en la aplicación de la ISO BIM 19.650; en el Estándar BIM para Proyectos Públicos (2019) de Planbim de Corfo; junto al conocimiento y experticia de once empresas nacionales que ya han transitado por el camino de la adopción de BIM y que han apoyado el desarrollo de esta guía.

“Para aquellas pequeñas empresas que aún no se han sumado al uso de la metodología, decirles que no tengan temor de subirse. Hoy día existe un montón de información relacionada a la metodología BIM, podemos ser autodidactas para aprenderla, apoyarnos con lo que Planbim está entregando en base a educación; y además, para acceder a la metodología hoy día tenemos un montón de tecnología que está al alcance, para lograr una implementación de BIM en las organizaciones”.

*Alejandro González, Gestor BIM General
Zañartu
<https://youtu.be/xNLuWWiv6ao>*

5.1. MadurezBIM

El proceso de adopción BIM por una organización ya sea una empresa privada o institución pública, es complejo, variable y sensible a múltiples factores, tanto internos como externos. Aunque los objetivos y metodologías de uso de BIM tienden, teóricamente, a ser similares para todas las organizaciones, no todas siguen el mismo proceso de implementación, ni enfrentan los mismos problemas, ni obtienen los mismos beneficios.

Aun así, en términos generales, es posible distinguir en todos los métodos de adopción una cierta progresión común de estados por los cuales toda organización atraviesa. Típicamente, la implementación comienza con el uso de Modelos BIM desarrollados por un único equipo disciplinar o especialidad. Progresivamente, los modelos van aumentando en complejidad geométrica e integrando más información, junto con el incremento de la cantidad de participantes y Usos BIM, como se ejemplifica en la siguiente figura.

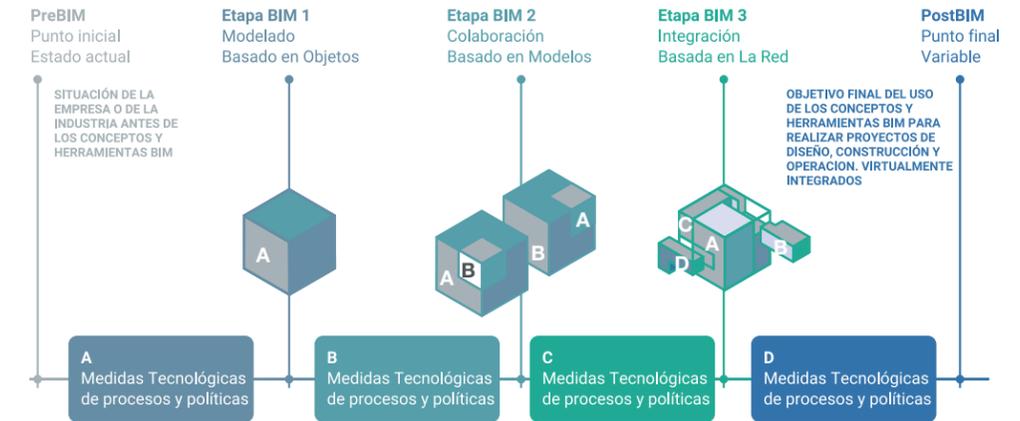


Fig. 35: Etapas BIM de acuerdo a BIMe Initiative, con información de Bilal Succar.

En la Etapa 2, los Modelos BIM comienzan a ser usados por distintos actores fuera de un mismo equipo disciplinar. Los modelos pueden, incluso, traspasar diferentes fases de proyecto. Por ejemplo, modelos originados durante la fase de diseño evolucionan para ser usados en fases de construcción. Es posible también que diferentes miembros de un equipo de proyecto generen y mantengan diferentes modelos BIM en paralelo, y entre ellos, se utilicen instrumentos tradicionales 2D para compartir información. El aspecto distintivo de esta fase es la colaboración entre distintos participantes, también, el establecimiento de protocolos y estándares para compartir información.

A medida que la colaboración aumenta, la distancia entre los distintos participantes tiende a reducirse, y las diferencias entre ellos tienden a suavizarse. En la tercera etapa, la diversidad de modelos BIM independientes son reemplazados por un sólo modelo BIM, ya sea un modelo BIM integrado o federado, que conjuga gran parte de la información del proyecto. El foco está puesto en la integración del trabajo de todos los participantes. Los protocolos de trabajo están claramente definidos y se utiliza infraestructura digital que facilita la integración. Los beneficios obtenidos experimentan un fuerte incremento, tales como reducción drástica de inconsistencias y reducción en los tiempos de desarrollo de proyectos.

Un proceso similar al anterior, es representado por el modelos de madurez británico, y que fue fuertemente divulgado por el grupo UK BIM Task Group, encargado de desarrollar el mandato gubernamental de implementación BIM a nivel 2 (BIM Level 2) para Reino Unido.

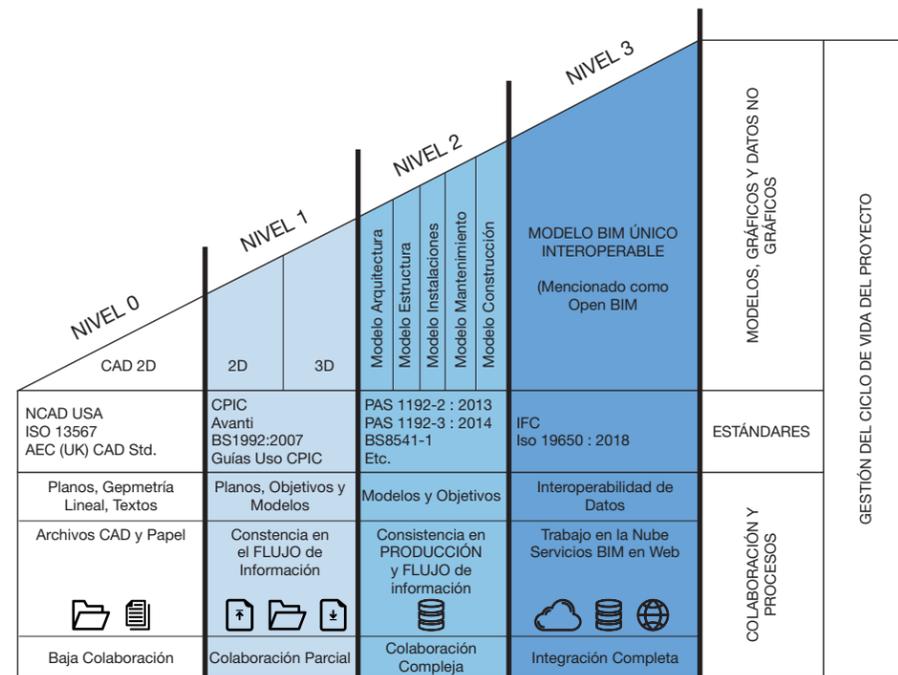


Fig. 36: Modelo de Madurez BIM Británico, Mark Bew y Mervyn Richards (2008).

El modelo se centra en tres aspectos. El primero, se refiere a los “Datos” que conformarán el modelo y como se integran o complementan entre sí, mostrando en la zona superior del triángulo, datos clasificados que conformarán el modelo. El segundo, los “Estándares y Procesos” que se aplican para mantener el control de la información y contenido del modelo BIM, los cuales pueden abarcar desde la nomenclatura de archivos, estructura del modelo, formatos de interoperabilidad, etc. Este se indica en la zona inferior del triángulo rectángulo. El tercero, indica la “Información Gráfica” que se va a manejar y el grado de colaboración que se tiene en cada nivel. Se muestra en el rectángulo inferior del gráfico.

LOS NIVELES DE MADUREZ BIM QUE SE MANEJAN SON LOS SIGUIENTES:

- **Nivel 0.** No existe colaboración. La información se genera por medio de planos y archivos CAD 2D. Nivel 1. Este nivel cuenta con una mezcla de CAD 2D y un programa de Modelado 3D orientado a BIM. La colaboración es parcial y basada en archivos. Se tienen como base algunas normas que no se aplican en todos los casos en general, lo que indicaría un nivel parcial de cumplimiento.
- **Nivel 2.** Trabajo colaborativo basado en modelos con procesos de intercambios específicos. Se cuenta con una colaboración completa y organizada. Los intercambios se hacen de forma controlada y se aplican normas específicas en el desarrollo del proyecto.
- **Nivel 3.** Aún no definido en su totalidad, orientada a la integración de datos abiertos, en un entorno cultural cooperativo. Se basa en estándares abiertos e interdisciplinarios y se toma como base la norma estandarizada internacional (ISO).

Si bien, existen diferentes modelos de madurez y es imposible de establecer el fin de un proceso que está en constante actualización y adaptación a nuevas tecnologías, existe acuerdo de que el ideal de madurez BIM a la fecha, se orienta hacia un trabajo integrado, colaborativo, multidisciplinar y continuo durante todo el ciclo de vida de los proyectos.

“El aumentar la madurez permite obtener mayores beneficios, mientras más se use, pero con un nivel más inmaduro, el beneficio que se obtienen de BIM es menor. Entonces obviamente uno tiene que apostar a la mayor madurez, y eso se logra con el tiempo y con cambios que son de poco, ya que se trata de un cambio cultural, pero la primera etapa es introducirlo para después ir mejorando el nivel de madurez de los proyectos”

Mauricio Heyermann, Presidente BIM Forum Chile

<https://youtu.be/5m05KyUQIN0>

5.2. Los cuatro pilares estratégicos

Los planes de adopción de BIM son iniciativas de gestión del cambio que requieren objetivos, recursos, personal, desarrollo, impulso, éxitos y tiempo. Para alinear todos estos elementos, se debe desarrollar un marco estratégico para la ejecución de planes de BIM robustos y eficaces. Estos planes identifican cuatro áreas o pilares estratégicos de actuación que revisten igual importancia a la hora de desarrollar proyectos en BIM. Cada una de estas áreas de alto nivel contiene acciones específicas que deben ser planificadas y revisadas constantemente, a lo largo de todo el ciclo de gestión del cambio, en otras palabras, las acciones desplegadas en los 4 pilares acompañan el ciclo de adopción y de madurez BIM a lo largo de todo el proceso.

Estos cuatro pilares estratégicos de la implementación de BIM, abordan los diferentes aspectos en que una empresa debe realizar cambios a su estructura actual. Estos cuatro pilares se aplican indistintamente del tipo de organización -ya sea empresa o institución pública-, tamaño de organización o del tipo de proyecto que desarrollan, o bien, el tipo de proyectos que mandatan. Estos pilares se basan en la literatura internacional⁵⁸, en la NCh-ISO 19.650 parte 1 y 2 del 2019⁵⁹, y en el Estándar Nacional BIM desarrollado por Planbim de Corfo⁶⁰.



Fig. 37: Marco estratégico para los planes de implantación. EUBIM Taskgroup. Adam Matthews (2016).

5.2.1. PILAR 1: Gestión estratégica

Considera la definición de los objetivos estratégicos claves para el uso de BIM, y cómo éstos se alinean con la Misión y Visión de la empresa, definidos en forma participativa y compartidos por todos. Identifica cómo BIM agrega valor al trabajo de los equipos, e incluye la difusión de cómo esto aumenta la competitividad de la empresa.

Este pilar también aborda la gobernanza y qué área o quiénes liderarán la adopción de BIM, partiendo desde la Alta Gerencia, su nivel de convencimiento y respaldo. Luego, cómo se comunica a nivel corporativo y transversal. Busca consensuar una visión concisa y bien articulada por parte de los líderes ejecutivos, respecto de los beneficios que la adopción de BIM, y comunicarla de manera eficiente y eficaz.

58. EUBIM Taskgroup. (s.f.). Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo.

59. Gestión de la información utilizando modelamiento de la información. Disponible en: NCh-ISO 19650/1:2019 | INN

60. PlanBim. (2019). Estándar BIM para Proyectos Públicos

5.2.2. PILAR 2: Gestión de personas

Considera la definición de la estructura organizacional, y los roles y perfiles necesarios para desarrollar las acciones vinculadas a BIM, incluyendo su comunicación y acompañamiento permanente. Incluye la capacitación en BIM de las personas, así como también la difusión necesaria de esta metodología. Debe incorporarse en una política relacionada con las personas junto a una estrategia comunicacional, que busque fomentar una cultura y clima laboral participativo, informado y orientado a la colaboración, excelencia y mejora permanente.

Dentro de este pilar se considera el desarrollo de un plan de formación dependiendo de roles y responsabilidades y evaluar la pertinencia de robustecer y estandarizar una plataforma de gestión de recursos humanos.

5.2.3. PILAR 3: Gestión de procesos y estandarización

Considera todos los aspectos de cómo se realizan las actividades que apuntan a transformar las necesidades identificadas en el desarrollo de proyectos o la entrega de servicios en BIM. Incluye la identificación de los Usos BIM priorizados, las acciones vinculadas a BIM para la generación de entregables, y los flujos de información que permiten comunicar y actualizar los resultados esperados.

“Es muy importante que cuando las empresas se muevan a BIM, lo hagan no sólo porque el mandante público o el mandante privado se los pide, sino que también porque también es importante que entiendan el valor para ellos para sus procesos, para ser más eficientes”.

Carolina Soto, Directora Ejecutiva Planbim-Corfo
<https://youtu.be/FXpHhRd97S8>

Se busca identificar y mapear los procesos referidos a BIM dentro de la empresa y con externos. Evaluar la pertinencia de robustecer y estandarizar procedimientos, procesos, formatos estandarizados, bibliotecas, platillas y mecanismos para el correcto intercambio de información que faciliten la colaboración.

5.2.4. PILAR 4: Gestión documental y tecnológica

Involucra todos los elementos tecnológicos de apoyo para la realización de las diferentes actividades priorizadas en BIM, considera tanto: software BIM que se requiera para el desarrollo de los Usos BIM; el hardware y refuerzo de las capacidades técnicas de los equipos computacionales actuales o la adquisición de nuevos; y redes que permitan un acceso remoto a la información de los proyectos y un repositorio común.

Se identifica si la política de tecnología (TI) de la empresa, incorpora las necesidades para la implementación de BIM. Se define un plan de adquisición y renovación de equipos, reconociendo y caracterizando las necesidades de software, hardware y redes. Se evalúan la pertinencia de robustecer y estandarizar una plataforma de gestión documental, con procedimientos de trazabilidad y centralización de la información, tanto dentro de la empresa como con externos.

5.3. Las etapas

La adopción de BIM, como todo proceso de cambio en una organización, requiere de un tiempo de planificación e implementación -prueba y error- para que se asiente en la cultura de la empresa y luego eleve sus niveles de madurez y captura de valor frente a los cambios realizados. Por ello, hablamos de procesos que toman un par de años en planificarse e implementarse, y otros tantos en consolidarse. Más aún, si consideramos que los proyectos de edificación se desarrollan en un promedio de cuatro años, se debe destinar tiempo necesario para permitir cuantificar de manera efectiva los beneficios reportados por la utilización de BIM.

Varias normas ISO (ISO 9001, ISO 14.001) hacen referencia directa a la metodología de mejora continua y el ciclo de Deming⁶¹, para llevar a cabo el proceso de planificación y optimización en las empresas y las organizaciones que buscan incrementar constantemente sus estándares de calidad y ser más eficaces. También es conocido como el “espiral de mejora continua” o Ciclo PDCA (del inglés Plan-Do-Check-Act).

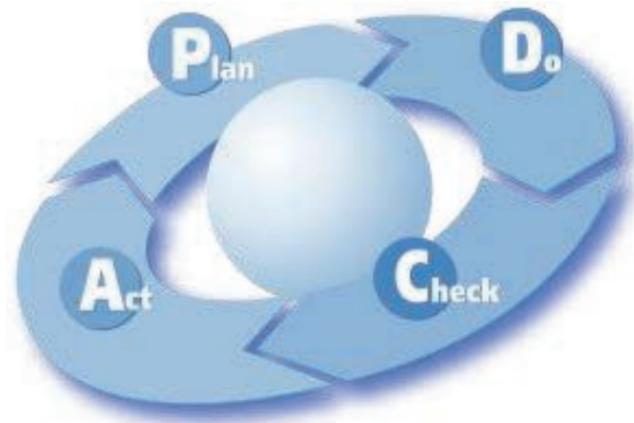


Fig. 38: Espiral de mejora continua” o Ciclo PDCA de mejora continua de la calidad.

Los resultados de la implementación de este ciclo permiten a las organizaciones una mejora integral de la competitividad, de los productos y servicios, mejorando continuamente la calidad, reduciendo los costos, optimizando la productividad, reduciendo los precios, incrementando la participación del mercado y aumentando la rentabilidad. Este método lleva aplicándose por décadas y ha sido fruto de diferentes evoluciones y adaptaciones⁶². Será elección de cada empresa definir un modelo para la gestión del cambio, ya sea que se adapte a metodologías ya utilizadas por la organización, o bien que adopten el modelo aquí propuesto, lo importante es que se planifique y aplique BIM en base a un modelo de Gestión del Cambio Organizacional, como se ilustra en la siguiente figura.

61. Deming, William Edwards (1989). Calidad, Productividad y Competitividad: la salida de la crisis. Díaz de Santos. p. 412. ISBN 84-87189-22-9.

62. También ver: Modelo ADKAR, Modelo de cambio de Kotter de 8 pasos, Curva del cambio de Kubler-Ross, Modelo de las 7s de McKinsey, Modelo PHVA, Modelo de transición de Birdges, Metodología Ágil, entre otras.

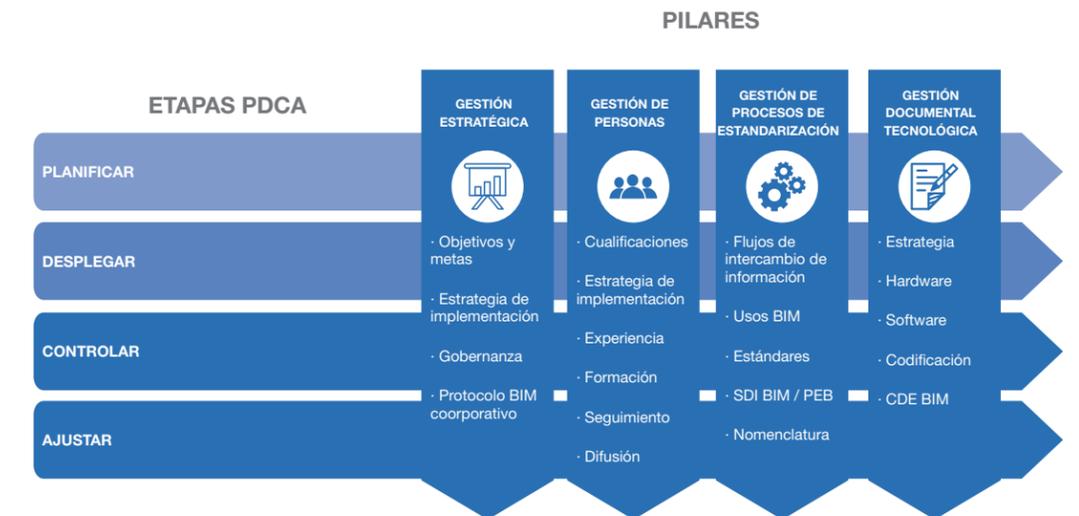


Fig. 39: Ejemplo de esquema de los pilares y etapas de la adopción de BIM. Elaboración propia.

5.3.1. Plan / Planificar

En esta etapa, se realiza un levantamiento de la situación actual de la organización. Un diagnóstico para identificar las capacidades y brechas actuales relacionadas con BIM. Este análisis inicial es clave, ya que permite relevar: la condición actual de la empresa en cuanto a su capacidad digital; las principales problemáticas relacionadas con la productividad en los proyectos; las áreas o promotores proclives al cambio y las resistencias de los colaboradores. Permite también definir una línea base, sobre la cual se establecerán metas y se medirán indicadores del avance de la adopción de BIM en el tiempo.

Existen variados instrumentos para desarrollar este diagnóstico o autoevaluación⁶³, sin embargo, el uso de un instrumento único y consensuado por parte de la organización, facilitará una comprensión común de BIM y su evolución. En este caso, se recomienda utilizar la Matriz de Implementación BIM (MiBIM), la que es una herramienta de apoyo metodológico diseñada por Planbim de Corfo, para que las organizaciones y empresas del país puedan realizar una autoevaluación objetiva del estado actual en que se encuentra la incorporación de BIM en sus procesos⁶⁴.

63. Modelo Británico (Bew, Richards), el Modelo de BIM Excellence (Succar), BIM QuickScan (TNO), entre otros.

64. Disponible en: <https://planbim.cl/inicio-mibim/>

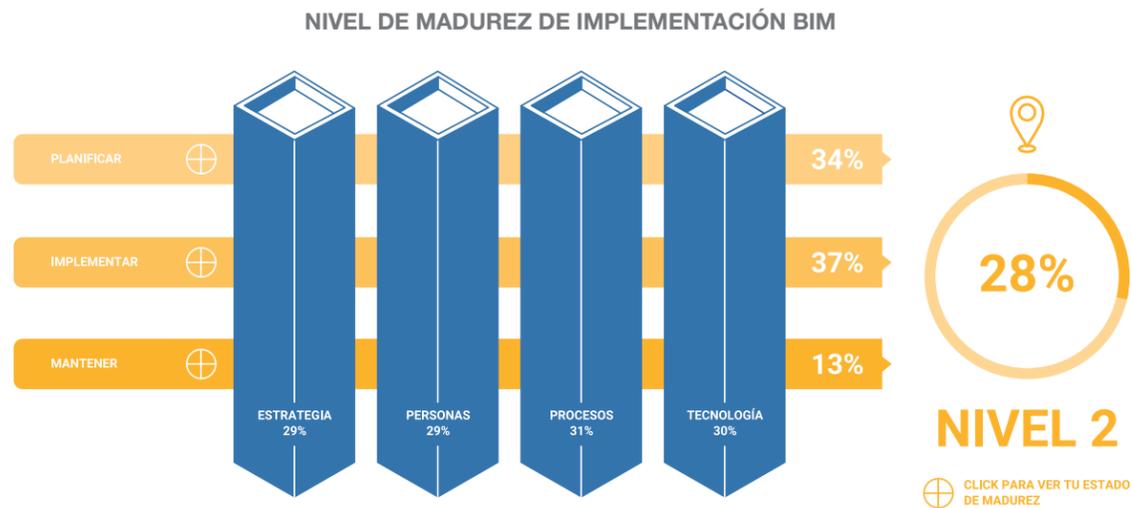
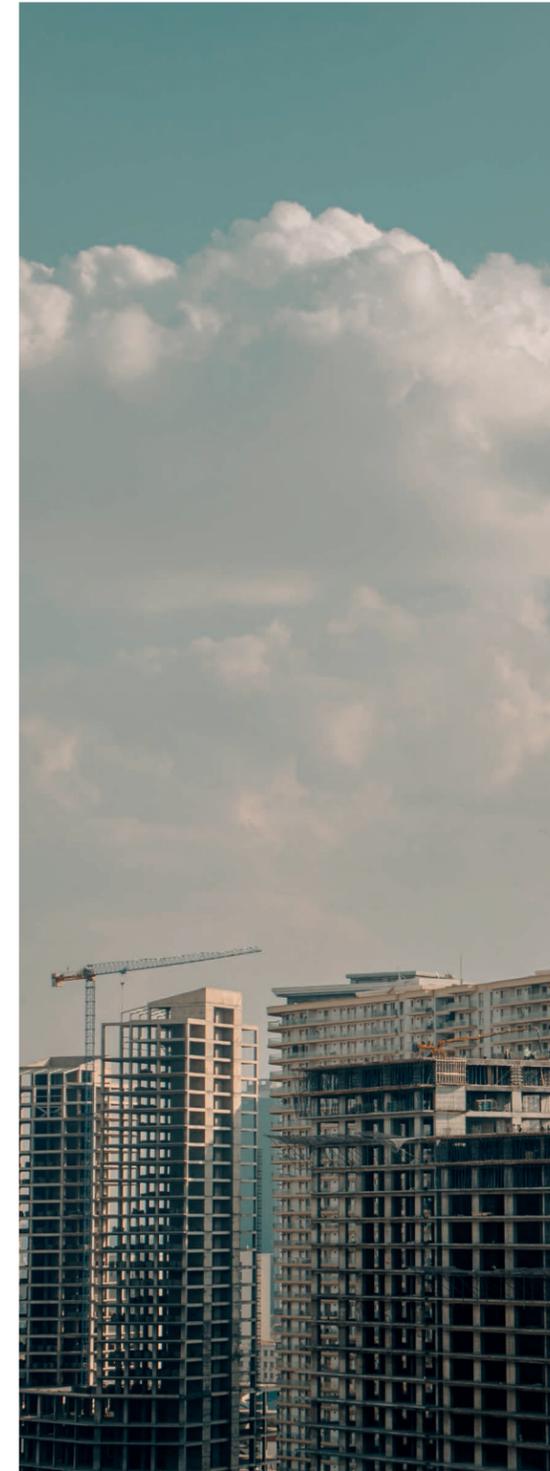


Fig. 40: Ejemplo de instrumento de medición de madurez BIM, MiBIM y los cuatro pilares estratégicos.

Posterior a ello, y entendiendo las problemáticas recurrentes de la empresa en cuanto a la ejecución de proyectos, es que se define la propuesta de valor de BIM para la organización y los beneficios esperados, así como también se desarrolla una estrategia de adopción de BIM con objetivos, metas y etapas, que describe acciones clave relacionadas con cada uno de los 4 pilares de la implementación BIM. Además, se define una hoja de ruta de la implementación, la que, en conjunto con la estrategia, se documenta y socializa por medio de un documento estratégico llamado en el **Plan de Implementación BIM (PIB)**.

El PIB o BIM Implementation Plan (BIP por sus siglas en inglés), define los pasos a seguir de manera progresiva y controlada en el tiempo. Se basa en la revisión de los procesos actuales, la actualización y mapeo de ellos incorporando BIM, para así, asegurar la transformación de los métodos actuales de trabajo hacia un método más avanzado y coordinados de gestión de proyectos, donde cada actor de la cadena de suministro está informado y participa activamente del nuevo enfoque.



5.3.2. Do / Desplegar

Esta etapa conlleva la realización de las estrategias y acciones definidas a corto plazo en el PIB de la empresa. Generalmente conviene ejecutar proyectos piloto para probar el funcionamiento a pequeña escala antes de realizar los cambios a una gran escala o en toda la organización, esto permite reducir posibles impactos negativos y reportar ganancias tempranas.

En este proceso es recomendable mantener al equipo supervisado y, de ser necesario, hacer una prueba piloto con un equipo de avanzada. Sin olvidarse que todo este cambio que se va a hacer con una supervisión y apoyo técnico, para mayor control de factores externos a BIM que distorsionen los resultados. Estos pilotos permitirán levantar información para continuar con la adopción y la aplicación del PIB, entregar reportes para mejoras, y comunicar ventajas de la metodología percibidas en el corto plazo y en base a tareas cotidianas de los equipos.

5.3.3. Check/ Controlar o verificar

Dentro del proceso de adopción, se sugiere llevar adelante acciones con tanto con una mirada a largo plazo, como a corto plazo. Por medio de proyectos piloto y equipos de avanzada, se busca ir reportando ganancias tempranas, medir pequeños cambios, y monitorear los avances de adopción. Durante esta etapa se desplegarán las capacitaciones para acompañar a los equipos en el proceso de transición, la adopción de estándares y desarrollo de procedimientos que permitirán la integración de los nuevos métodos de trabajo colaborativo, y la adquisición de la infraestructura tecnológica necesaria.

Pasado un periodo, los datos de control serán recopilados y analizados, comparándolos con los requisitos especificados inicialmente, para saber si se han cumplido y, en su caso, evaluar si se ha producido la mejora esperada. Así mismo, nos permite detectar a tiempo las brechas que puedan existir entre lo planificado y lo realizado en una organización, y para ello determinar los ajustes necesarios.

Esta etapa de testeo es clave en cambios organizacionales que requieren largo tiempo en su implementación. Ya que permiten detectar errores, ajustar la planificación y levantar alertas en fases tempranas que impactan a un grupo acotado de colaboradores, previo a extrapolar el conocimiento ganado al resto de la organización. Por ello es esencial monitorear la implementación y someter a evaluación el PIB, documentando las conclusiones.

Similar a la filosofía de Agile⁶⁵, que se basa en fragmentos de trabajo breves y efectivos llamados “Sprint”. Sprint es un cierto período de tiempo -de dos a tres semanas de duración- dentro de un ciclo de desarrollo continuo cuando un equipo trabaja para completar una cantidad determinada de trabajo. De acuerdo con la concepción del sprint, un equipo debe completar una cantidad planificada de trabajo y prepararlo para su revisión. Esto permite que exista una revisión continua de los avances, un redireccionamiento cuando es necesario y una guía estratégica y acompañamiento de los equipos de avanzada.

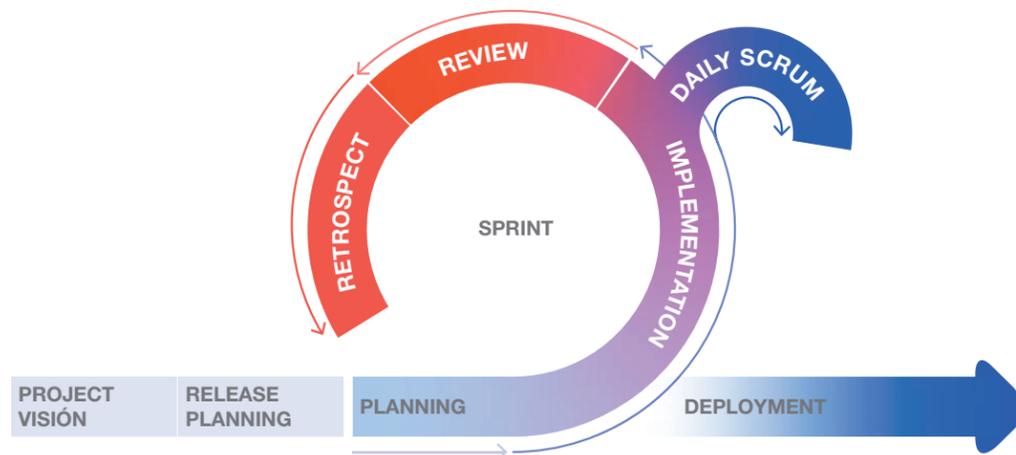
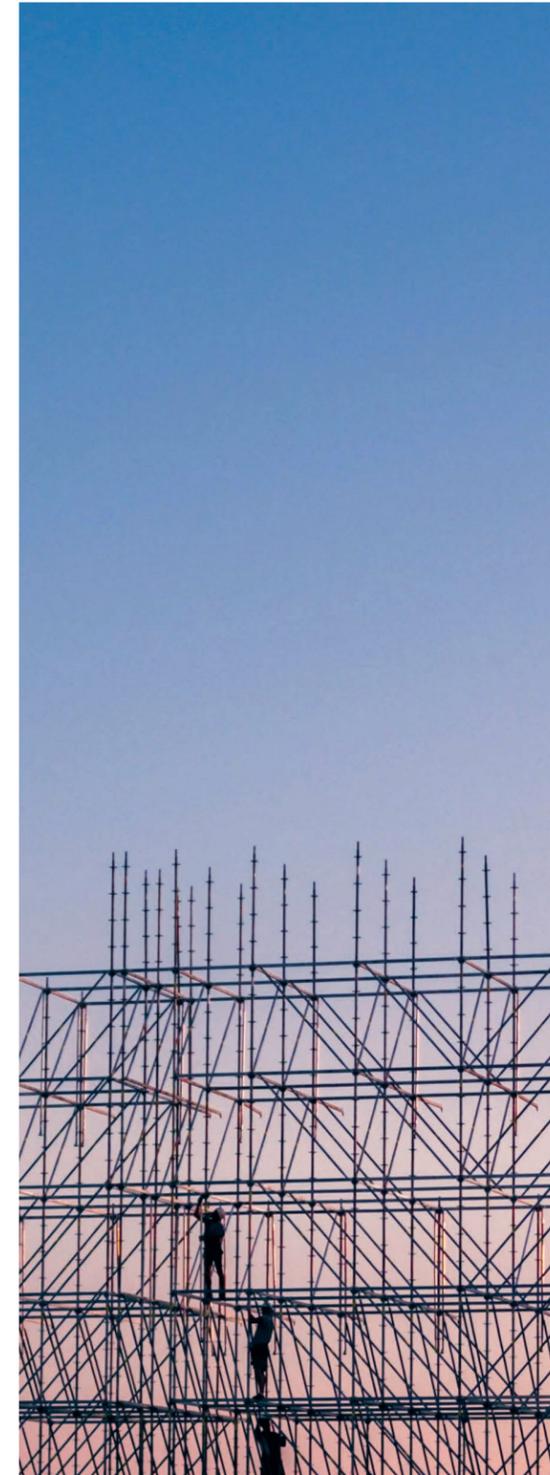


Fig. 41: Ejemplo de sprint definidos en la filosofía Agile o metodología Scrum Agile

65. <http://agilemanifesto.org/iso/es/manifesto.html>



5.3.4. Act / Actuar o ajustar

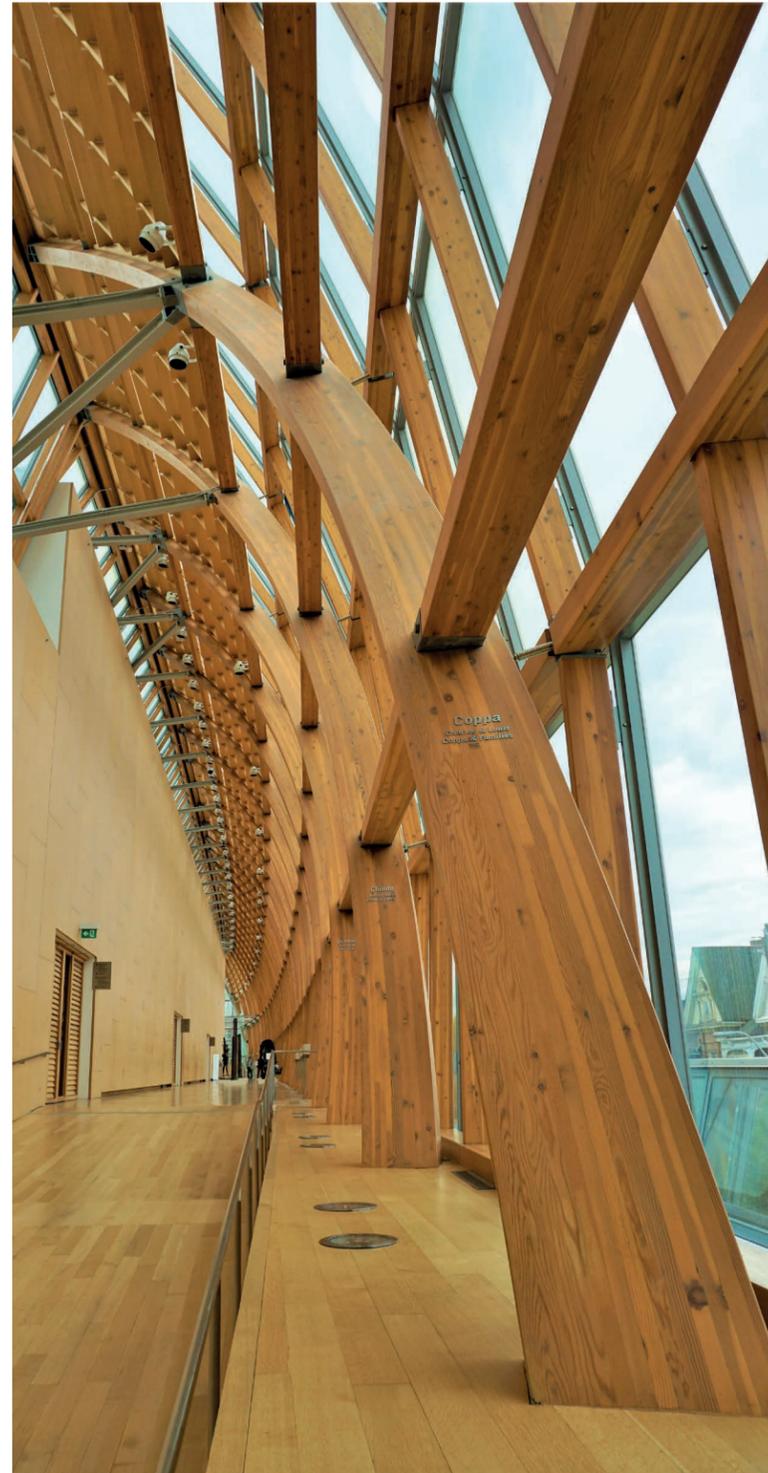
A partir de los resultados conseguidos en la fase anterior se procede a recopilar lo aprendido y a ponerlo en marcha y desplegar en el resto de la organización. También suelen aparecer recomendaciones y observaciones que suelen servir para volver al paso inicial de Planificar y así el círculo de mantiene continuo y dinámico en el tiempo. Esto ayuda a las personas que se inician en el ciclo PDCA a comprender que el cuarto paso tiene que ver con la idea de cerrar el ciclo con la realimentación para acercar los resultados obtenidos a los objetivos.

A esta altura del proceso, ya se han realizado las acciones señaladas en el PIB para el corto y mediano plazo. Se formaliza el levantamiento de lecciones aprendidas y difusión de estas, así como también el seguimiento a los KPI's o indicadores de metas definidos en el PIB u otros que pudieron incorporarse en el tiempo. Cualquiera sea la ruta que se tome, es imperativo que el proceso se mantenga bajo revisión constante por un patrocinador o líder BIM de la organización, analizando resistencias al cambio, levantando alertas de posibles obstáculos y generando mecanismos para sobrellevarlos.

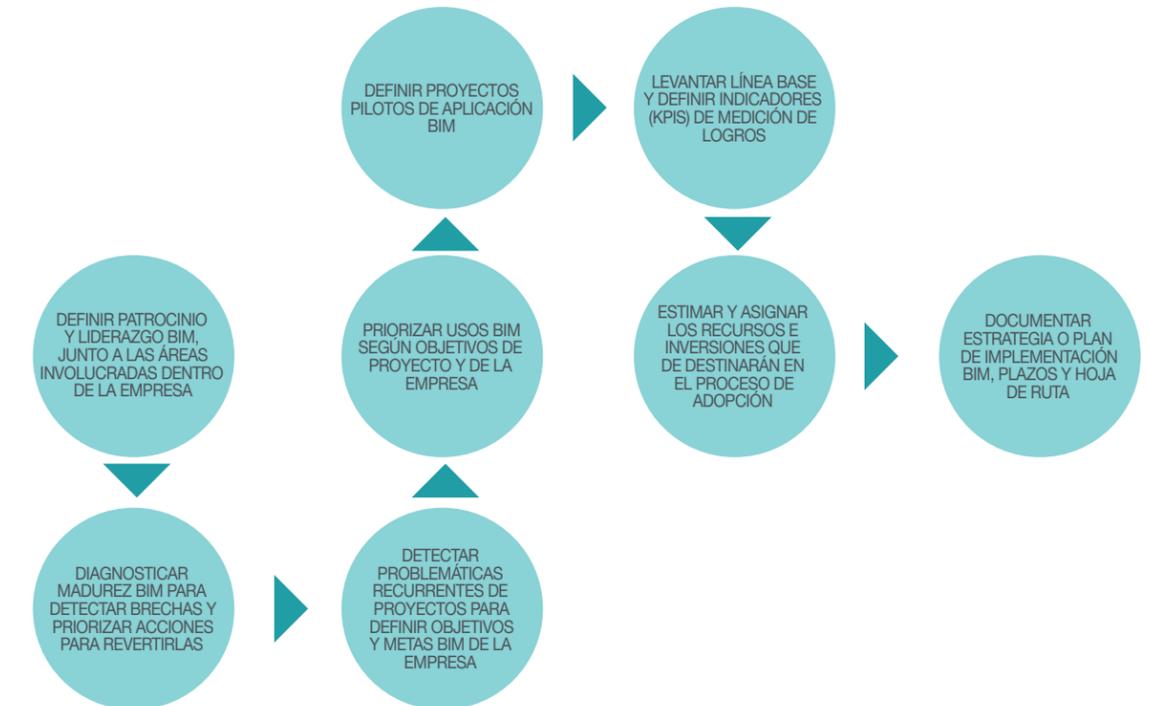
5.4. Planificación de la adopción de BIM: el paso a paso

Dar el salto hacia la adopción de BIM y generar el convencimiento al interior de la organización, requiere de una primera fase de comprender el impacto que esto generará en la empresa, sopesar las inversiones y los recursos que se requerirán, y desde luego poder evaluar y comunicar los beneficios que se esperan capturar. Como una forma de ayudar a visualizar dicho proceso inicial y el impacto de adoptar BIM en la organización, a continuación, se esquematiza una guía de los pasos iniciales que deben ejecutarse en torno a BIM en esta primera fase de “Planificación”, previo al despliegue o etapa de pilotaje.

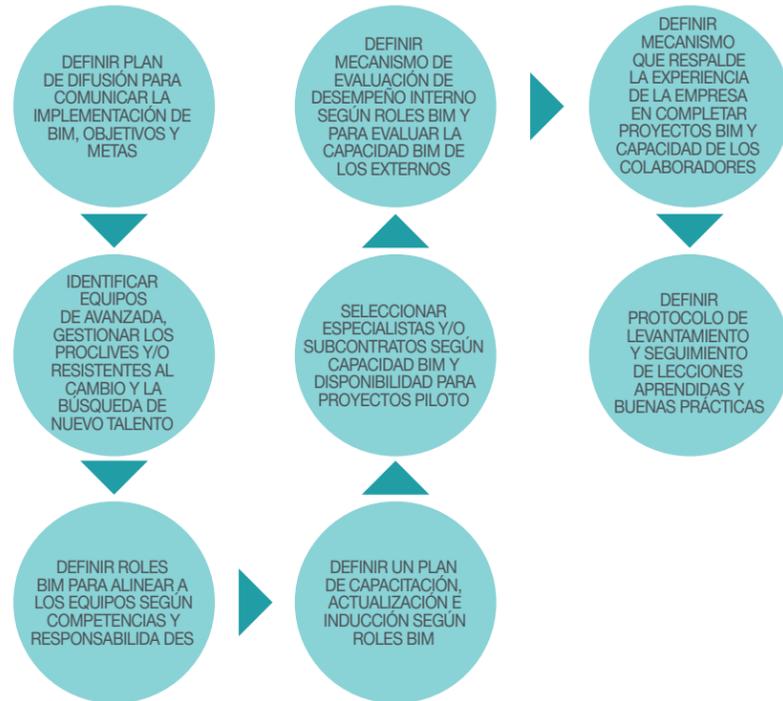
Estos primeros pasos están organizados según los 4 pilares estratégicos de BIM y se han definido gracias al apoyo y conocimiento de representantes de las 11 empresas “early adopters” que han acompañado este estudio, junto con la revisión de literatura y la referencia de otras guías.



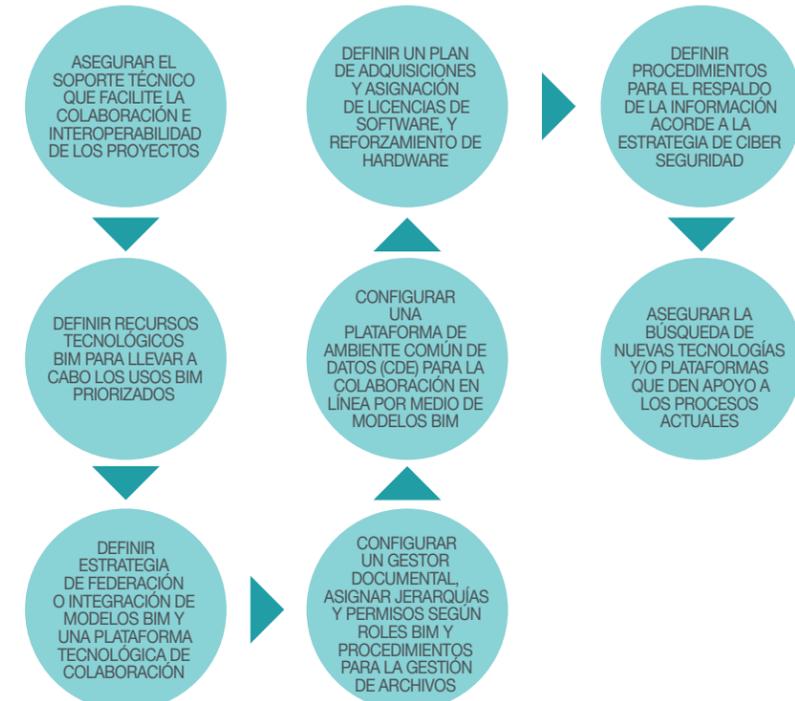
PASOS PILAR 1: GESTIÓN ESTRATÉGICA



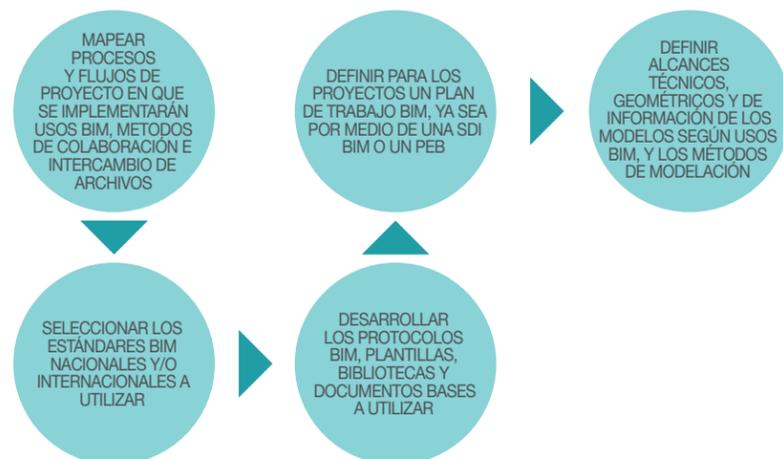
PASOS PILAR 2: GESTIÓN DE PERSONAS



PASOS PILAR 4: GESTIÓN DOCUMENTAL Y TECNOLÓGICA



PASOS PILAR 3: GESTIÓN DE PROCESOS Y ESTANDARIZACIÓN



5.5. Matriz del paso a paso en la etapa de planificación (en desarrollo)

30 PASOS PARA LA ADOPCIÓN BIM

GESTIÓN ESTRATÉGICA

- | | | | | | | |
|--|---|---|--|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Definir el patrocinio y liderazgo BIM, junto a las áreas involucradas dentro de la empresa | Diagnosticar la Madurez BIM para detectar brechas y priorizar acciones para revertirlas | Detectar problemáticas recurrentes para definir objetivos, metas y Usos BIM | Definir proyectos piloto de aplicación BIM | Levantar línea base y definir indicadores (KPIs) de medición de logros | Estimar y asignar los recursos e inversiones para el proceso de adopción | Documentar estrategia o Plan de Implementación BIM, plazos y hoja de ruta |

GESTIÓN DE PERSONAS

- | | | | | | | |
|---|---|---|--|--|--|--|
| 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Definir un plan de difusión para comunicar la Implementación de BIM | Identificar equipos de avanzada, gestionar los proclives y/o resistentes al cambio y la búsqueda de nuevo talento | Definir Roles BIM para alinear a los equipos según competencias y responsabilidades | Definir un plan de capacitación, actualización e inducción según Roles BIM | Seleccionar especialistas y/o subcontratos según capacidad BIM | Definir mecanismos de evaluación de desempeño según roles y respaldo de la experiencia BIM de la empresa | Planificar el levantamiento y difusión de lecciones aprendidas |

GESTIÓN DE PROCESOS Y ESTANDARIZACIÓN

- | | | | | |
|---|--|--|---|---|
| 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| Mapear los procesos y flujos de proyecto en que se aplican los Usos BIM y métodos de colaboración | Seleccionar los estándares BIM nacionales y/o internacionales a utilizar | Desarrollar los protocolos BIM, plantillas, bibliotecas y documentos base a utilizar | Definir para los proyectos un plan de trabajo BIM, ya sea por medio de una SDI BIM o un PEB | Definir los alcances técnicos, geométricos y de información de los Modelos BIM, y los métodos de modelación |

GESTIÓN DOCUMENTAL Y TECNOLÓGICA

- | | | | | | |
|---|--|--|--|---|--|
| 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Definir los recursos tecnológicos BIM y el soporte TI | Definir un plan de adquisiciones y asignación de licencias de software y/o desarrollos propios | Configurar un Gestor Documental y/o un CDE para la colaboración en línea | Definir estrategia de federación o integración de Modelos BIM y una plataforma tecnológica de colaboración | Definir procedimientos para el respaldo de la información acorde a la estrategia de ciber seguridad | Asegurar la búsqueda de nuevas tecnologías y/o plataformas que den apoyo a los procesos actuales |

06. Casos de éxito de empresas nacionales que han capturado el valor de BIM

El siguiente capítulo, tiene por objetivo compartir a modo de ejemplo e inspiración, la experiencia de adopción de BIM de empresas nacionales, ya sean grandes, medianas y/o pequeñas. A todas ellas las hemos denominado “early adopters”, ya que en su mayoría han iniciado de manera temprana un proceso de adopción de BIM. Si bien, cada una de ellas ha llevado adelante su propio método y camino de implantación, todas confluyen en la definición de procesos estructurados que han abarcado a todo el quehacer de la empresa, y se han basado en un modelo centrado en la estandarización, que les ha permitido, no solo llevar proyectos BIM adelante y con éxito, sino que también, transitar a modos de trabajo basados en la colaboración.

Para llevar a cabo el proceso de selección, se desarrolló una encuesta a empresas socias y no socias de la CChC. En base a los resultados arrojados se invitó a participar 11 de ellas, las que destacaron por factores de madurez BIM y métodos de adopción definidos y estructurados. Se procuró que esta selección represente tanto a empresas mandantes como ejecutoras en BIM, y que sean desarrolladoras de diferentes tipos de proyectos, tales como: vivienda, salud, educación, retail, entre otros. La diversidad de empresas de la cadena de valor de los proyectos de edificación está cubierta al tener representatividad de las diferentes áreas del sector, tales como: inmobiliaria, constructora, ingeniería estructural, arquitectura, especialidad, startup tecnológica e ITO.

TIPO EMPRESA	NOMBRE EMPRESA	REPRESENTANTE
INMOBILIARIA	INMOBILIARIA SIENA	MAURICIO CARRION
ARQUITECTURA	BADIA Y SOFFIA ARQUITECTOS	FELIPE SOFFIA JUAN PABLO BADIA
	CARVAJAL CASARIEGO RIESCO	JUAN CASARIEGO CÓRDOBA JOSÉ RIESCO
	SABBAGH ARQUITECTOS	FELIPE SABBAGH
INGENIERÍA ESTRUCTURAL	DELPORTE INGENIEROS	CRISTIAN DELPORTE CRISTIAN CORNEJO LORCA
	VPA INGENIERÍA	ENZO VALLADARES
START UP	FOURDPLAN	DANIEL MOLINA
CONSTRUCTORA	LD CONSTRUCTORA	MATÍAS VALCARCE
ITO	ZAÑARTU INGENIEROS CONSULTORES	SERGIO CLAVERÍA GUTIÉRREZ ALEJANDRO GONZÁLEZ
	ESPECIALIDADES	MVQ INGENIERÍA LTDA
GRUPOBIM INGENIERÍA		JOSÉ SILVA

ARQUITECTURA

Badia+Soffia



Nº1 Badia+Soffia

Badia+Soffia

Nombre proyecto

Edificio Bondi

Año

2015

Principales tipologías de proyectos que desarrolla la empresa



Vivienda en altura



Vivienda de interés social



Oficinas

BADIA + SOFFIA es un estudio de arquitectura chileno, fundado en 1994, especializado en arquitectura residencial y con un amplio portafolio de proyectos en el área. Por más de 27 años han diseñado, coordinado y supervisado gran cantidad de proyectos de diversas escalas, incluyendo: 1.173.600m² diseñados y construidos, 6.200 departamentos y 9.500 casas. Son pioneros en Chile en la implementación de la metodología BIM en el desarrollo arquitectónico. Desde el año 2006 todos sus proyectos han sido desarrollados usando esta tecnología.

Arquitectos

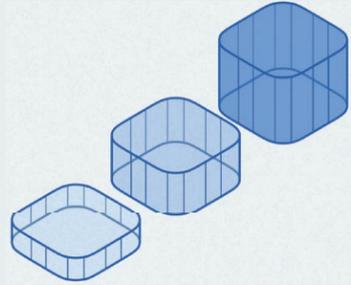
Juan Pablo Badia

Felipe Soffia

badia-soffia.cl

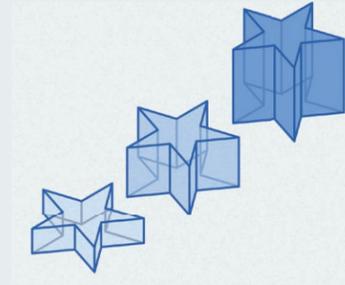


Objetivos BIM planteados



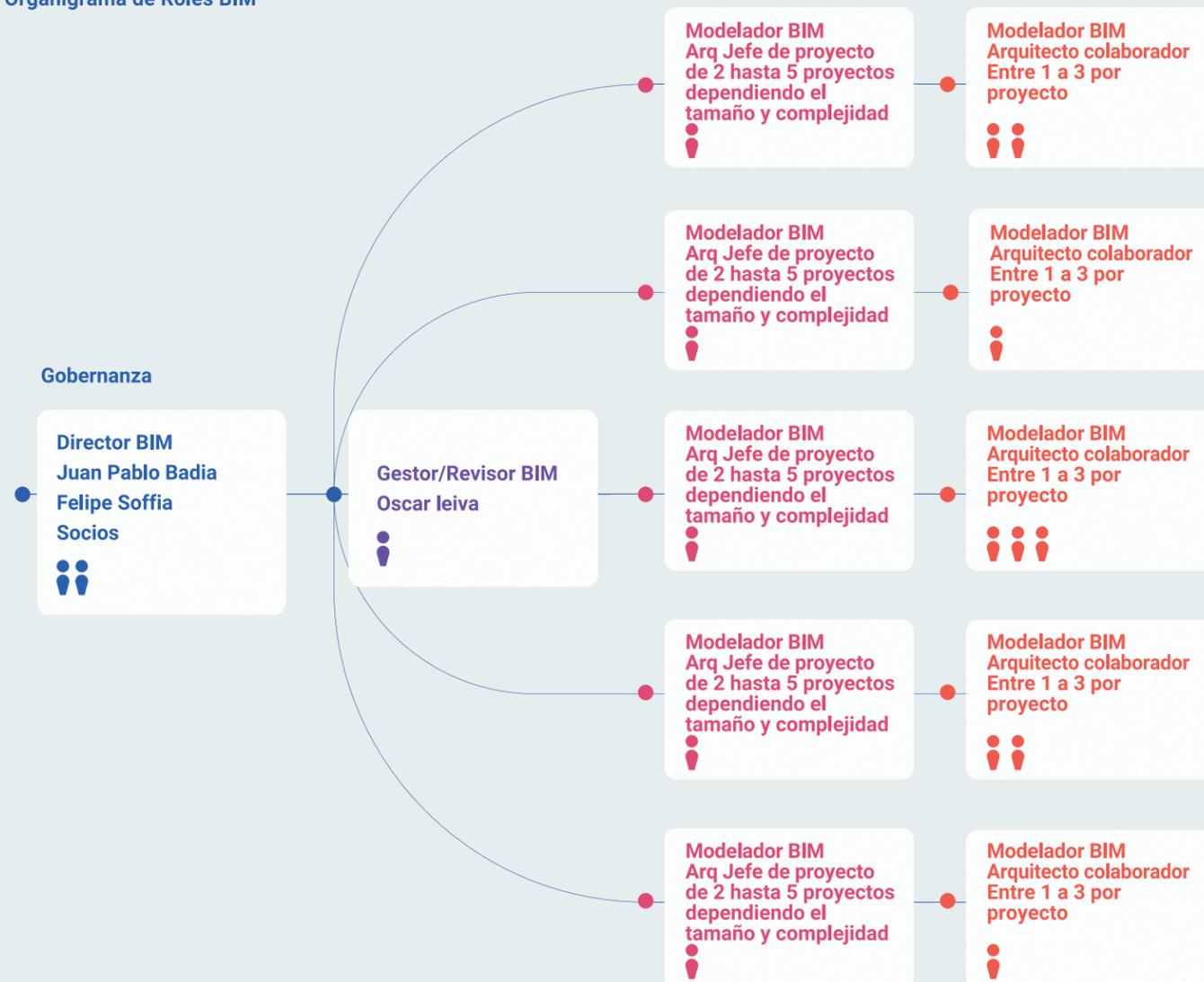
- Mejorar la eficiencia y eficacia
- Mejorar la visualización de proyectos
- Minimizar los errores y lagunas de información
- Elevar la calidad de los productos entregados
- Eliminar las incertezas de los proyectos
- Mejorar la calidad de la información, sin indefiniciones, proyectos completos

Beneficios BIM percibidos



- Mejora en los tiempos del proceso de diseño
- Mejoramiento en la visualización del proyecto
- Aumenta la calidad del producto entregado al cliente
- Mejoramiento en el orden de la información del proyecto

Organigrama de Roles BIM



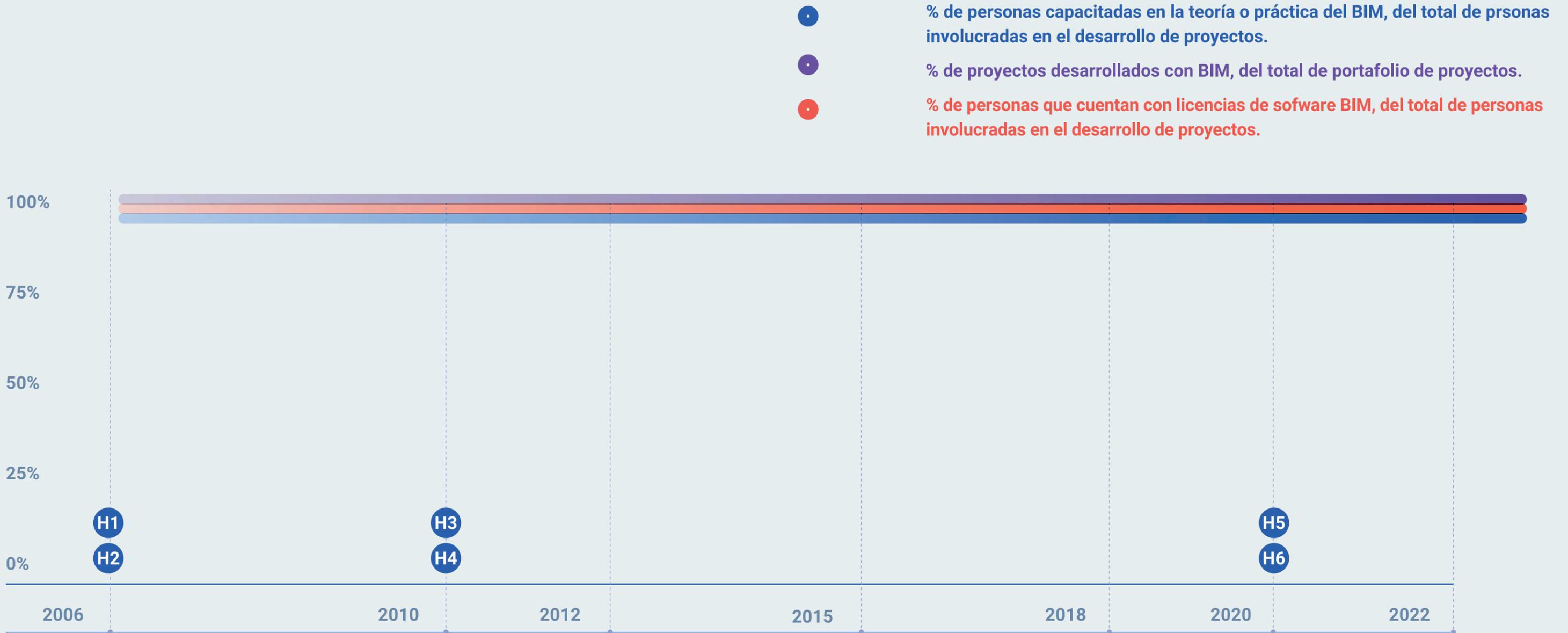
Usos BIM

● Planificación ● Diseño ● Construcción ● Operación

1. Levantamiento de condiciones existentes
 2. Estimación de cantidades y costos
 3. Planificación de fases
 4. Análisis del cumplimiento del programa espacial (zonificación)
 5. Análisis de ubicación
 6. Coordinación 3D
 7. Diseño de especialidades
 8. Revisión de diseño
 9. Análisis estructural
 10. Análisis lumínico
 11. Análisis energético
 12. Análisis mecánico
 13. Otros análisis de ingeniería
 14. Evaluación de sustentabilidad
 15. Validación normativa
 16. Planificación de obra
 17. Diseño sistemas constructivos
 18. Fabricación digital
 19. Control de obra
 20. Modelación as-built
 21. Gestión de activos
 22. Análisis de sistemas
 23. Mantenimiento preventivo
 24. Gest. y seguimiento de espacios
 25. Plan. y gestión de emergencia
- Usos BIM utilizados actualmente
● Usos BIM que se usarán a futuro
● Usos BIM no utilizados

LÍNEA DE TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN BIM

Badia+Soffia



Hito 1
Proyecto Piloto BIM

Hito 2
Adquisición de software BIM

Hito 3
Desarrollar los protocolos BIM, plantillas, bibliotecas y documentos base a utilizar

Hito 4
Reforzar Hardware y equipos

Hito 5
Contingencia por pandemia nueva forma de trabajar

Hito 6
BIM 360



Nº2 CC+RR Arquitectos

Nombre proyecto

Hospital de Curicó 110.000 m² construidos, desarrollado bajo decreto 108, es uno de los primeros proyectos públicos desarrollados completamente con la metodología BIM y con certificación CES.

Año
2021

CC+RR Arquitectos

Carvajal Casariego + Riesco Rivera (CC+RR) arquitectos surge de la fusión de ambas oficinas con el objetivo de desarrollar proyectos complejos en el ámbito de Latinoamérica. Su experiencia abarca más de cincuenta proyectos, realizados con la vocación de integrar las realidades constructivas y tecnológicas de la construcción con los ideales que persiguen la creación de un hábitat confortable, funcional y hermoso, específico de cada proyecto.

Principales tipologías de proyectos que desarrolla la empresa



Vivienda de baja y media densidad



Oficinas



Hospitalario y salud

Arquitectos

Gador de Carvajal

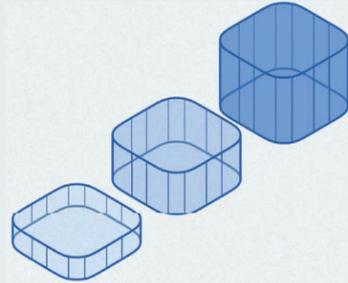
Juan Casariego

José Riesco

ccrrarquitectos.com

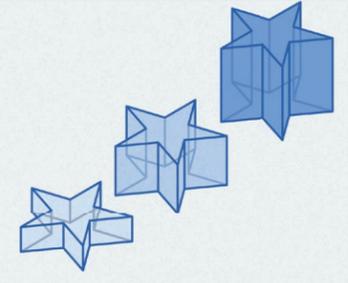


Objetivos BIM planteados



- Explorar con nuevos procesos de producción para generar
- Mejorar la colaboración entre equipos multidisciplinares, optimizando los flujos de trabajo y disminuyendo dificultades en el proceso de ejecución de obra
- Explorar la posibilidad de participar en proyectos con diferentes complejidades de forma internacional
- Mejorar la trazabilidad de los proyectos
- Mejorar la eficiencia de la oficina y el desarrollo de los proyecto a a través de una base de datos y bibliotecas

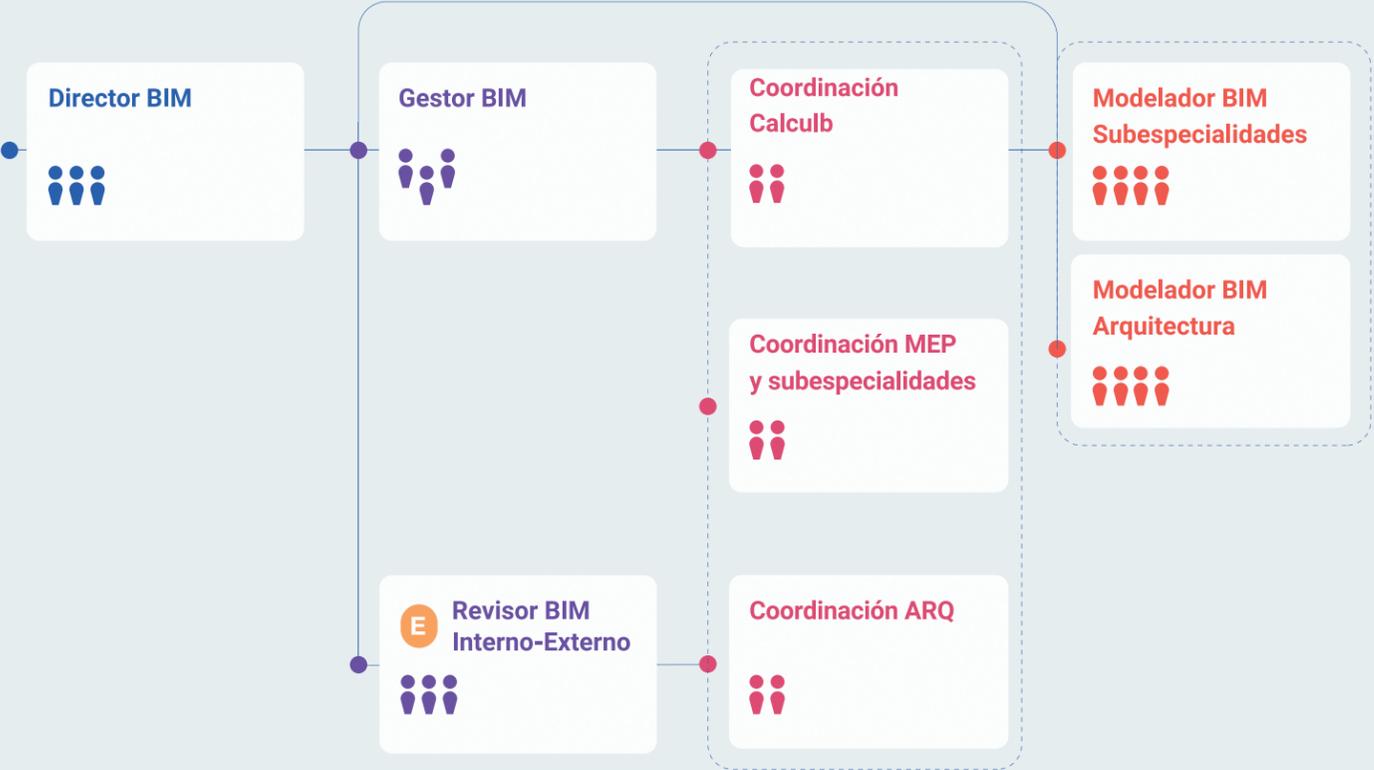
Beneficios BIM percibidos



- Mejora la trazabilidad dentro y fuera de la oficina
- Mejora de los procesos de coordinación
- Mejora en la definición de las estructuras de trabajo
- Permite el trabajo multidisciplinario de mayor escala y en paralelo
- Mayor horizontalidad y participación en el trabajo diario
- Facilita la implementación de nuevas relaciones de trabajo

Organigrama de Roles BIM

E Roles externos a la empresa



Usos BIM

- Planificación
- Diseño
- Construcción
- Operación

1. Levantamiento de condiciones existentes
2. Estimación de cantidades y costos
3. Planificación de fases
4. Análisis del cumplimiento del programa espacial (zonificación)
5. Análisis de ubicación
6. Coordinación 3D
7. Diseño de especialidades
8. Revisión de diseño
9. Análisis estructural
10. Análisis lumínico
11. Análisis energético
12. Análisis mecánico
13. Otros análisis de ingeniería
4. Evaluación de sustentabilidad
15. Validación normativa
16. Planificación de obra
17. Diseño sistemas constructivos
18. abricación digital
19. Control de obra
20. Modelación as-built
21. Gestión de activos
22. Análisis de sistemas
23. Mantenimiento preventivo
24. Gest. y seguimiento de espacios
25. Plan. y gestión de emergencia

- Usos BIM utilizados actualmente
- Usos BIM que se usarán a futuro
- Usos BIM no utilizados

CC+RR Arquitectos

Línea de tiempo

Implementación

BIM



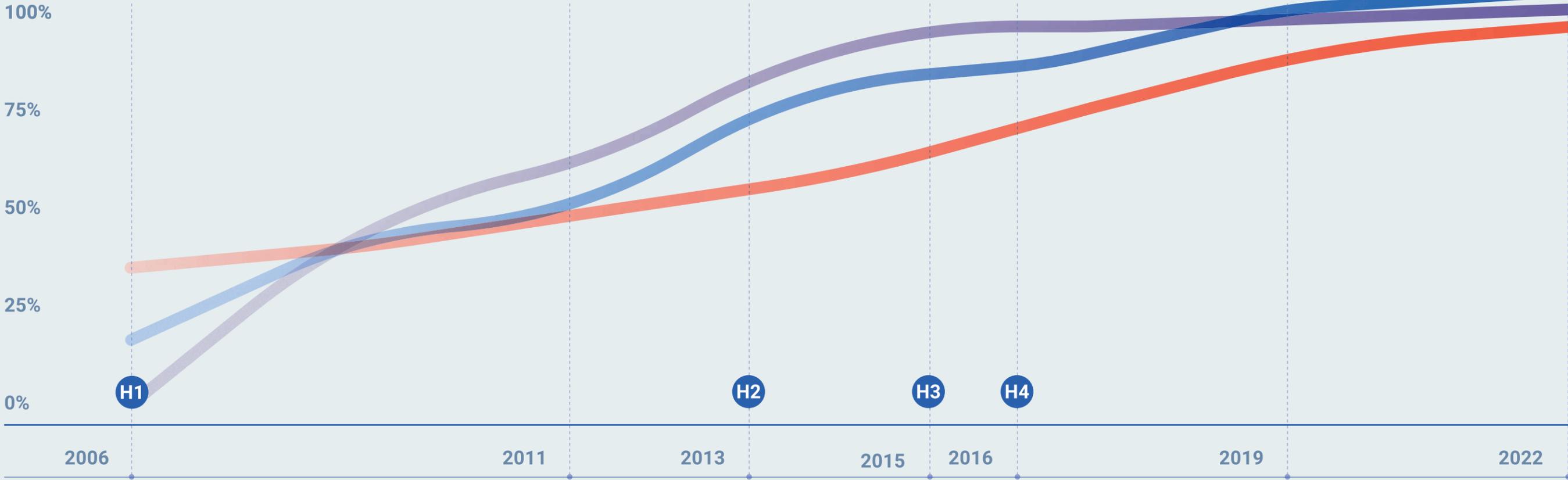
% de personas capacitadas en la teoría o práctica del BIM, del total de prsonas involucradas en el desarrollo de proyectos.



% de proyectos desarrollados con BIM, del total de portafolio de proyectos.



% de personas que cuentan con licencias de software BIM, del total de personas involucradas en el desarrollo de proyectos.



Hito 2
Proyecto Piloto BIM

Hito 3
Proyecto emblemático BIM

Hito 2
Documentar una Estrategia o Plan de Implementación BIM

Hito 4
Desarrollar SDI BIM o PEB



N°3 Delporte

Nombre proyecto

Edificio Linch

Ubicado en Iquique, corresponde al primer proyecto en que se hicieron cargo, además de cálculo, de la coordinación y desarrollo de especialidades. En la imagen corresponde al diseño de anteproyecto de arquitectura solo a nivel de pisos tipo, con esto fue suficiente para poder comprenderlo y comenzar con los anteproyectos de cálculo y especialidades.

Año

2019

Delporte

Empresa nativa de Ingeniería Estructural con 25 años de experiencia en el mercado, la nómina es de alrededor de 40 personas entre Gerencias, Producción y Administración. Desde el año 2016 incorpora software BIM al desarrollo de Ingeniería Estructural, luego 2018 incorpora como servicio la Gestión y Coordinación BIM de proyectos, luego el 2020 incorpora el diseño de especialidades MEP. Está ubicada en la Región Metropolitana, no dispone de sucursales. El 2021 se incorpora el servicio de BIM en obra

Principales tipologías de proyectos que desarrolla la empresa

Vivienda en altura



Vivienda de baja densidad



Industrial y montaje

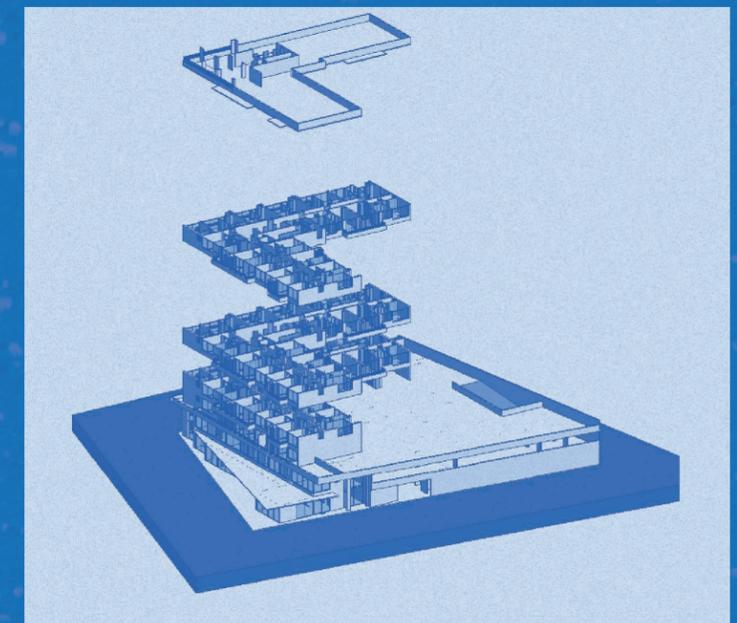
Dueño

Cristian Delporte

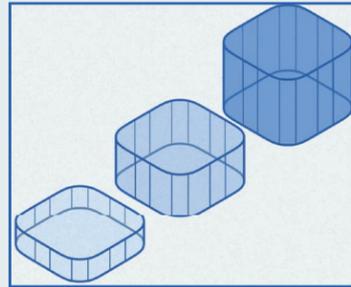
Equipo BIM

Cristian Cornejo

Gerardo Jirón

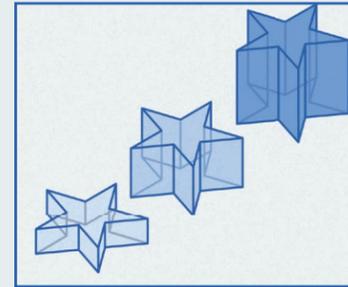
delporte.cl

Objetivos BIM planteados



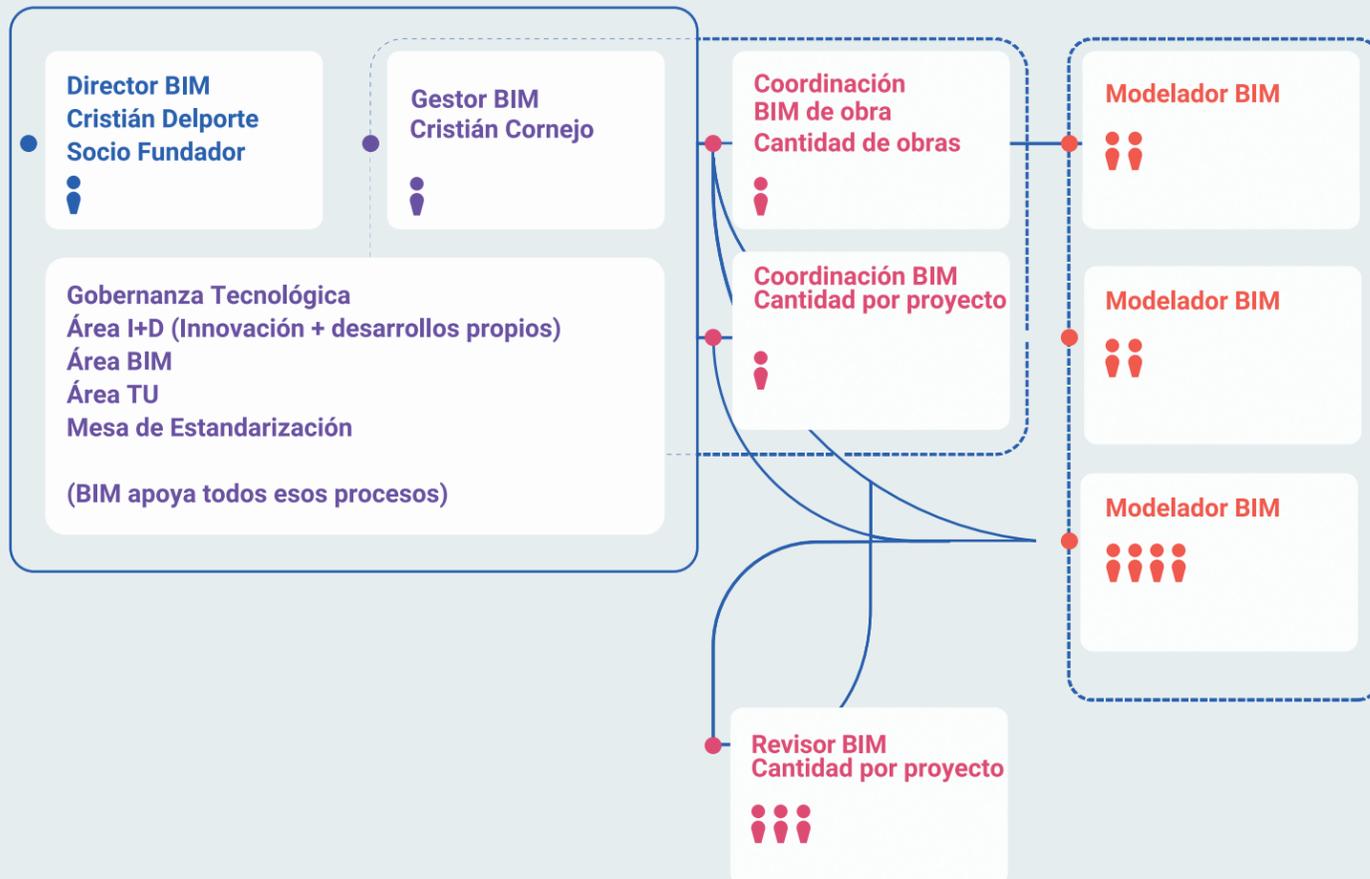
- Mejorar la calidad del diseño
- Mejorar la coordinación de los proyectos
- Disminuir RDIs de Obra
- Mejorar la economía de los proyectos
- Mejorar los tiempos de desar

Beneficios BIM percibidos

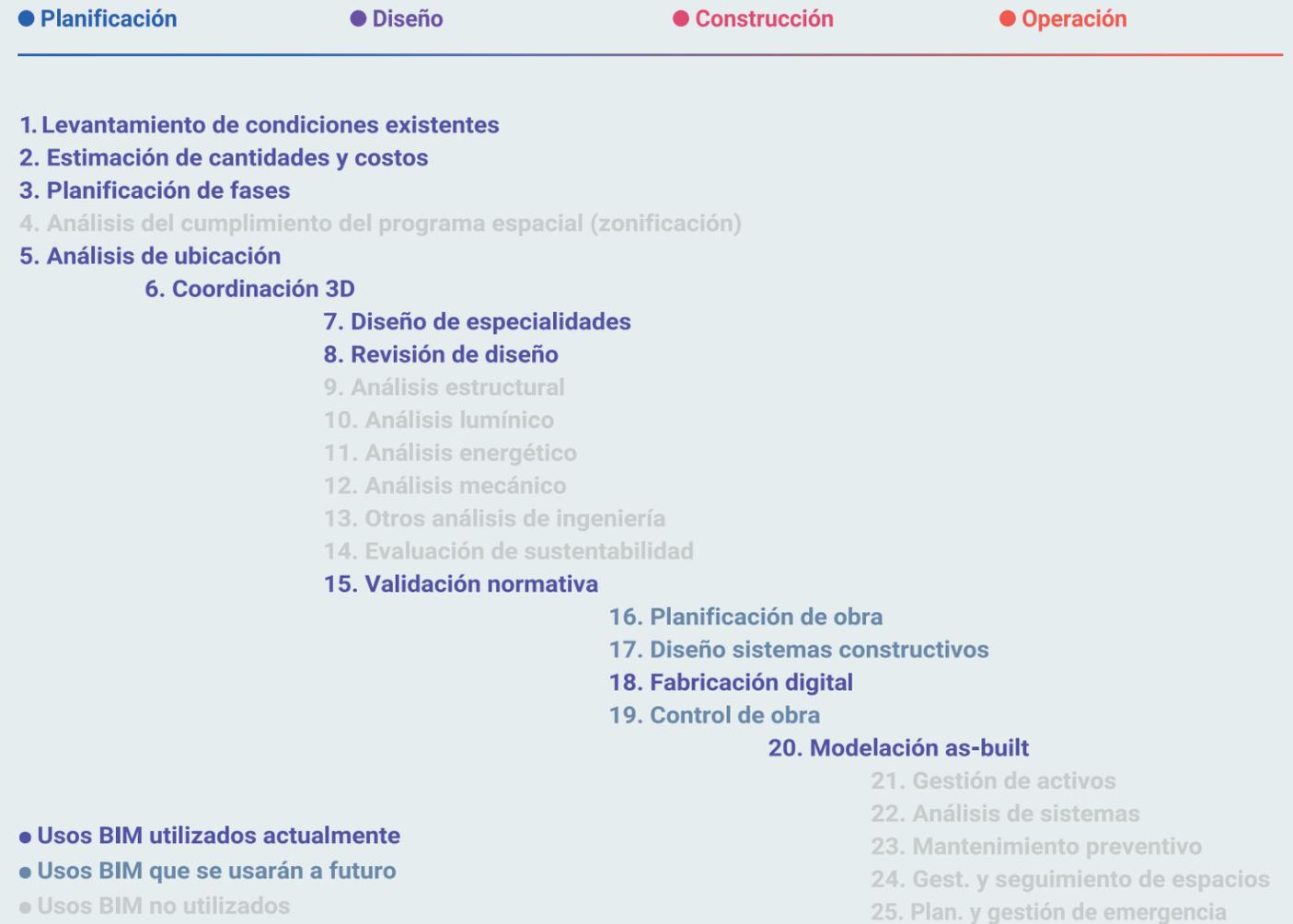


- Mejora el entendimiento de la Arquitectura de los proyectos
- Mejora la eficiencia y precisión en trazado de especialidades respecto a la Arquitectura del proyecto
- Menos RDIs de obra
- Mejora la comunicación entre los involucrados de proyecto

Organigrama de Roles BIM



Usos BIM



Línea de tiempo

Implementación

BIM



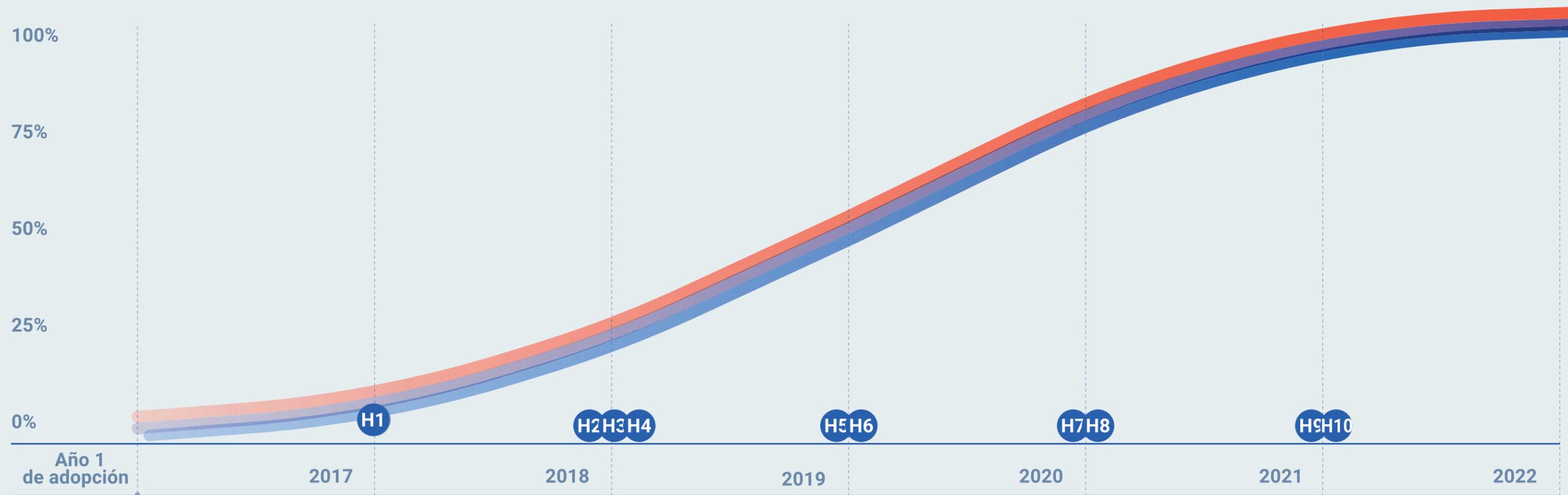
% de personas capacitadas en la teoría o práctica del BIM, del total de prsonas involucradas en el desarrollo de proyectos.



% de proyectos desarrollados con BIM, del total de portafolio de proyectos.



% de personas que cuentan con licencias de software BIM, del total de personas involucradas en el desarrollo de proyectos.



Hito 1
Capacitón en BIM 1 ingeniero (diplomado)

Hito 2
Adquisición de software BIM

Hito 3
Llega Gestor BIM

Hito 4
Proyecto Piloto BIM

Hito 5
Defi

Hito 6
Definir los Roles BIM

Hito 7
Diagramar los flujos de procesos de proyectos con BIM

Hito 8
Desarrollar SDI BIM o un PEB

Hito 9
Seleccionar los estándares BIM nacionales o internacionales a utilizar

Hito 10
Desarrollar los protocolos BIM, plantillas, bibliotecas y documentos base a utilizar

START UP

Fourdplan



Nº4 Fourdplan

Nombre proyecto

Núcleo San Diego
Coordinación BIM – Virtual Design & Construction
Planificación y Control Obra Gruesa
Lean BIM 34.000m²

Año
2018

Fourdplan

Fourdplan es una empresa de ingeniería, construcción, desarrollo y servicios con un fuerte enfoque tecnológico utilizando como base la metodología BIM (Building Information Modeling), VDC (Virtual Design & Construction) y AWP (Advanced work Packaging) para proyectos de infraestructuras, minería, industriales y construcción. Ha desarrollado aplicaciones en realidad virtual, realidad aumentada, además de haber desarrollado Fourdplan Connection Cloud una plataforma BIM 4D Cloud colaborativa para la planificación, gestión y control de proyecto de Infraestructura, construcción y montaje industrial, con Reportabilidad, analítica en tiempo real, totalmente Cloud.

Principales tipologías de proyectos que desarrolla la empresa



Vivienda en altura



Obras civiles e infraestructura



Minería

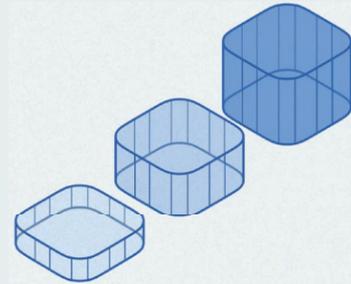
Socios de la empresa

Daniel Molina
Francisco Muñoz

fourdplan.com

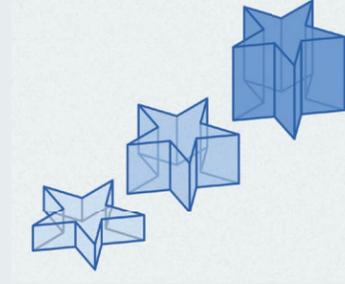


Objetivos BIM planteados



- Mejorar la secuencias constructivas y control de obra utilizando BIM
- Aumentar la productividad y ritmo en el proceso constructivo
- Reducir los plazos y los costos
- Disminuir el tiempo de coordinación de especialidades
- Solucionar el 100% de las RFI
- Resolver el 100% de las interferencias
- Desarrollar modelos 4D y 5D para hormigonado y terminaciones
- Planificar secuencias constructivas y terminaciones
- Desarrollar la capacidades de seguimiento y control de avance de proyecto BIM

Beneficios BIM percibidos

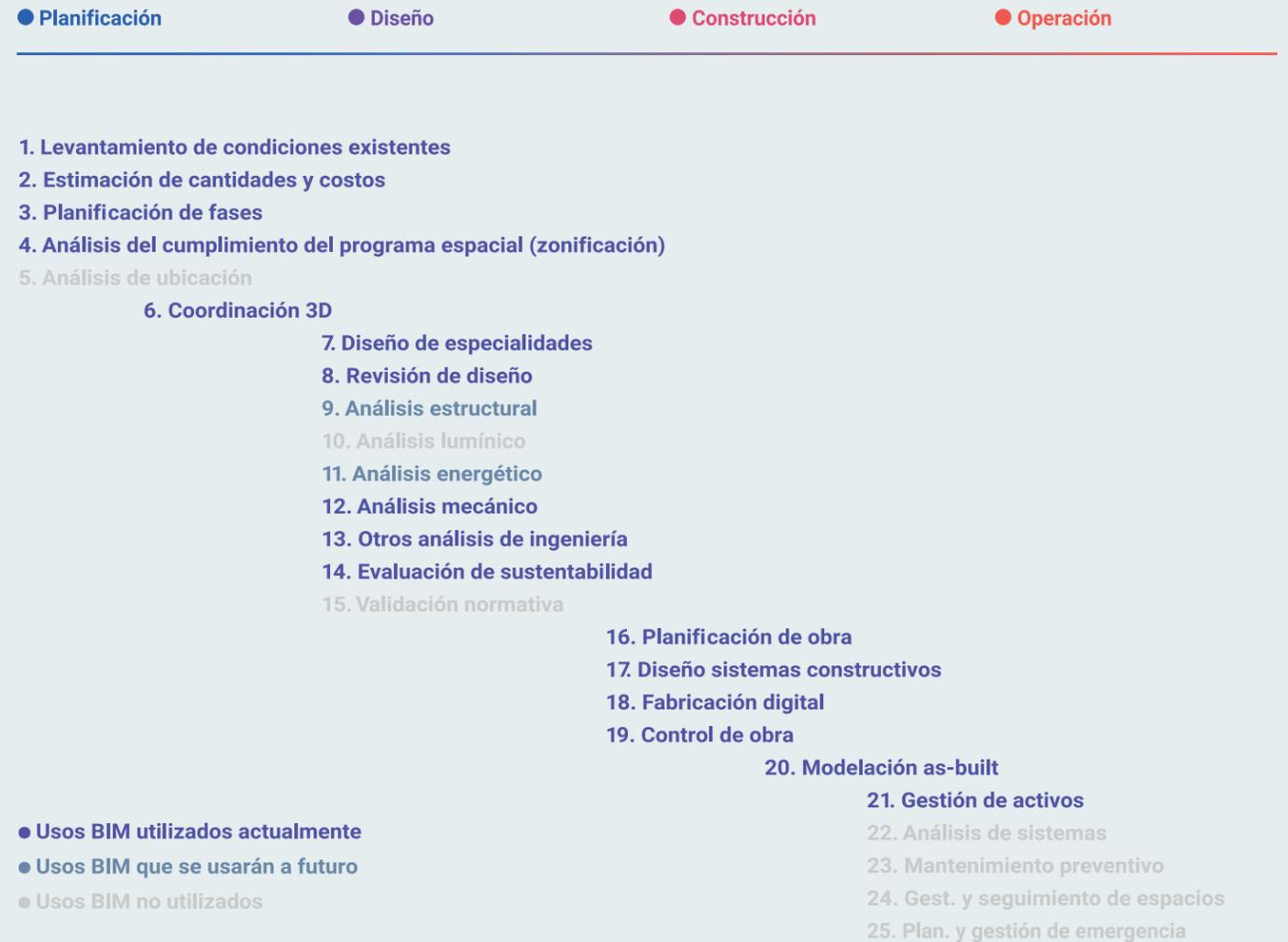


- Mejora en la comunicación entre la empresa de arquitectura, la constructora y el cliente final
- Mejor en el seguimiento de la obra durante la construcción
- Mejor en la capacidad de modelado BIM para la ubicación de grúas y bombas THD sincronizado con los sistemas de drenajes
- Mejor en la integración en modelo coordinado con todas las especialidades, planificación 4D y 5D, control de avance en obra

Organigrama de Roles BIM



Usos BIM



Línea de tiempo

Implementación

BIM



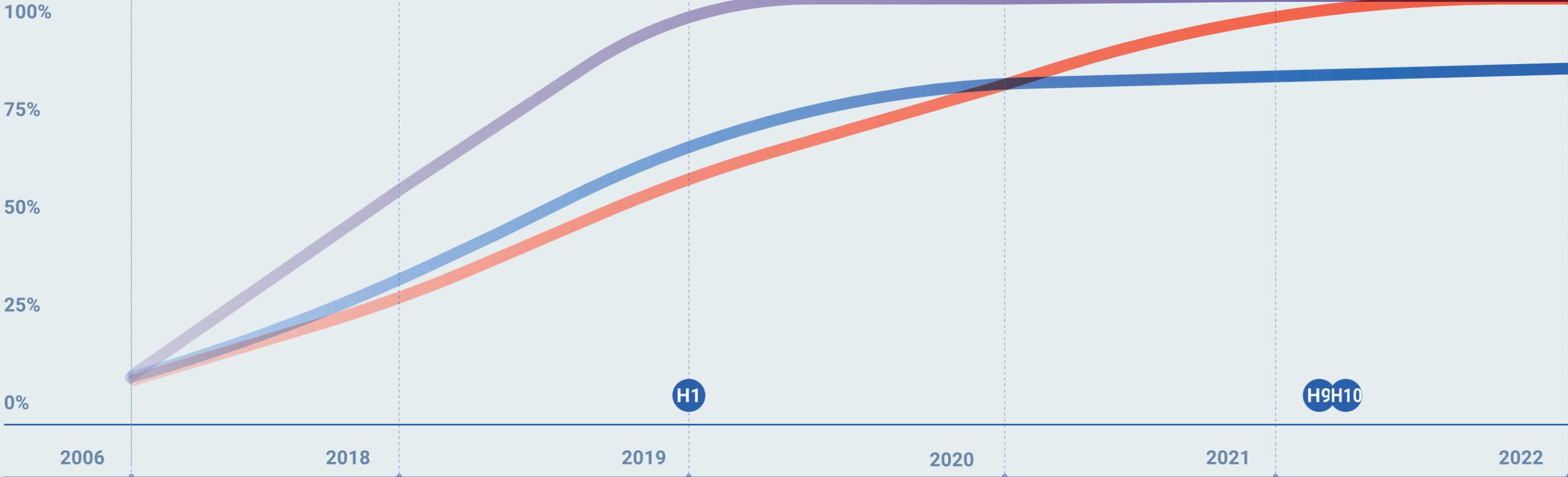
% de personas capacitadas en la teoría o práctica del BIM, del total de prsonas involucradas en el desarrollo de proyectos.



% de proyectos desarrollados con BIM, del total de portafolio de proyectos.



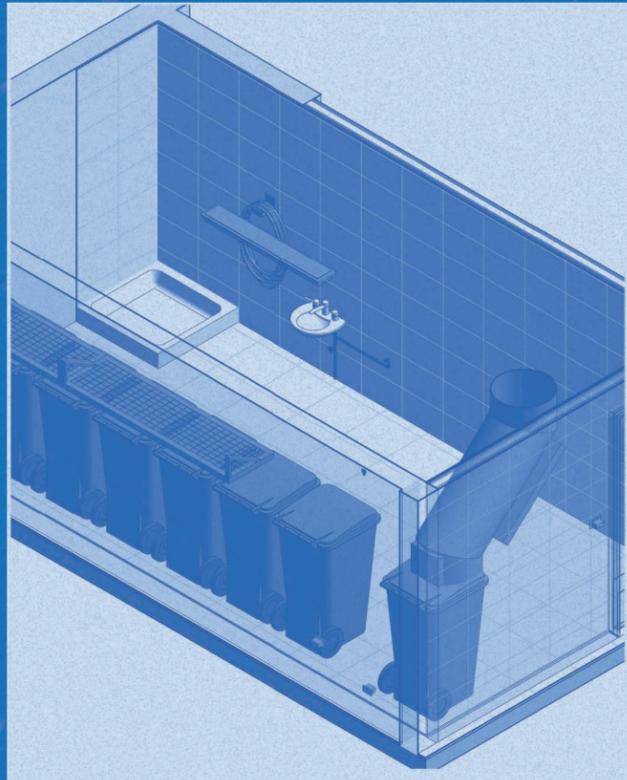
% de personas que cuentan con licencias de software BIM, del total de personas involucradas en el desarrollo de proyectos.



Hito 1
Proyecto Piloto BIM

ESPECIALIDADES

Grupo BIM



Nº5 Grupo BIM

Nombre proyecto
Tempo Mackenna
Proyecto de gestión de residuos
domiciliarios
Año
2024

Grupo BIM

Empresa desarrollo de ingenierías y urbanizaciones, especialistas en ingeniería sanitaria, manejo de residuos y asesorías en la coordinación de proyectos bajo metodología BIM.

Principales tipologías de proyectos que desarrolla la empresa



Vivienda en altura



Comercial y retail

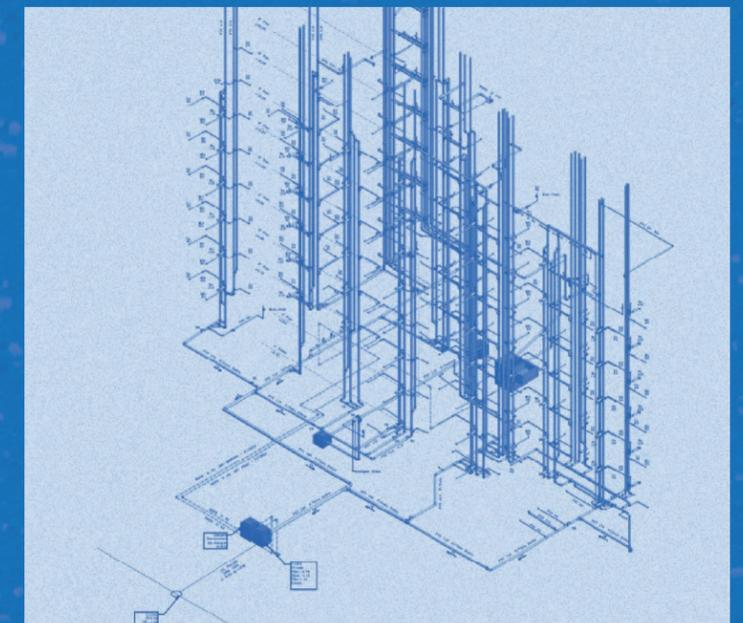


Hospitalario y salud

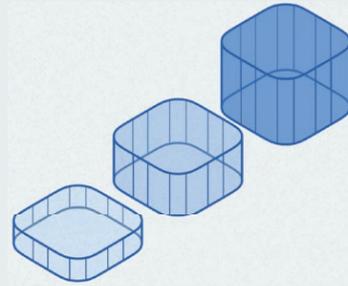
Socios de la empresa

José Ernesto Silva Parra

grupobimingenieria.com

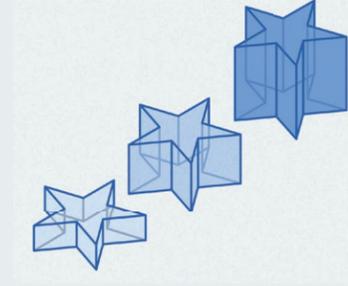


Objetivos BIM planteados



- Desarrollar una metodología que se diferencie de la competencia a la hora de abordar y elaborar los proyectos
- Mejorar la eficiencia en el desarrollo de los proyectos
- Agilizar la gestión del desarrollo de los proyectos

Beneficios BIM percibidos

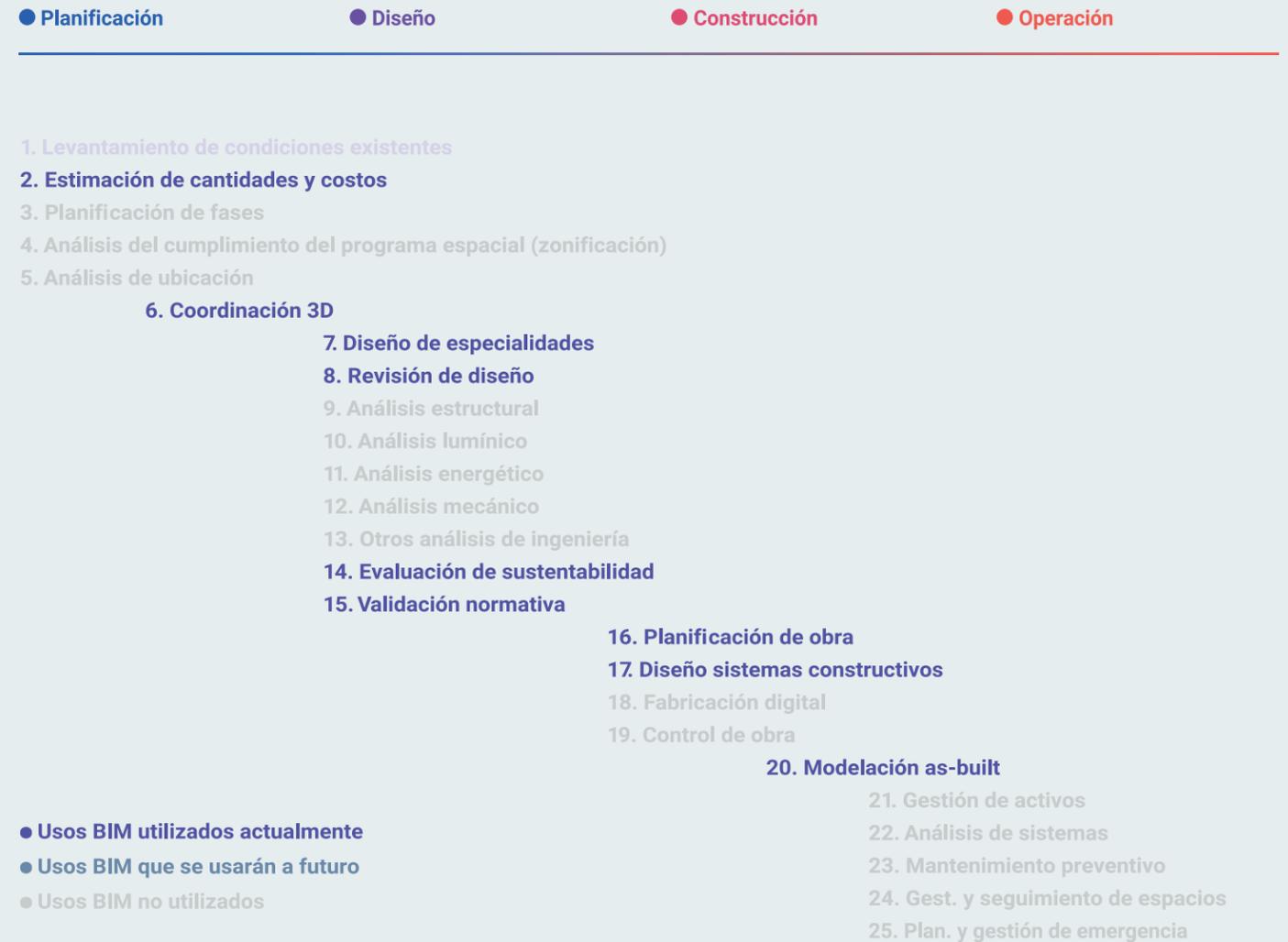


- Mayor detalle y claridad en la entrega de nuestros proyectos
- Reducción de errores e incongruencias en el desarrollo de proyectos

Organigrama de Roles BIM



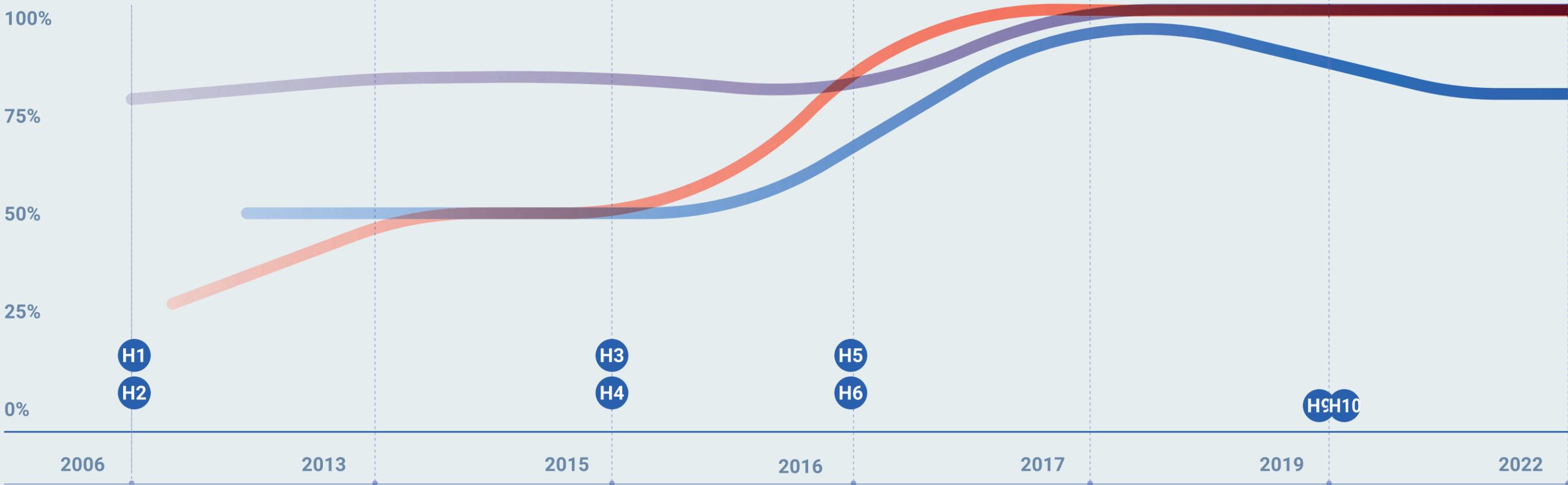
Usos BIM



- Usos BIM utilizados actualmente
- Usos BIM que se usarán a futuro
- Usos BIM no utilizados

Línea de tiempo
Implementación
BIM

- % de personas capacitadas en la teoría o práctica del BIM, del total de prsonas involucradas en el desarrollo de proyectos.
- % de proyectos desarrollados con BIM, del total de portafolio de proyectos.
- % de personas que cuentan con licencias de software BIM, del total de personas involucradas en el desarrollo de proyectos.



Hito 1
Proyecto Piloto BIM

Hito 2
Desarrollar los protocolos BIM, plantillas, bibliotecas y documentos bases a utilizar

Hito 3
Proyecto emblemático BIM

Hito 4
Adquisición de software BIM

Hito 5
Priorizar los Usos BIM

Hito 6
Reforzar Hardware y equipos

CONSTRUCTORA

Constructora LD



N°6 Constructora LD

Nombre proyecto

Clínica Vespucio
Habilitación de 11 Pisos de la torre B.
17.500m²

Año

2016/2017

Constructora LD

Constructora LD es una constructora certificada como Empresa B, el compromiso con la calidad, las personas, la comunidad y el medioambiente es lo que guía cada obra. Más de 30 años de experiencia en la construcción y la atención por contar con un equipo altamente calificado, los ha transformado en expertos en proyectos clínicos y hospitalarios. Su sello es ser una empresa preocupada por el cuidado del equipo de trabajo valorando su bienestar, cautelando siempre el impacto urbano y a la comunidad que generan sus obras. Movidos por el aprendizaje constante, estar a la vanguardia de las tecnologías y estar en un proceso de mejora permanente. Entregando la mayor dedicación a cada proyecto buscando satisfacer todos los requerimientos del cliente, practicando una política de trabajo en pos de impulsar una industria de la construcción más sustentable, productiva y competitiva.

Principales tipologías de proyectos que desarrolla la empresa



Educacional



Hospitalario y salud



Oficinas



Vivienda en extensión

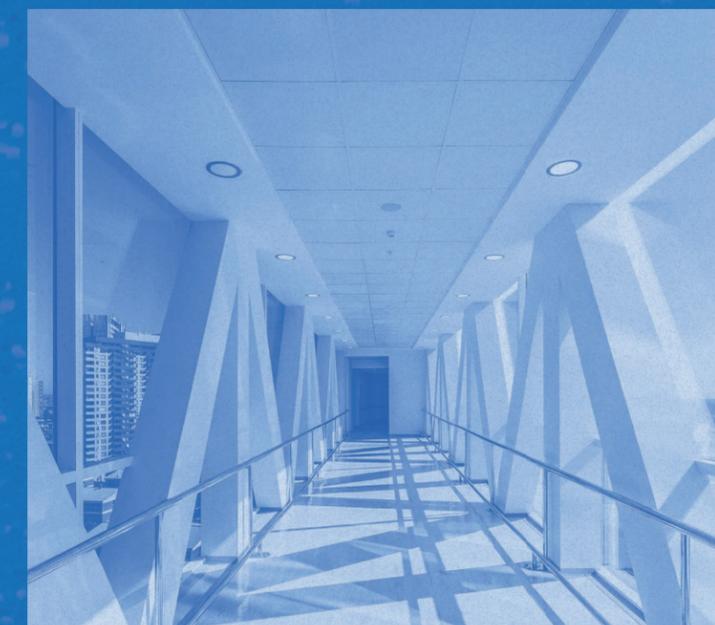
Equipo BIM Constructora

LD

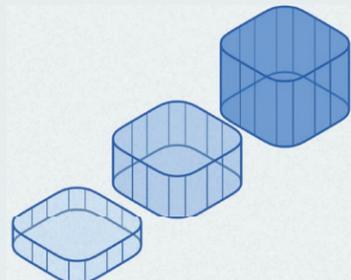
Alejandro Escandar

Matías Valcarce

Idconstructora.cl

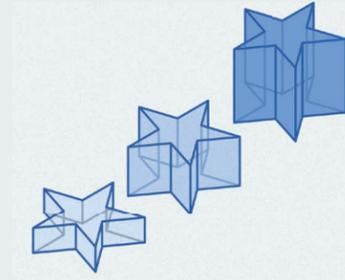


Objetivos BIM planteados



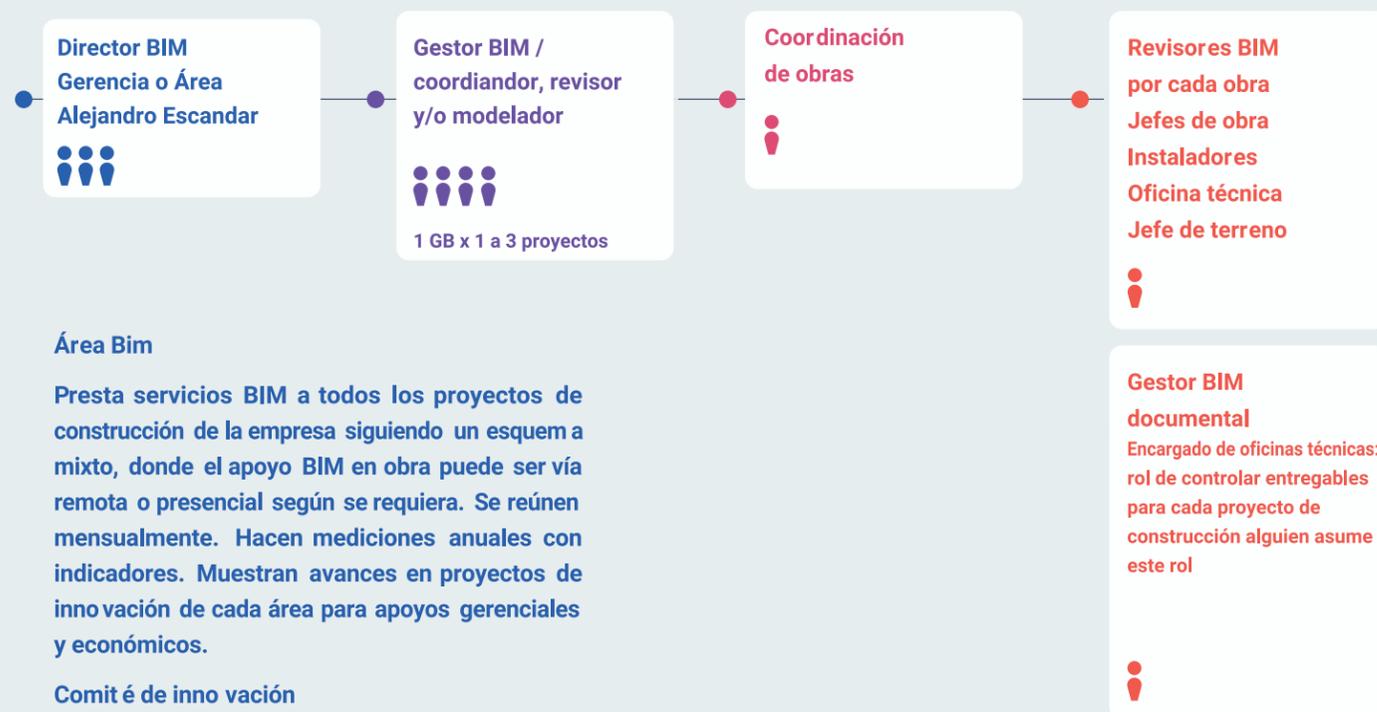
- Ñ Aumentar la productividad
- Ñ Mejorar la constructibilidad
- Ñ Reducir costos
- Ñ Mejorar el cumplimiento de plazos
- Ñ Mejorar la calidad de producto
- Lograr una buena ejecución para un buen funcionamiento futuro del edificio en mantenimiento y operación
- Anticipar conflictos y descordinaciones entre especialidades
- Mejorar el entendimiento del proyecto
- Mejorar la calidad y confiabilidad de la información y documentación Asbuilt

Beneficios BIM percibidos



- Ñ Mejor estándar de ejecución
- Ñ Reducción de los plazos de ejecución
- Ñ Menores imprevistos durante la ejecución
- Ñ Mejor relación con los clientes y representantes del cliente
- Ñ Reducción de trabajos re hechos
- Uso más eficiente del recurso de mano de obra
- Mayor relación y colaboración con empresas subcontratistas

Organigrama de Roles BIM



Área Bim

Presta servicios BIM a todos los proyectos de construcción de la empresa siguiendo un esquema mixto, donde el apoyo BIM en obra puede ser vía remota o presencial según se requiera. Se reúnen mensualmente. Hacen mediciones anuales con indicadores. Muestran avances en proyectos de innovación de cada área para apoyos gerenciales y económicos.

Comité de innovación

Rol estratégico: Gerencia General, Gerencia Operaciones, Gerencia de Innovación, Gerencia de Proyectos, Gerencia de Finanzas RRHH y TI.

Usos BIM



● Usos BIM utilizados actualmente

● Usos BIM que se usarán a futuro

● Usos BIM no utilizados

Línea de tiempo

Implementación

BIM



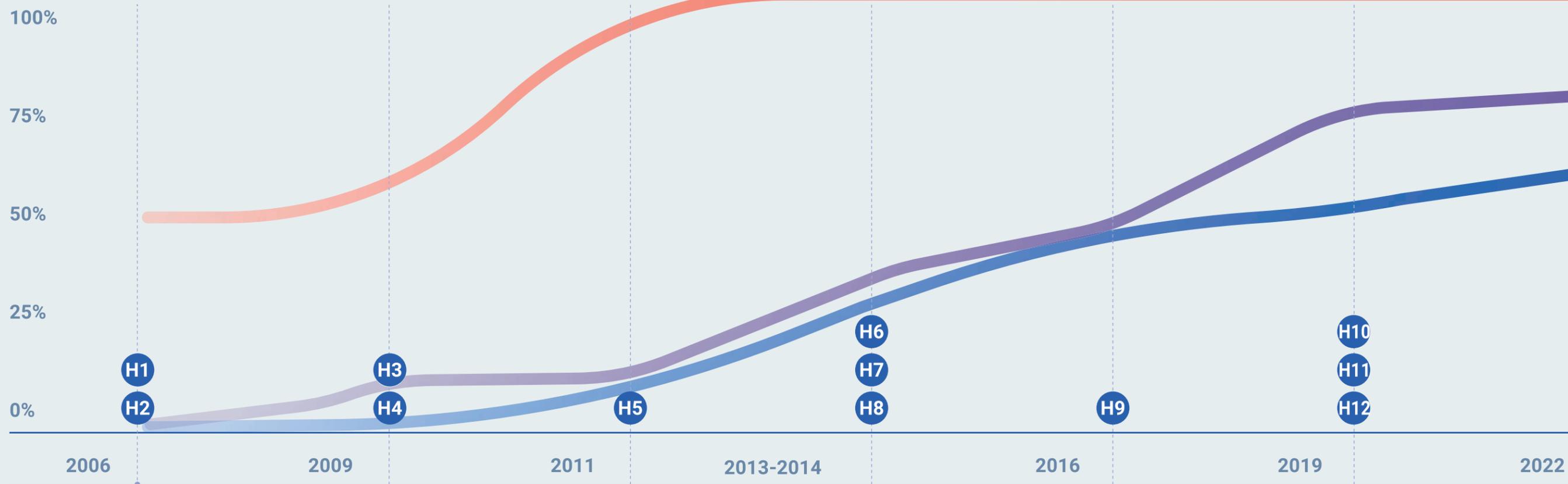
% de personas capacitadas en la teoría o práctica del BIM, del total de prsonas involucradas en el desarrollo de proyectos.



% de proyectos desarrollados con BIM, del total de portafolio de proyectos.



% de personas que cuentan con licencias de software BIM, del total de personas involucradas en el desarrollo de proyectos.



H1

H2

H3

H4

H5

H6

H7

H8

H9

H10

H11

H12

Hito 1
Proyecto Piloto BIM

Hito 2
Documentar una Estrategia o Plan de Implementación BIM

Hito 3
Proyecto emblemático BIM

Hito 4
Desarrollar SDI BIM o un PEB

ESPECIALIDADES

MVQ Ingeniería LTDA.

MVQ Ingeniería LTDA.

N°7 Constructora LD

Nombre proyecto 1

Laboratorio Grunenthal

Año

2020

Nombre proyecto 2

Ampliación de contenedores refrigerados el puerto de Valparaíso

Año

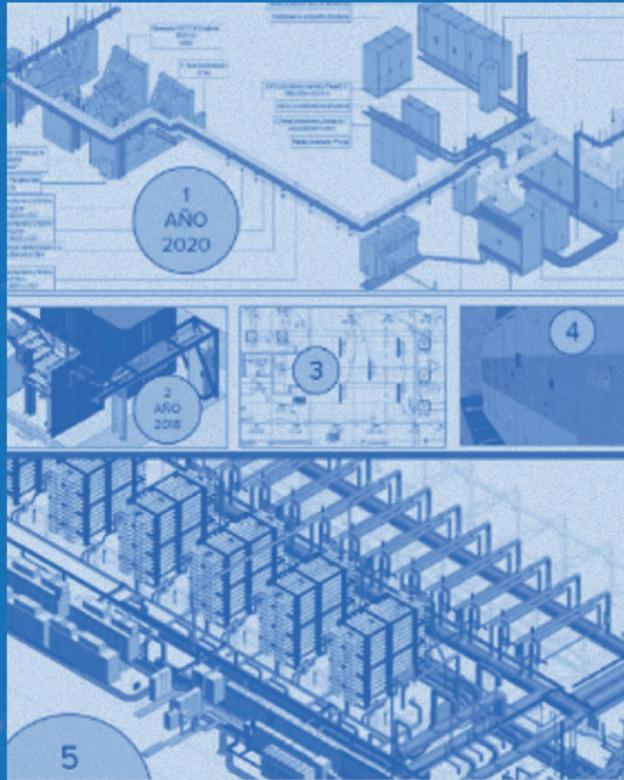
2008

Nombre proyecto 5

Planta desaladora para la minera candelaria en Caldera

Año

2012



Principales tipologías de proyectos que desarrolla la empresa



Industrial y montaje



Comercial y retail



Educación

MVQ Ingeniería limitada, es una empresa dedicada a desarrollar Proyectos de Electricidad, Iluminación, Corrientes débiles, Monitoreo de variables eléctricas, Control, BIM en Obra, Inspección de obras. En diversos proyectos han levantado el proyecto de Arquitectura y su estructura para poder desarrollar de forma correcta sus proyectos

Socios

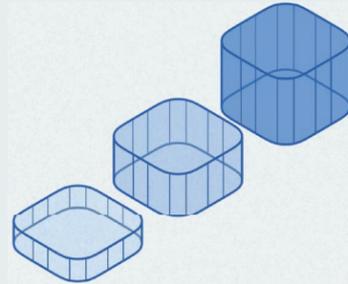
Jorge Iván Quezada Levil

Erika Ximena Méndez Vera

mvq.cl

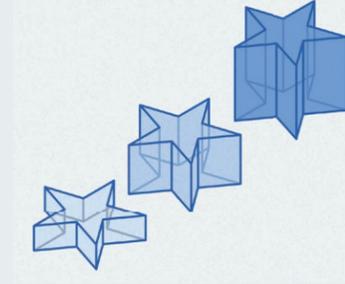


Objetivos BIM planteados



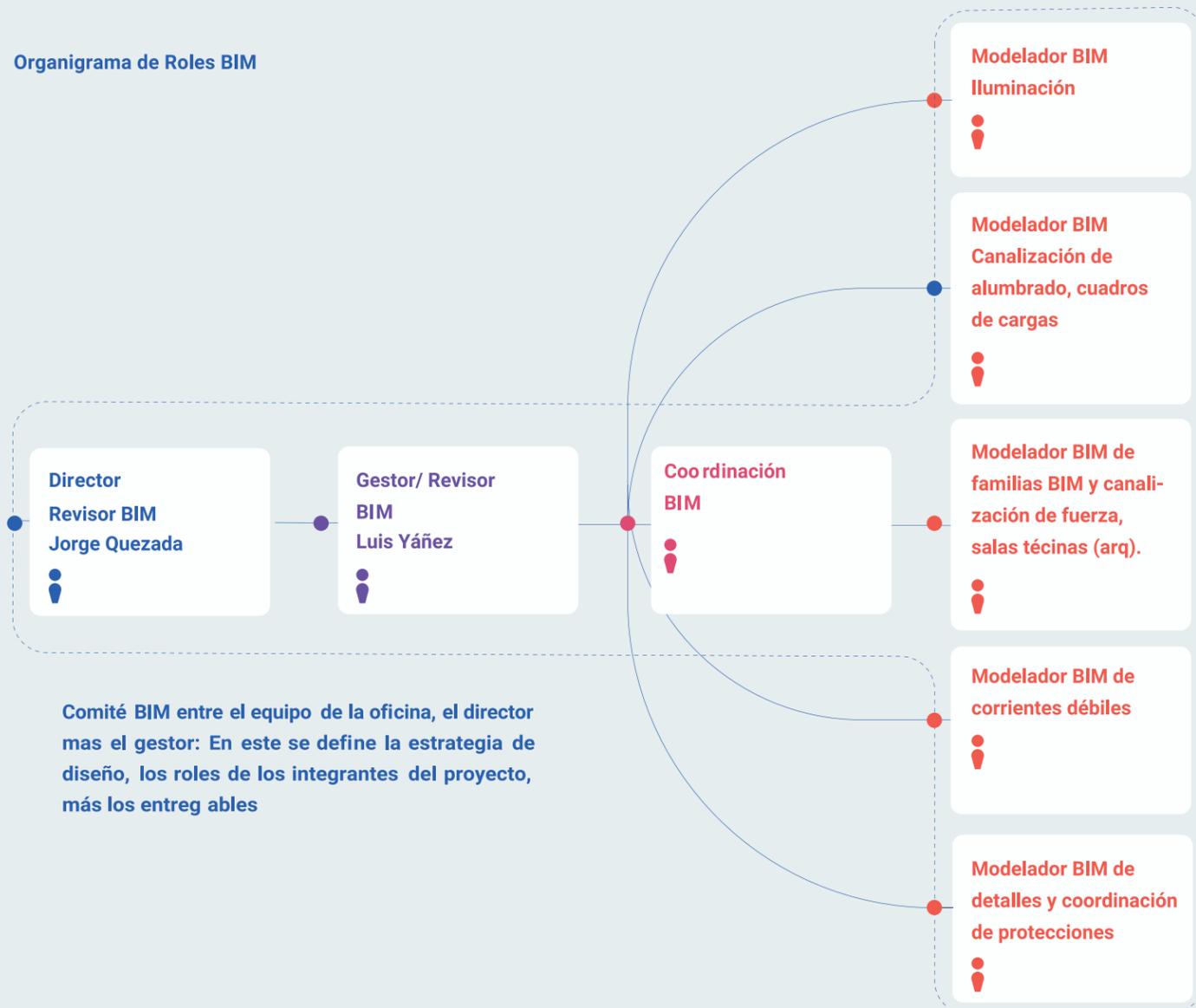
- Desarrollar un proyecto controlado, detallado, con bajas indefiniciones de proyecto
- Mejorar la calidad de la documentación entregada a los licitantes del proyecto
- Apoyar a arquitectura en las definiciones de los espacios propios de la especialidad como es el caso de las salas eléctricas
- Generar una diferencia en nuestro trabajo, en relación a nuestra competencia

Beneficios BIM percibidos

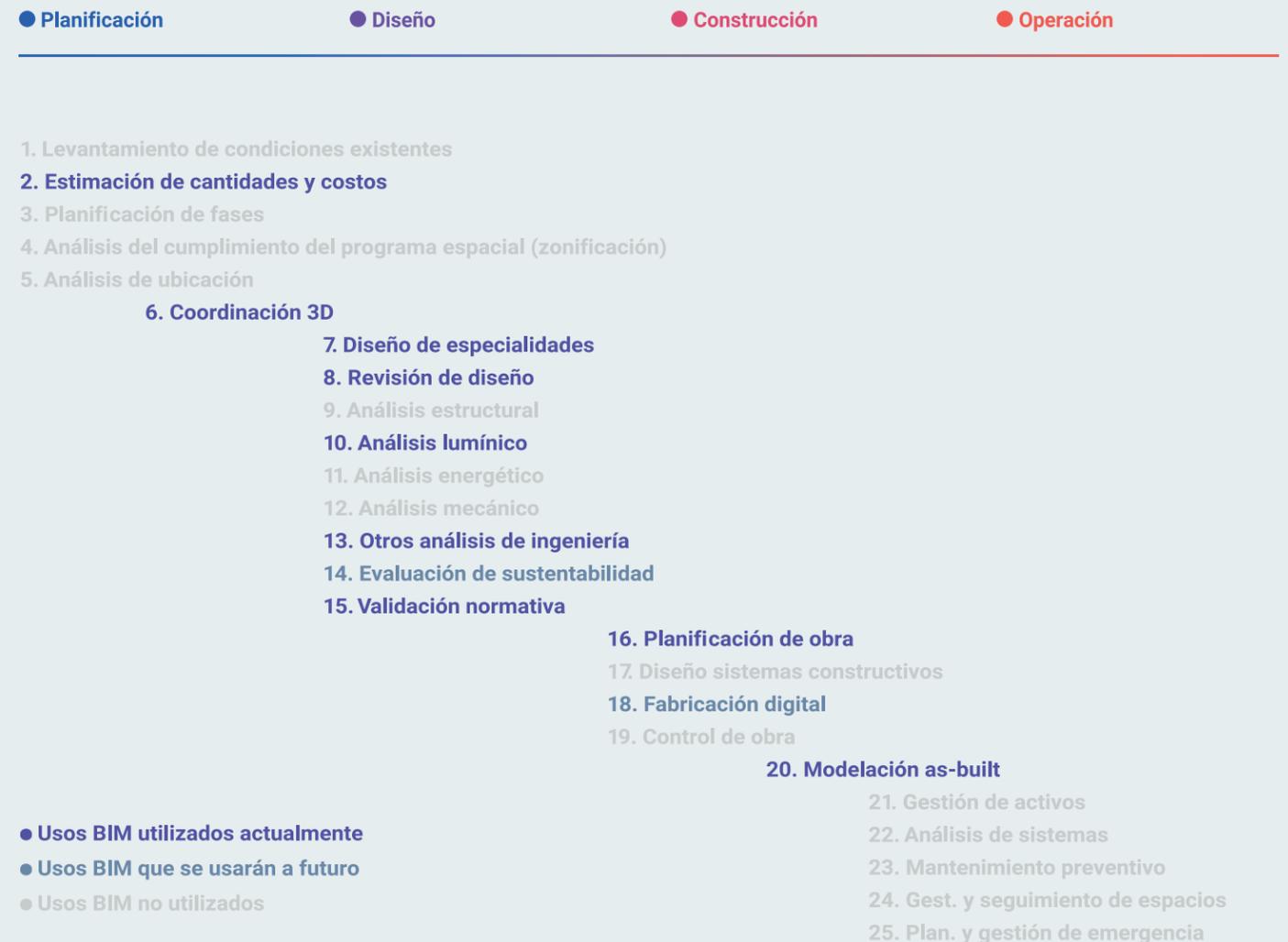


- Mejor control de los documentos generados
- Mejor comprensión del proyecto por parte de los subcontratistas
- Ayuda a tomar decisiones de diseño comparando el costo en etapas tempranas
- Mayor eficiencia energética del proyecto
- Replantear la forma de enfrentar el proyecto
- Permite trabajar a distancia
- Nuevas oportunidades
- Permite separar y complementar el trabajo del equipo de la oficina

Organigrama de Roles BIM



Usos BIM



Comité BIM entre el equipo de la oficina, el director mas el gestor: En este se define la estrategia de diseño, los roles de los integrantes del proyecto, más los entregables

- Usos BIM utilizados actualmente
- Usos BIM que se usarán a futuro
- Usos BIM no utilizados

Línea de tiempo

Implementación

BIM



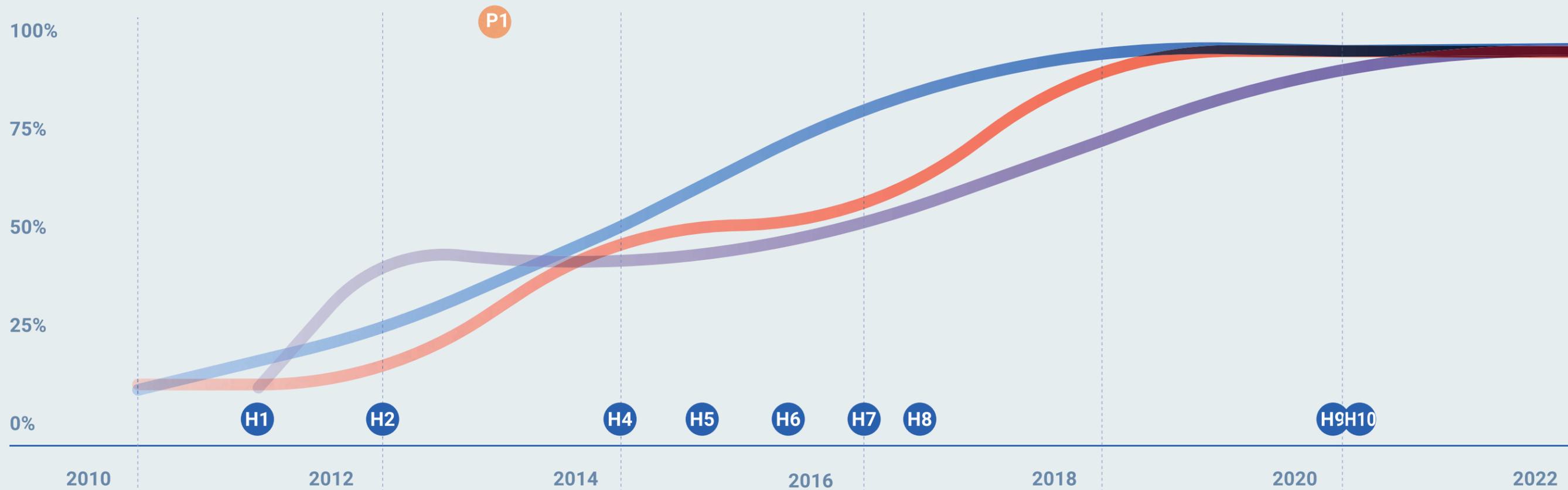
% de personas capacitadas en la teoría o práctica del BIM, del total de prsonas involucradas en el desarrollo de proyectos.



% de proyectos desarrollados con BIM, del total de portafolio de proyectos.



% de personas que cuentan con licencias de software BIM, del total de personas involucradas en el desarrollo de proyectos.



Hito 1
Iniciamos con la sala de servidores del Mercurio

Hito 2
Generamos nuestras primeras familias

Hito 3
Enviamos dos personas a sacar un diplomado al la U. de Chile

Hito 4
Desarrollar los protocolos BIM, plantillas, bibliotecas y documentos bases a utiliza

Hito 5
Enviamos a una tercera persona a un diplomado U. de Chile

Hito 6
Definir los Roles BIM

Hito 7
Documentar una Estrategia o Plan de Implementación BIM

Proyecto 1:
Desarrollamos BIM en Obra en la Planta desaladora para minera Candelaria Electricidad y control

ARQUITECTURA

Sabbagh Arquitectos



Nº8 Sabbagh Arquitectos

Nombre proyecto

Conjunto edificios Vivienda, Oficinas y
Boulevard Comercial en Puerto Montt.

Año
2020

Sabbagh Arquitectos

Sabbagh Arquitectos, fue fundada en 1984. Desarrolla su labor profesional en distintas áreas; Institucional, industrial, educación, oficinas, comercio, vivienda y servicios, con más de 3.000.000 m² construidos.

Principales tipologías de proyectos que desarrolla la empresa



Vivienda en altura



Oficinas

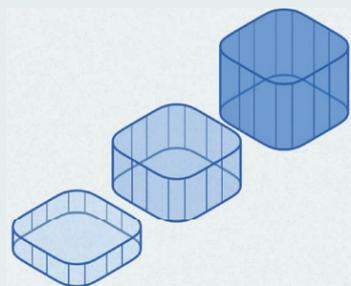


Comercial y retail



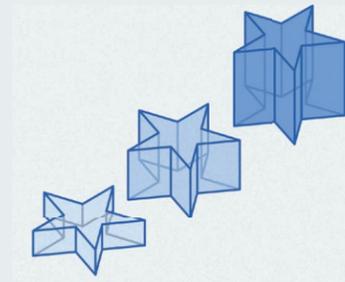
sabbagharquitectos.com

Objetivos BIM planteados



- Tener capacidad de coordinación de la información generada para un proyecto
- Mejorar la calidad del proyecto al poder previsualizar evaluarlo a partir del diseño tridimensional y la documentación obtenida del modelo
- Mantener a la empresa actualizada y competitiva dentro del mercado

Beneficios BIM percibidos



- Mejora en la coordinación
- Se profundiza la capacidad de desarrollo del diseño temprano/preliminar
- Mantenimiento del proceso creativo del diseño simbiosis entre el trabajo análogo (croquis, plano técnico, desarrollo de maquetas) integrándolo en el trabajo en BIM

Organigrama de Roles BIM



Usos BIM

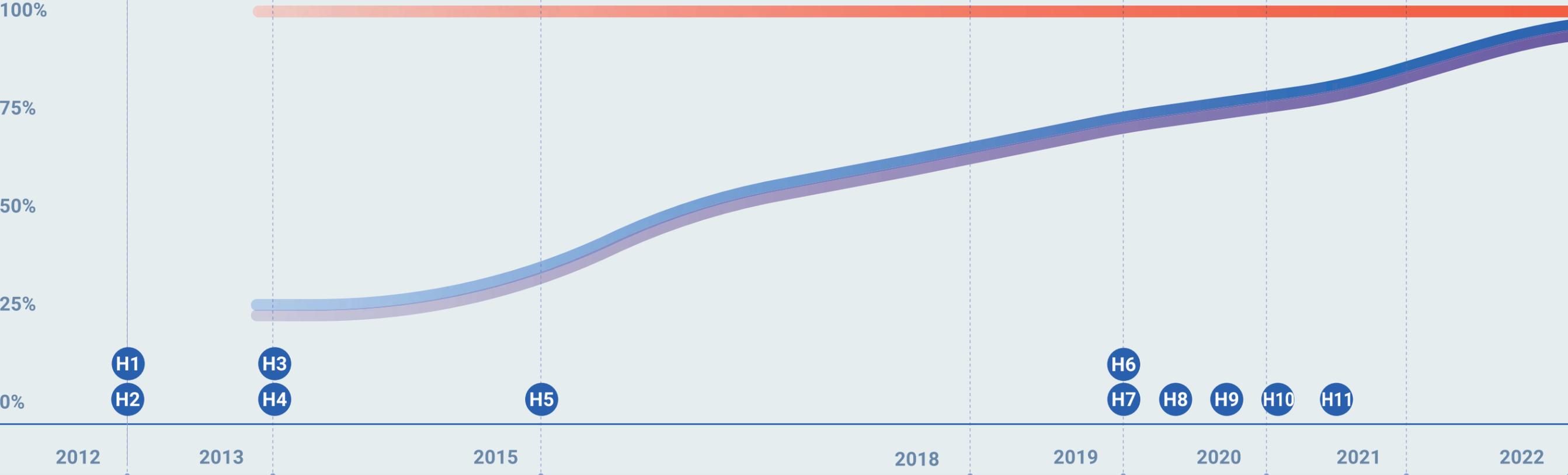
● Planificación ● Diseño ● Construcción ● Operación

- Levantamiento de condiciones existentes
- Estimación de cantidades y costos
- Planificación de fases
- Análisis del cumplimiento del programa espacial (zonificación)
- Análisis de ubicación
- Coordinación 3D
- Diseño de especialidades
- Revisión de diseño
- Análisis estructural
- Análisis lumínico
- Análisis energético
- Análisis mecánico
- Otros análisis de ingeniería
- Evaluación de sustentabilidad
- Validación normativa
- Planificación de obra
- Diseño sistemas constructivos
- Fabricación digital
- Control de obra
- Modelación as-built
 - Gestión de activos
 - Análisis de sistemas
 - Mantenimiento preventivo
 - Gest. y seguimiento de espacios
 - Plan. y gestión de emergencia

- Usos BIM utilizados actualmente
- Usos BIM que se usarán a futuro
- Usos BIM no utilizados

Línea de tiempo
Implementación
BIM

- % de personas capacitadas en la teoría o práctica del BIM, del total de prsonas involucradas en el desarrollo de proyectos.
- % de proyectos desarrollados con BIM, del total de portafolio de proyectos.
- % de personas que cuentan con licencias de software BIM, del total de personas involucradas en el desarrollo de proyectos.



Hito 1
Capacitación a toda la empresa
Hito 2
Adquisición de software BIM
Hito 3
Desarrollo de una plantilla BIM (revit) junto a CAD manager externo

Hito 4
Proyecto Piloto BIM (simultáneo en CAD)
Hito 5
Segundo Proyecto Piloto BIM (Revit)
Hito 6
Migración de Revit a Archicad

Hito 7
Diagnosticar la Madurez BIM de la organización
Hito 8
Tercer Proyecto Piloto BIM (Archicad)
Hito 9
Curso de BIM manager de Graphisoft, ISO 19.650, PEB

Hito 10
Desarrollo de proyectos independiente que el cliente pida BIM
Hito 11
Llega Gestor BIM - experto en Archicad

INMOBILIARIA

Siena



N°9 Siena

Nombre proyecto

Proyecto Millalongo

Proyecto en desarrollo de planos para construcción. Proyecto habitacional de 19 pisos con placa comercial continua de 2 pisos y 2 Subterráneos.

Fecha de termino

2024

Siena

Empresas Siena se especializa en el desarrollo, gestión y construcción de proyectos inmobiliarios, incorporando innovación y tecnología, preocupándose hasta del último detalle del proceso inmobiliario y constructivo.

Con más de 60 años de experiencia, su expertise abarca desde la compra de terrenos hasta el acompañamiento de post venta, gracias a un equipo multidisciplinario e integrado que componen las áreas de Arquitectura, Ingeniería, Desarrollo de Proyectos, Comercialización, Construcción y Post Venta. Desarrollo de proyecto en Santiago predominantemente.

Principales tipologías de proyectos que desarrolla la empresa



Vivienda en altura

Socios

Socios Grupo Marinovic y

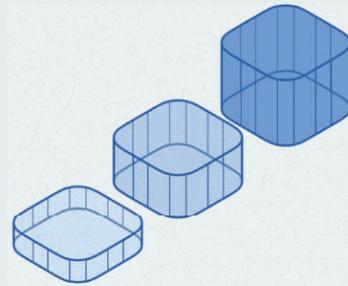
Pathfinder

Bim Siena

siena.cl

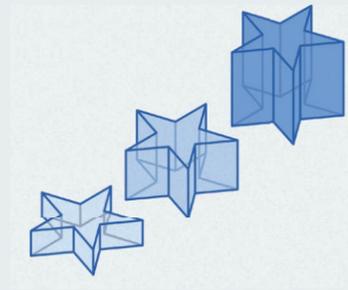


Objetivos BIM planteados



- Mejorar la comprensión y visualización de proyectos en etapas de preconstrucción
- Coordinar proyectos con especialidades modeladas
- Entregar un desarrollo completo y coordinado del proyecto exigiendo herramientas BIM para beneficio de la empresa
- Buscar proyectistas que utilicen BIM para trabajar en conjunto
- Capacitar personas para una implementación progresiva de BIM
- Desarrollar modelos que sean una base de información en los distintos ciclos del proyecto
- Mejorar la visualización de un proyecto llevado a obra
- Definir estándares y metodologías colaborativas

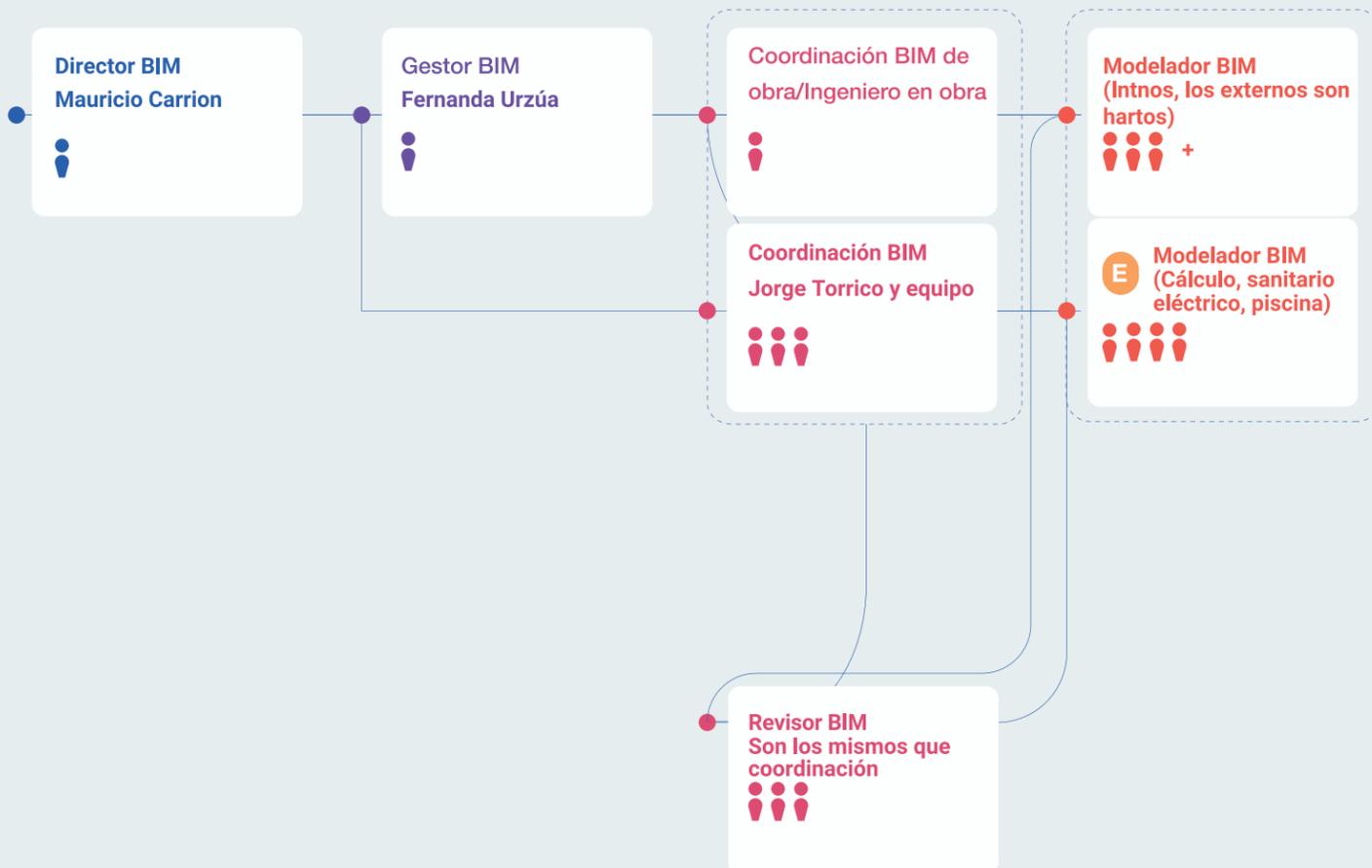
Beneficios BIM percibidos



- Mejor visualización del modelos de manera colaborativa
- Mejor capacidad de tomar decisiones en etapas tempranas de proyecto
- Mejor capacidad de coordinación de proyecto con especialistas
- Mejor visualización de proyectos en obra y capacidad de atender situaciones insitu
- Facilita la posibilidad de obtener estimaciones de costo de partidas

Organigrama de Roles BIM

E Roles externos a la empresa



Usos BIM

- Planificación
- Diseño
- Construcción
- Operación

1. Levantamiento de condiciones existentes
2. Estimación de cantidades y costos
3. Planificación de fases
4. Análisis del cumplimiento del programa espacial (zonificación)
5. Análisis de ubicación
6. Coordinación 3D
7. Diseño de especialidades
8. Revisión de diseño
9. Análisis estructural
10. Análisis lumínico
11. Análisis energético
12. Análisis mecánico
13. Otros análisis de ingeniería
14. Evaluación de sustentabilidad
15. Validación normativa
16. Planificación de obra
17. Diseño sistemas constructivos
18. Fabricación digital
19. Control de obra
20. Modelación as-built
21. Gestión de activos
22. Análisis de sistemas
23. Mantenimiento preventivo
24. Gest. y seguimiento de espacios
25. Plan. y gestión de emergencia

- Usos BIM utilizados actualmente
- Usos BIM que se usarán a futuro
- Usos BIM no utilizados

Línea de tiempo

Implementación

BIM



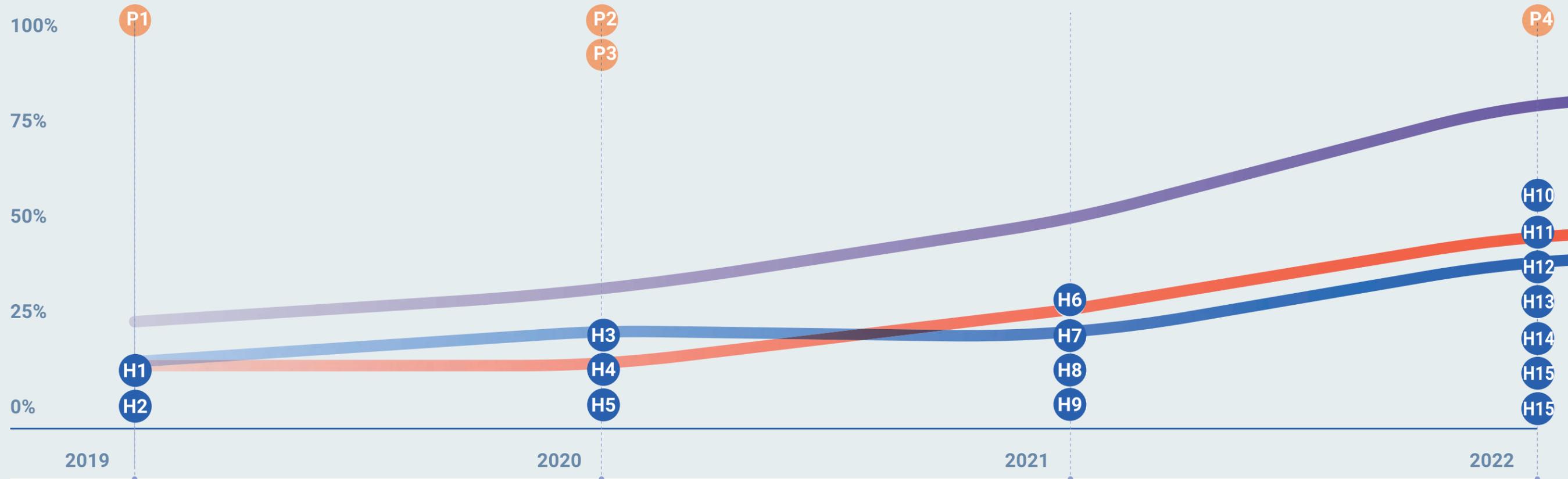
% de personas capacitadas en la teoría o práctica del BIM, del total de prsonas involucradas en el desarrollo de proyectos.



% de proyectos desarrollados con BIM, del total de portafolio de proyectos.



% de personas que cuentan con licencias de software BIM, del total de personas involucradas en el desarrollo de proyectos.



Hito 1
Definir un plan de capacitación,
desarrollo de capacitaciones

Hito 2
Adquisición de software BIM

Hito 3
Capacitaciones

Hito 4
Primeras coordinaciones en 3D

Hito 5
Calculo y Sanitario modelos en BIM

Hito 6
Prototipo CDE

Hito 7
Pimer modelo Federado

Hito 8
Obra Link, avance de obra gruesa
linkeado al modelo de cálculo

Hito 9
Clima y eléctrico modelados
en BIM

Hito 10
Plan Piloto en obra con
modelo Federado

Hito 11
BIM se incorpora al proceso
de diseño

Hito 12
Priorizar los Usos BIM

Hito 13
Documentar una Estrategia o Plan
de Implementación BIM

Hito 14
Definir los Roles BIM

Hito 15
Desarrollar SDI BIM o un PEB

Hito 16
Presupuestos linkeados al modelo

Proyecto 1:
Primer Edificio BIM:
Proyecto La Huasa

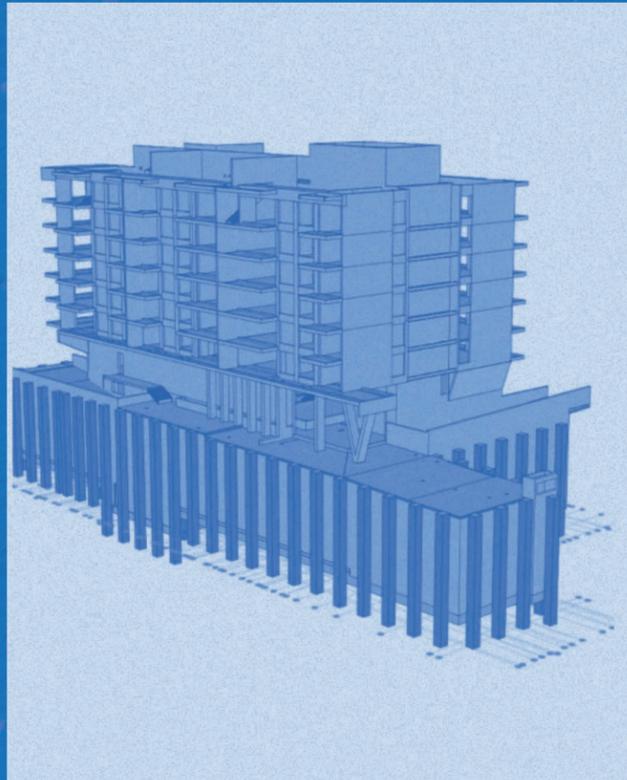
Proyecto 2:
Proyecto La Cisterna

Proyecto 3:
Proyecto Blanco viel

Proyecto 4:
Proyecto Millalongo

INGENIERÍA ESTRUCTURAL

VPA Ingeniería



N°10 VPA Ingeniería

VPA Ingeniería

VPA es una oficina de Ingeniería estructural fundada en 1998. Se especializa en el diseño estructural de edificación habitacional, comercial, industrial e instituciones educacionales sociales y culturales.

Principales tipologías de proyectos que desarrolla la empresa



Educación



Vivienda en altura

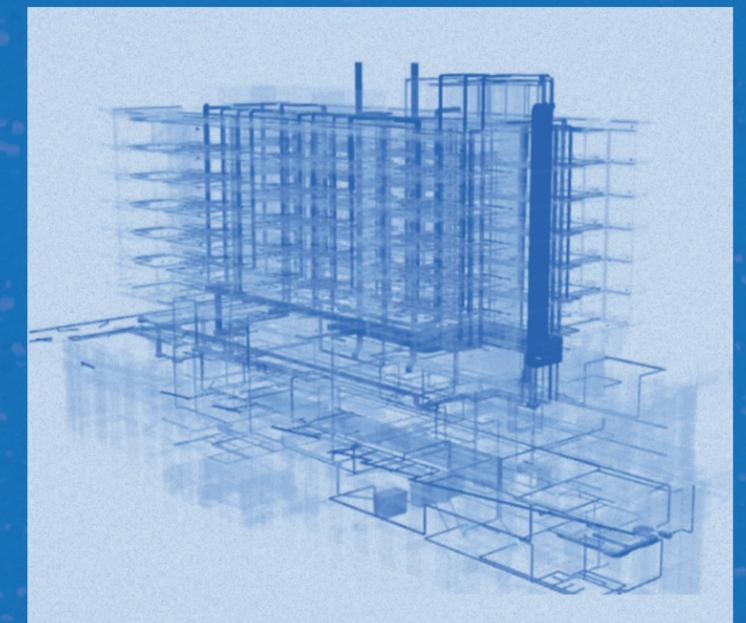


Hotelería

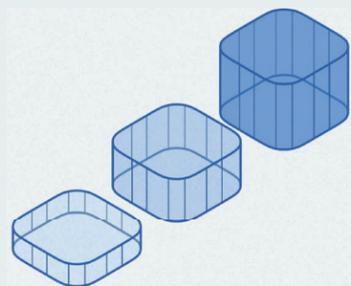
Socios

Ing. Enzo Valladares Pagliotti

vpa.cl

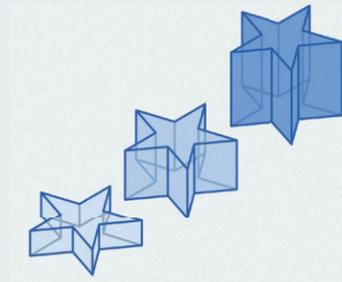


Objetivos BIM planteados



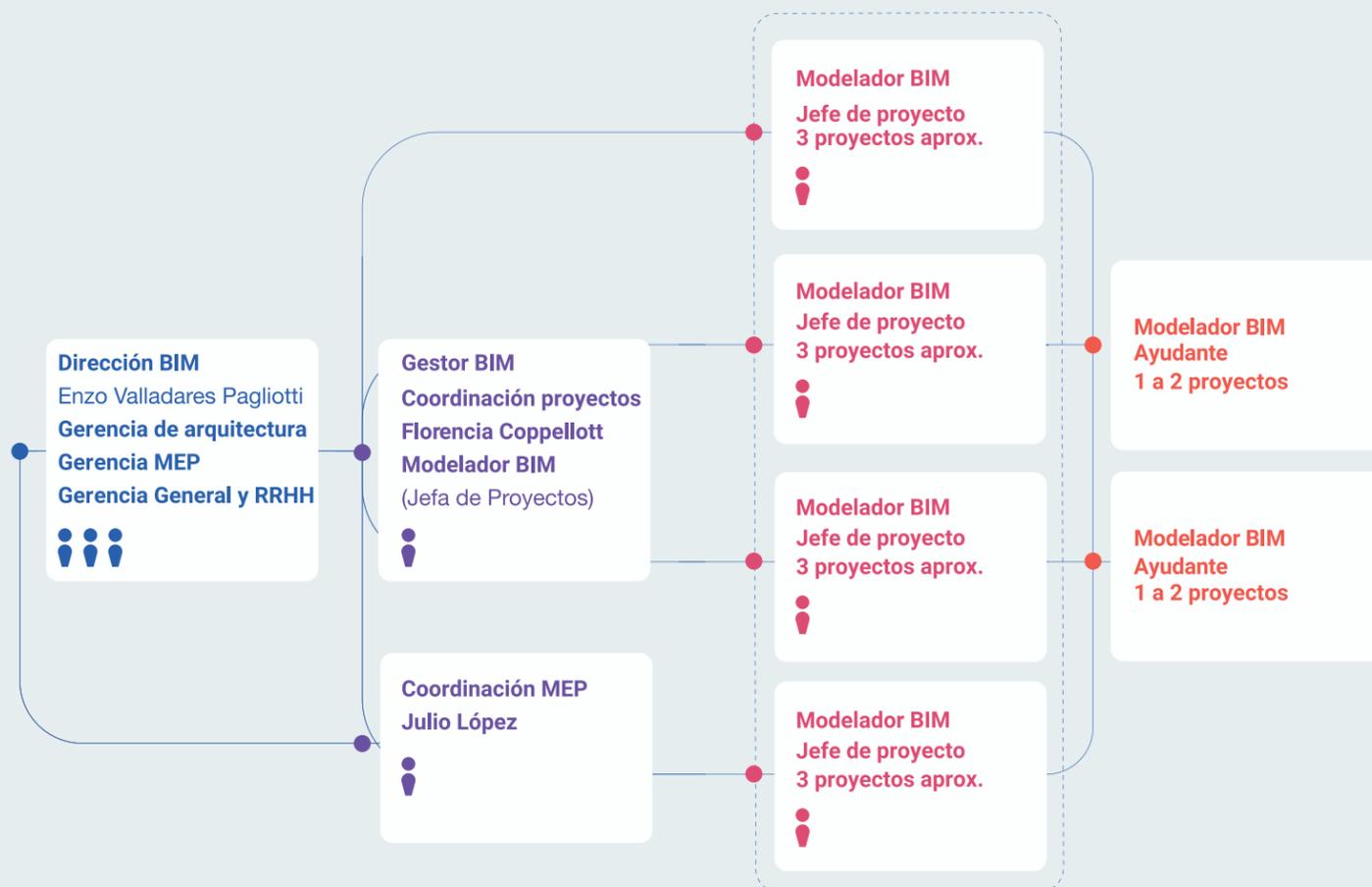
- Mejorar la velocidad de comprensión de proyectos
- Automatizar procesos de proyectos
- Mejorar las capacidades de coordinación
- Mejorar la presentación para los clientes
- Mejorar la integración en los procesos productivos de clientes y agentes constructivos como CAD/CAM

Beneficios BIM percibidos



- Se eliminaron las descoordinaciones con arquitectura en un 90%
- Obtención de documentación de obra complementaria que facilitó el conocimiento de los proyectos
- Abrió posibilidades de venta de servicios nuevos

Organigrama de Roles BIM



Usos BIM

- Planificación
- Diseño
- Construcción
- Operación

1. Levantamiento de condiciones existentes
2. Estimación de cantidades y costos
3. Planificación de fases
4. Análisis del cumplimiento del programa espacial (zonificación)
5. Análisis de ubicación
6. Coordinación 3D
7. Diseño de especialidades
8. Revisión de diseño
9. Análisis estructural
10. Análisis lumínico
11. Análisis energético
12. Análisis mecánico
13. Otros análisis de ingeniería
14. Evaluación de sustentabilidad
15. Validación normativa
16. Planificación de obra
17. Diseño sistemas constructivos
18. Fabricación digital
19. Control de obra
20. Modelación as-built
21. Gestión de activos
22. Análisis de sistemas
23. Mantenimiento preventivo
24. Gest. y seguimiento de espacios
25. Plan. y gestión de emergencia

- Usos BIM utilizados actualmente
- Usos BIM que se usarán a futuro
- Usos BIM no utilizados

Línea de tiempo

Implementación

BIM



% de personas capacitadas en la teoría o práctica del BIM, del total de prsonas involucradas en el desarrollo de proyectos.



% de proyectos desarrollados con BIM, del total de portafolio de proyectos.



% de personas que cuentan con licencias de software BIM, del total de personas involucradas en el desarrollo de proyectos.



Hito 1
Proyecto Piloto BIM

Hito 2
Proyecto emblemático BIM

Hito 3
Adquisición de software BIM

Hito 4
Definir un plan de difusión para
comunicar la Estrategia de
Implementación de BIM

Hito 5
Definir un plan de capacitación,
desarrollo de capacitaciones

Hito 6
Reforzar Hardware y equipos

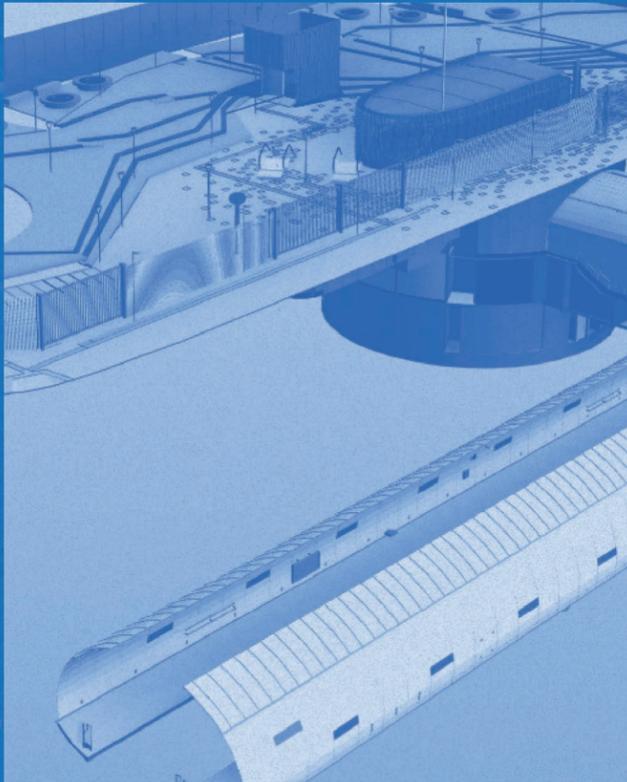
Hito 7
Definir los Usos BIM

INSPECCIÓN TÉCNICA EN OBRA

Zañartu Ingenieros Consultores

N°11 Zañartu Ingenieros
Consultores

Zañartu Ingenieros Consultores



Somos una empresa chilena líder en servicios de Ingeniería, especializada en generar soluciones de gestión y asesoría técnica en proyectos de infraestructura, empresa consultora especializada en la construcción de caminos, actualmente aportamos nuestra expertise a ramas tan diversas como el desarrollo de puentes y viaductos, túneles mineros y urbanos, energía, topografía y geodesia, mecánica de suelos, explotación de contratos de infraestructura concesionada, programación y control de obras y Desarrollo de proyectos con BIM. 37 Años acompañando el Desarrollo del País.

Principales tipologías de proyectos que desarrolla la empresa



Obras civiles e
infraestructura

Comité

Sergio Clavería Felipe Lisboa

Marcelo Elgueta Natalia

Clavería Matías Lisboa

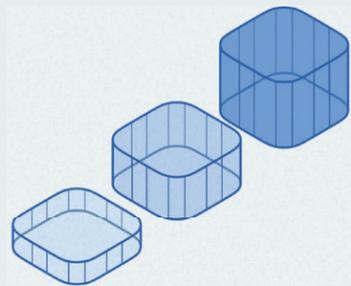
Alejandro González

Con el respaldo de nuestro
equipo BIM

zanartu.cl



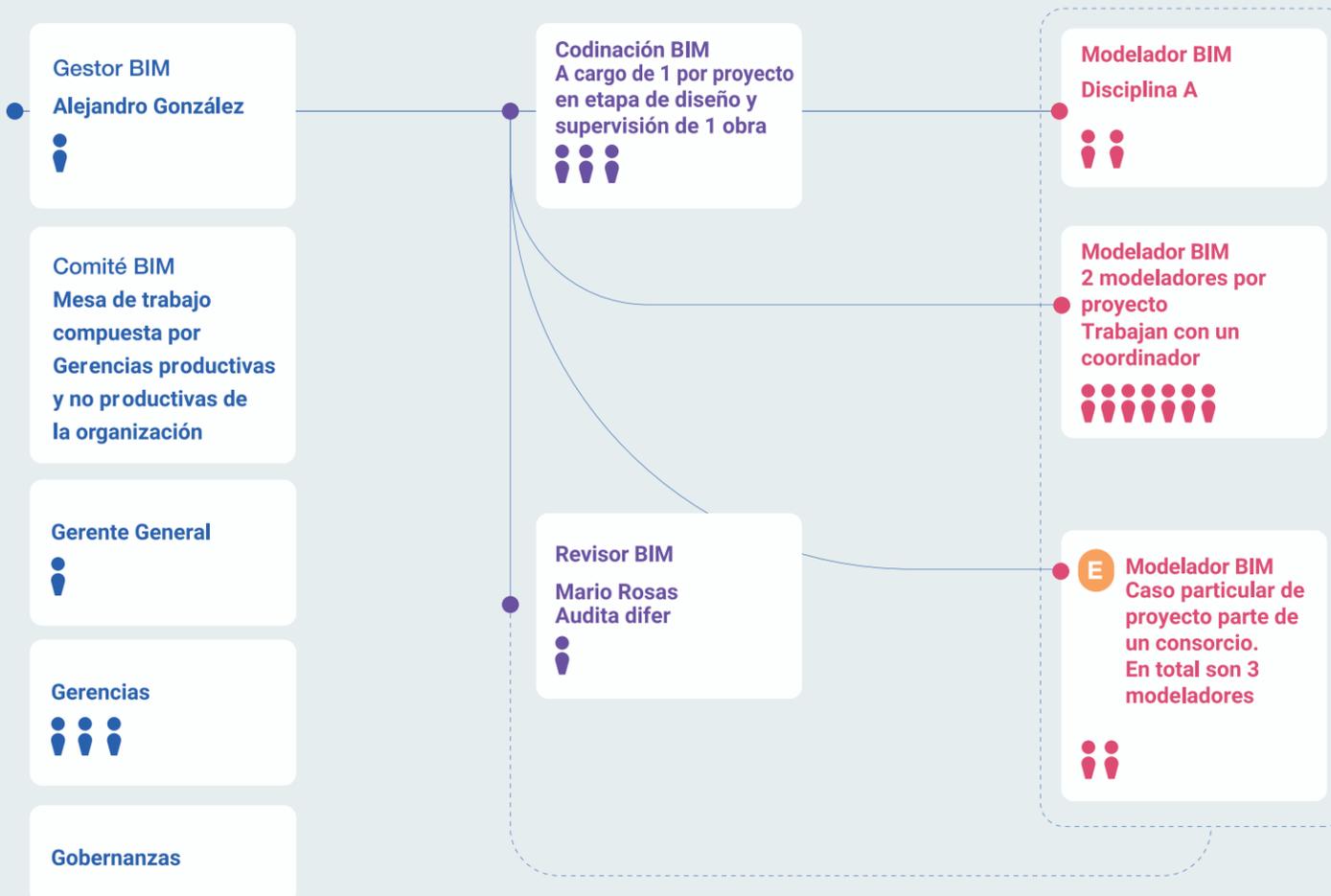
Objetivos BIM planteados



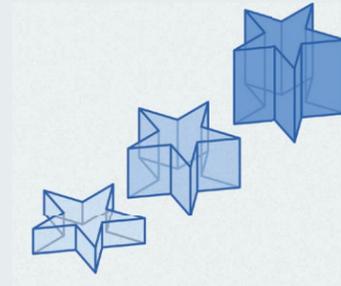
- Mejorar la comprensión y el entendimiento de la metodología BIM en la organización.
- Establecer la implementación de soluciones a las problemáticas más comunes en la organización
- Entender los requerimientos de implementación en proyectos.
- Estandarizar el desarrollo de procesos que incluyan la utilización de BIM
- Guiar a las gerencias en los proyectos con requerimientos en BIM
- Mejorar la comunicación mediante el establecimiento de nuevas herramientas.

Organigrama de Roles BIM

E Roles externos a la empresa



Beneficios BIM percibidos



- Generación de lecciones aprendidas de un proyecto con Requerimientos BIM
- Generación de protocolos de trabajos internos para futuros proyectos
- Mejor entendimientos para los mandantes de la utilidad de BIM en la Obra
- Mejor continuidad de proyecto desde Diseño a Obra

Usos BIM

● Planificación ● Diseño ● Construcción ● Operación

1. Levantamiento de condiciones existentes
2. Estimación de cantidades y costos
3. Planificación de fases
4. Análisis del cumplimiento del programa espacial (zonificación)
5. Análisis de ubicación
6. Coordinación 3D
7. Diseño de especialidades
8. Revisión de diseño
9. Análisis estructural
10. Análisis lumínico
11. Análisis energético
12. Análisis mecánico
13. Otros análisis de ingeniería
14. Evaluación de sustentabilidad
15. Validación normativa
16. Planificación de obra
17. Diseño sistemas constructivos
18. Fabricación digital
19. Control de obra
20. Modelación as-built
21. Gestión de activos
22. Análisis de sistemas
23. Mantenimiento preventivo
24. Gest. y seguimiento de espacios
25. Plan. y gestión de emergencia

- Usos BIM utilizados actualmente
- Usos BIM que se usarán a futuro
- Usos BIM no utilizados

Línea de tiempo

Implementación

BIM



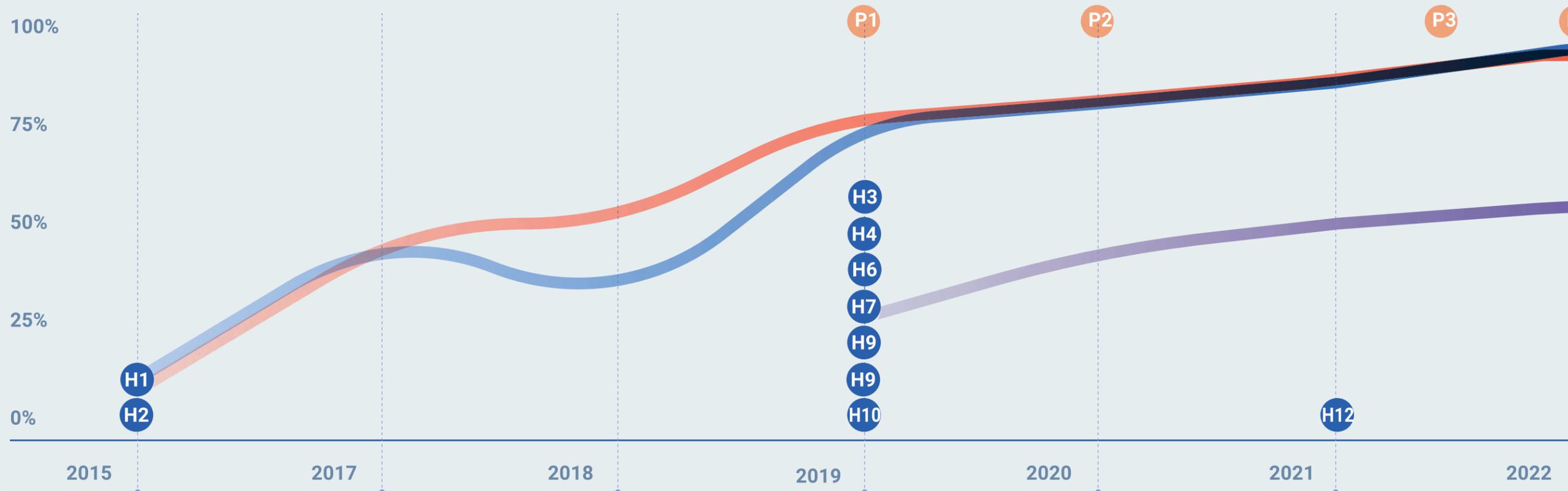
% de personas capacitadas en la teoría o práctica del BIM, del total de prsonas involucradas en el desarrollo de proyectos.



% de proyectos desarrollados con BIM, del total de portafolio de proyectos.



% de personas que cuentan con licencias de software BIM, del total de personas involucradas en el desarrollo de proyectos.



Hito 1
Adquisición de software BIM

Hito 2
Definir objetivos y metas de la implementación BIM

Hito 3
Seleccionar los estándares BIM nacionales o internacionales a utilizar

Hito 4
Documentar una Estrategia o Plan de Implementación BIM

Hito 5
AVO 1 Inspección Fiscal BIM

Hito 6
Proyecto Piloto BIM

Hito 7
Desarrollar SDI BIM o un PEB

Hito 8
Definir un plan de difusión para comunicar la Estrategia de Implementación de BIM

Hito 9
Definir un plan de capacitación, desarrollo de capacitaciones

Hito 10
Desarrollar los protocolos BIM, plantillas, bibliotecas y documentos bases a utilizar

Proyecto 1:
Extensión Línea de Metro de Santiago

Proyecto 2:
Estación de Metro Tren de Valaparíso

Proyecto 3:
Proyecto Nueva Línea de Metro de Santiago

Proyecto 4:
Proyecto Nueva Extensión Línea de Metro de Santiago

07. Ejemplos de adopción de BIM por pilar estratégico

7.1. PILAR1: gestión estratégica y visión de BIM

Para implementar adecuadamente BIM, se requiere contar con un enfoque estratégico que involucre a toda la empresa, gran capacidad de liderazgo y un respaldo adecuado por parte de las gerencias y jefaturas, que permita cambiar los procesos tradicionales e implementar nuevas formas de trabajo de manera gradual. Este proceso de cambio debe ser respaldado por la organización en su totalidad, evitando que sea una iniciativa exclusiva de un área, ni únicamente a nivel de un solo proyecto.

Para ello, un factor esencial es consensuar una visión concisa y bien articulada por parte de los líderes ejecutivos, respecto de los beneficios que la adopción de BIM aportará en los procesos de la empresa, que no sea solamente la declaración de la visión; sino de la proyección a futuro de la empresa al usar BIM.

7.1.1. Plan de implementación BIM

El Plan de Implementación BIM consiste en un documento que identifica la estrategia y las acciones a desarrollar para la adopción de BIM en una organización, no solamente enfocados en la implementación tecnológica, sino también en los ámbitos de procesos, formación de competencias y capital humano, intercambios y flujos de información, soporte de redes, trabajo con externos, gestión de la documentación, entre otras.

Como por ejemplo la empresa, **Zañartu Ingenieros Consultores** desarrolló su Plan de Implementación en base a 4 etapas:

- **Etapa 1 Levantamiento de Procesos:** Esta primera etapa de su plan de implementación comienza en 2019 con un levantamiento de sus procesos y metodologías de trabajo, pudiendo sentar las bases y entender completamente sus procesos previos a la implementación de BIM.
- **Etapa 2 Diagnóstico:** En esta, se desarrolló un curso BIM generalizado a toda la organización, el cual fue acompañado de mesas de trabajo a partir de las cuales realizaron un informe de diagnóstico y una hoja de ruta estableciendo los siguientes pasos en su Plan de Implementación BIM.
- **Etapa 3 Desarrollo Proyecto Piloto:** Poniendo en marcha su PIB con cursos internos a través de los cuales se prepararon para la tercera etapa, la realización de un proyecto piloto, el cual se realizó en BIM en paralelo a AutoCAD.
- **Etapa 4 Mejora:** Finalmente, la cuarta etapa actualmente en desarrollo, consiste en auditar el proyecto realizado, pudiendo revisar y mejorar su PIB, actualizando sus cursos y manuales, los cuales en conjunto a instancias de retroalimentación (dadas sobre todo entre Juniors y Seniors), ponen en marcha una instancia de mejora constante.

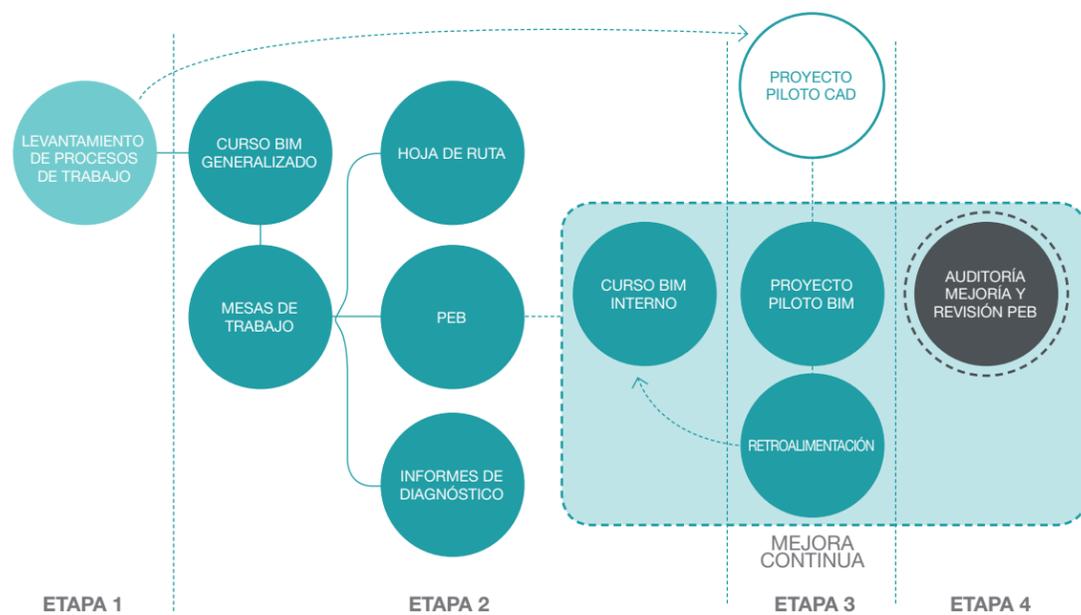


Fig. 42: Esquema de implementación de BIM por etapas de la empresa Zañartu Ingenieros Consultores



Fig. 43: Esquema de implementación de BIM por etapas de la empresa Zañartu Ingenieros Consultores.

Inmobiliaria VPA tuvo otra aproximación, en este caso, el proceso de Implementación BIM nace desde un proyecto piloto, teniendo etapas menos definidas que el caso anterior, pero, con pasos claros que permitieron el avance de la implementación. Como punto de partida, se contrató a un Gestor BIM (BIM Manager) externo, quien tuvo la labor de levantar los procesos y métodos de trabajo de la empresa para poder actualizarlos aplicando BIM, de aquí, se derivó a la elaboración de una Biblioteca de entidades BIM propia de la oficina, junto con Plantillas de trabajo. Todos estos se consideran desarrollos clave para gatillar la adopción total de BIM.

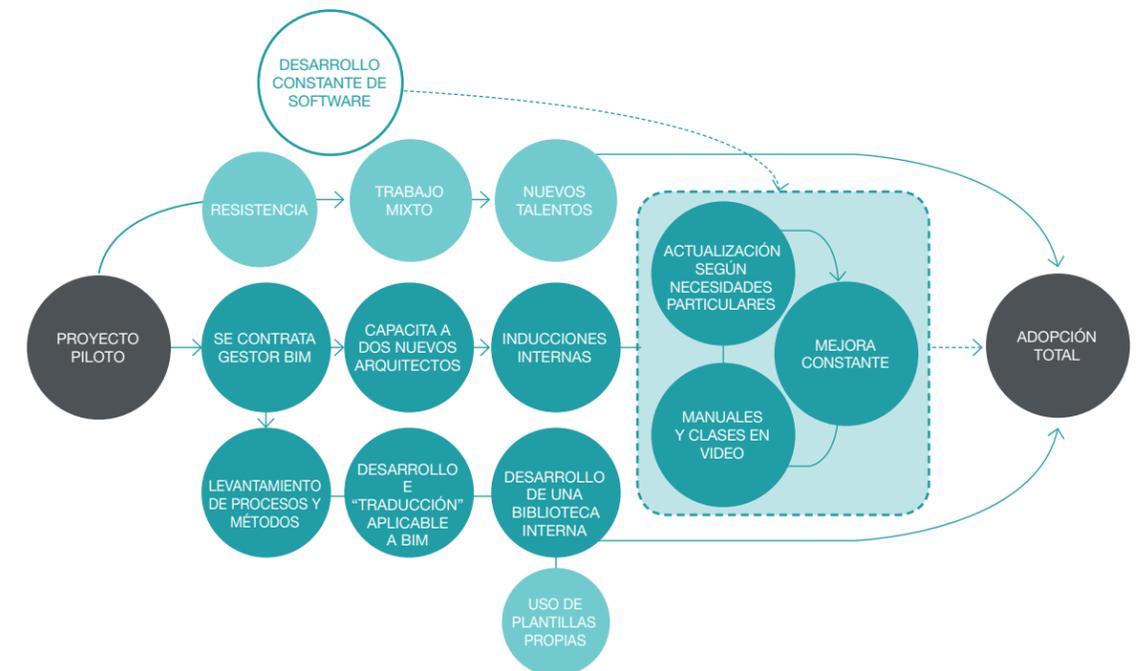


Fig. 44: Pasos para la implementación de BIM en la inmobiliaria VPA.

El Gestor BIM externo, tenía a su vez el rol de capacitar a dos nuevos arquitectos, quienes a futuro tomarían el rol de Gestores BIM, y se harán cargo de las inducciones de los nuevos integrantes de la empresa, generando material para estas y a su vez de actualizarlo según las necesidades que vayan surgiendo proyecto a proyecto, permitiendo la mejora constante de la implementación BIM y pudiendo superar la resistencia generada por la aparición constante de nuevos Software. Esta generación de material para inducciones sería un paso intermedio para la adopción total de BIM. En paralelo a la contratación del BIM Manager, se tuvo que hacer frente a las resistencias al cambio, es así que, durante los primeros meses de la Implementación, se trabajó tanto en BIM como en AutoCAD hasta la llegada de nuevos talentos con conocimientos previos, asegurando la conformación de un equipo con conocimientos BIM, a partir del cual se pudo finalmente llegar a la adopción total de BIM.

7.1.2. Definición de recursos económicos y plazos

Desde antes de implementar BIM la empresa **Delporte Ingenieros** ya utilizaba automatizaciones y desarrollos propios para la ejecución de sus proyectos en AutoCAD, por lo que desde los inicios de su implementación han desarrollado herramientas para uso interno. Por el lado de la gestión y coordinación de los proyectos, se creó una “WikiDelporte”, que cumple la función de ser una central de documentación para la empresa, por otro lado, se generó un tablero de control de procesos para cada especialidad.

Junto a esto se desarrollaron diversas automatizaciones que les permiten generar partes del proyecto como la enfierradura para los elementos de hormigón apegándose a la normativa, o, hacer correcciones a la visualización del proyecto para la generación de entregables. Un punto clave de sus automatizaciones es que estas funcionan con sus propias librerías, por lo que el desarrollo de librerías según la necesidad de cada proyecto les ha permitido generar un proceso de mejora constante de sus automatizaciones y procesos.

Estos desarrollos basados en la implementación de BIM le han permitido a Delporte Ingenieros reducir sus plazos de trabajo, pudiendo elaborar proyecto más precisos y completos, así mismo pudiendo trabajar en más proyectos de manera simultánea, manteniendo el tamaño del equipo de trabajo. Esta agilización de sus procesos, les ha permitido además disminuir los errores de proyecto y las RDI, mejorando su eficiencia general como oficina.

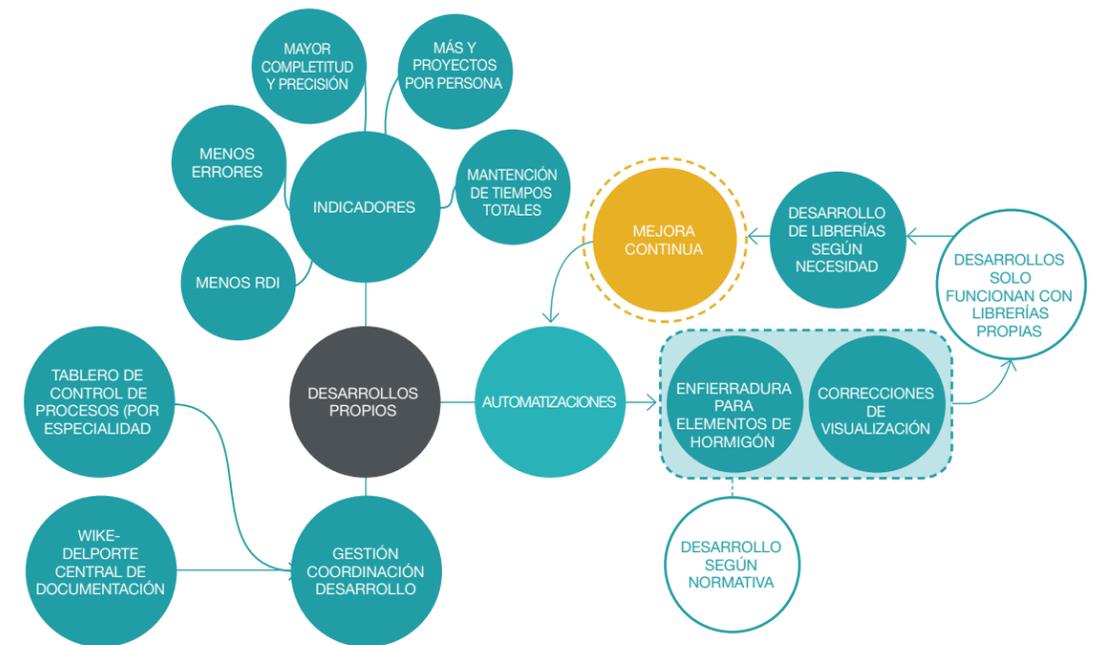


Fig. 45: Elaboración de desarrollos propios en la empresa Delporte Ingenieros.

SELECCION ESPECIALIDAD	Proyecto Edificio	PANEL PREDETERMINADO	WOLVES	GUARDAR TABLERO
DISEÑO ANTEPROYECTO	Dimensionar Y Proyectar Pisos De Acornelidas [131]	Dimensionar Y Proyectar Sala Edificia [132]	Dimensionar Y Proyectar Grupo Electrico [133]	Dimensionar Y Proyectar Shaft Por Piso [134]
PERMISO DE EDIFICACION	[135]	[136]	[137]	[138]
DISEÑO BASICO	Modelar Sala Electrica Y Grupo Electrico [139]	Modelar Sala A Tierra Estimativa [140]	Modelar Acornelidas [141]	Modelar Shaft De Pisos Tipo [142]
DISEÑO DE DETALLE	Detallar Sala Electrica Y Grupo Electrico [143]	Dimensionar, Modelar Y Detallar Sala A Tierra Definitiva [144]	Detallar Acornelidas [145]	Detallar Shaft De Pisos Tipo [146]
REVISIONES	Revisión Projectiva [147]	Revisión Coordinador T1 + 20 [148]	Revisión Jefe De Proyectos T30 + 1 [149]	Revisión Mandato [150]
APTO PARA LICITACION	Resolución De Observaciones De Proyectista [151]	Resolución De Observaciones De Coordinador [152]	Resolución De Observaciones De Jefe De Proyectos [153]	Sustituir Actualización De Funciones Técnicas [154]
APTO PARA CONSTRUCCION	Incorporar Ajustes A Instalador [155]	Incorporar Observaciones De Instalador [156]	Incorporar Cambios De Instalaciones [157]	Registrar Pisos Tipo En Niveles Correspondientes T30 + 25 [158]

Fig. 46: Tablero de control de procesos de la empresa Delporte Ingenieros.

7.1.3. Definición de la gobernanza y patrocinio

La Gobernanza BIM refiere a las personas o equipos que lideran la implementación de BIM en una organización. Están encargados de definir las acciones que se llevarán a cabo, pero también de gestionar las voluntades de los diferentes actores y los recursos económicos que requiere este proceso. Cuentan con una responsabilidad estratégica para lograr los objetivos propuestos y además, gestionan las capacidades técnicas para ejecutar lo requerido por el PIB.

Como por ejemplo la Gobernanza BIM de empresa **Zañartu Ingenieros Consultores**, se basa en un “Comité BIM” el cual se compone por las gerencias de la organización y el Gestor BIM, este comité sesiona una vez al mes, instancias en las cuales el Gestor BIM presenta los avances, novedades y diferentes requerimientos que pueda tener el grupo BIM Zañartu, compuesto por el Gestor BIM, un Coordinador BIM, un Revisor BIM y siete Modeladores BIM, finalmente desde estos requerimientos levantados, el Comité BIM otorga acceso a nuevos recursos según estime conveniente.

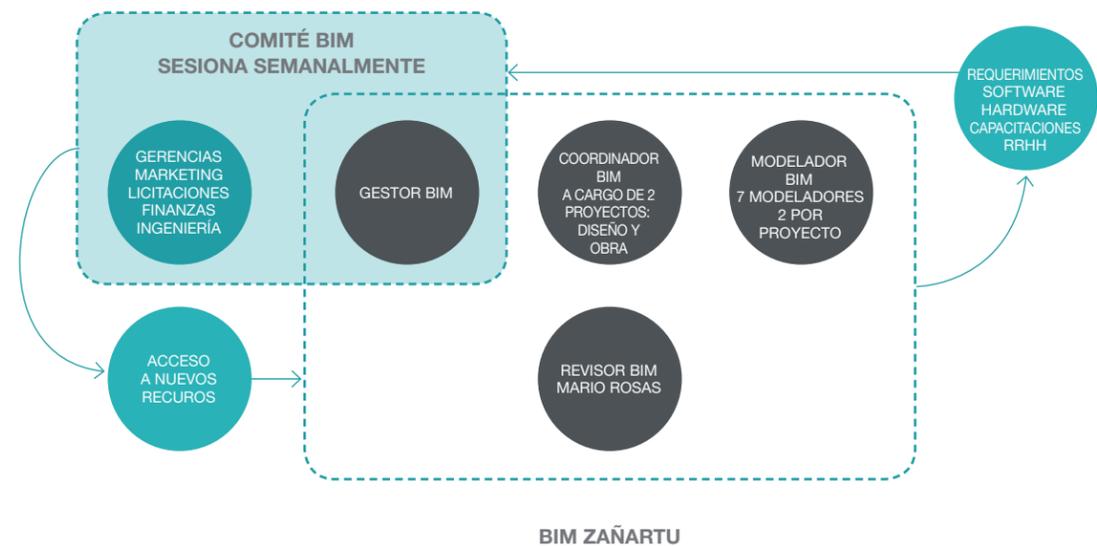


Fig. 47: Esquema de organización y funcionamiento del Comité BIM en la empresa Zañartu Ingenieros Consultores.

7.1.4. Línea de tiempo, hitos y logros tempranos

Para realizar la implementación de BIM en las empresas, es común un desarrollo de la implementación en 4 etapas, en el caso de la empresa **MVQ** se tradujo en los siguientes esquemas de trabajo:

- **Etapa 1, Levantamiento de Procesos:** desarrollada en base a la ISO 9001 y sus procesos de mejora continua, la cual consistió en hacer un levantamiento de sus técnicas y procesos, complementado por las necesidades y buenas prácticas relevadas de clientes, en paralelo se llevó a cabo un proceso de estandarización de sus sistemas de información y guardado. Luego, se pasa a un proceso de captación de nuevos talentos, teniendo cada empleado un punto fuerte, pero, teniendo conocimiento suficiente para cumplir la labor de sus compañeros.
- **Etapa 2 Diagnóstico:** se define una matriz de riesgos que facilita el acercamiento a nuevos proyectos pudiendo evaluar su factibilidad y cómo aproximarse a su desarrollo.
- **Etapa 3 Aplicación BIM en Proyectos:** En una tercera etapa, se trabajan aspectos del modelo, generando procesos propios para el desarrollo de los proyectos, incorporando estándares normativos a BIM, integrando sus modelos vía Cloud pudiendo así colaborar con asesores externos y separando sus modelos por especialidades con la intención de reducir su tamaño, manteniendo modelos más fáciles de manejar.
- **Etapa 4 Mejora:** Finalmente, a futuro, la empresa tiene planes de generar automatizaciones a través de Dynamo para agilizar tanto sus procesos de proyecto como la obtención de datos asociados a estos.

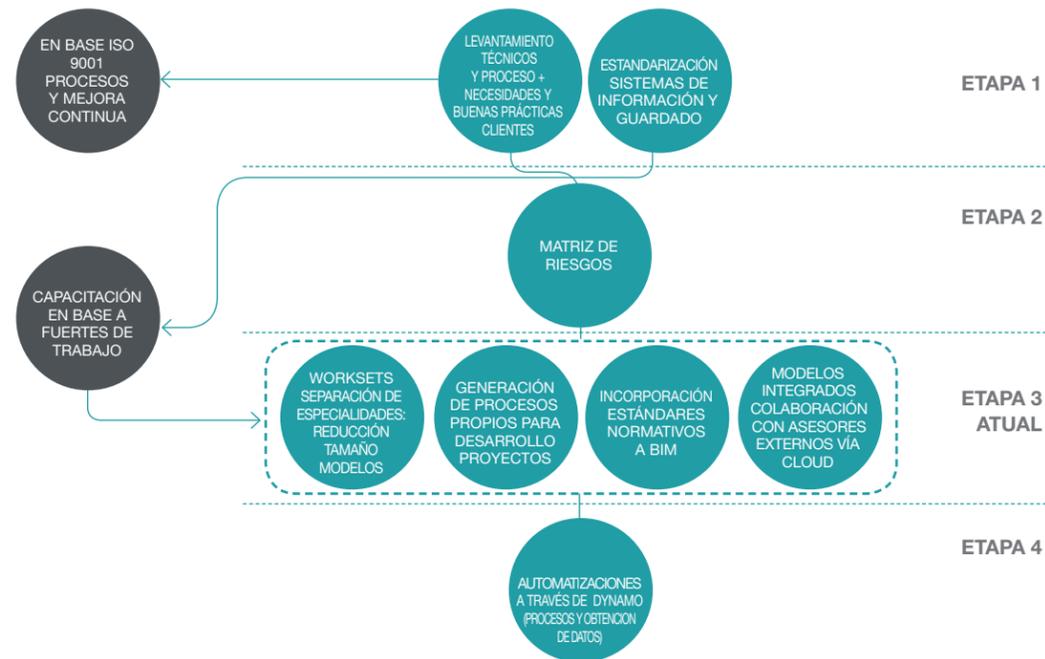


Fig. 48: Esquema de implementación de BIM por etapas de la empresa MVQ.

7.1.5. Línea base e indicadores BIM, ROI o rentabilidades obtenidas

Los indicadores BIM suelen medirse a través del uso de KPI, palabra que proviene de las siglas de la frase “Key Performance Indicators”. Esto se traduce como “indicadores claves de desempeño”. Estos indicadores son todas las variables, factores y unidades de medida definidos para los objetivos a alcanzar, especificados en el plan estratégico de una organización o empresa. En el caso de BIM, pueden establecerse KPI’s orientados a medir la adopción de BIM general en la organización, así como también establecer mediciones específicas a los proyectos.

Así como en el caso de la empresa **Delporte Ingenieros** quienes establecieron una serie de indicadores que les permitieran comprender y cuantificar sus avances y mejorías a través de la implementación BIM. Entre ellos, encontramos, la disminución de errores, la disminución de RDIs, la mantención de tiempos totales de trabajo a la vez que consiguen elaborar proyectos más complejos y precisos y la posibilidad de trabajar en una mayor cantidad de proyectos con la misma cantidad de personas.

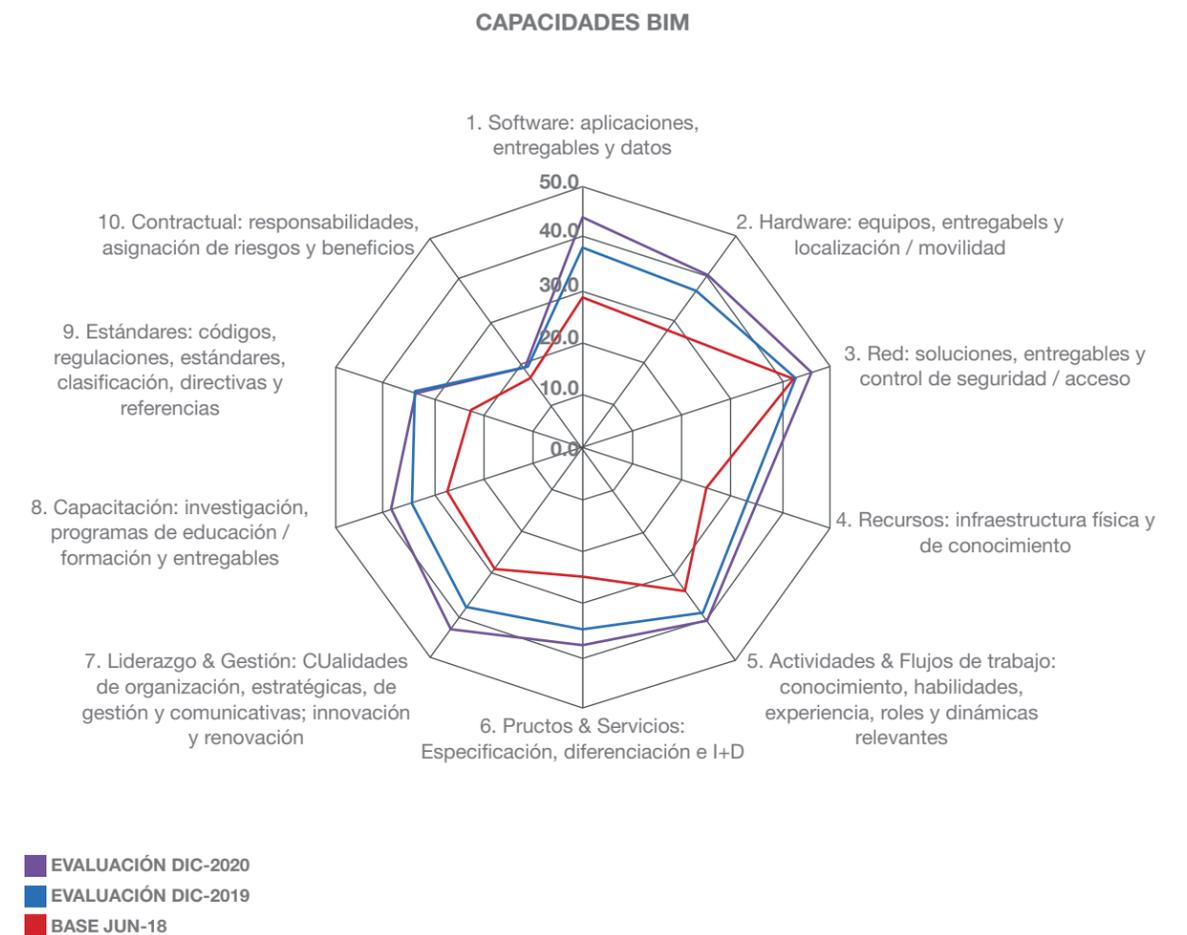


Fig. 49: Levantamiento de capacidades BIM de la empresa LD Constructora

7.1.6. Levantamiento de aprendizajes y transferencia de lecciones aprendidas al interior de los equipos

Al implementar BIM en una organización, se vuelve crucial desarrollar la capacidad de revisar los procesos y metodologías utilizados, pudiendo así levantar los errores, buenas prácticas y aprendizajes obtenidos de cada proyecto elaborado, transfiriendo estos nuevos conocimientos a los equipos de trabajo.

En esta materia, tenemos el ejemplo de **LD Constructora**, quienes para su implementación BIM comenzaron por adaptar la metodología de Bilal Succar a las necesidades de la empresa. Desde aquí se establecen medidores de desempeño con el enfoque puesto en la gestión integral de los proyectos, creando entonces una matriz interna y definiendo indicadores de gestión. Con estos dos medidores establecidos, se hace una primera evaluación de Capacidades BIM de la empresa, a partir de la cual se identificaron brechas, pudiendo tomar acción entorno a las dimensiones más débiles y estableciendo iniciativas anuales de mejora. Es desde la conjunción de estos dos últimos puntos que encontramos estrategias de mejora continua por parte de la empresa, estableciendo junto a estas la reevaluación de sus capacidades año a año.



Fig. 50: Esquema de implementación de BIM en la empresa LD Constructora.

Así mismo podemos identificar este tipo de mecanismos en empresas como **VPA Ingeniería**, quienes actualizan sus manuales de trabajo cada vez que surgen necesidades particulares derivadas de los proyectos, o **CCRR Arquitectos**, quienes a través de su comité BIM hacen revisiones de buenas prácticas y errores identificados en cada proyecto.

7.2. Pilar 2: Gestión de personas

La estrategia de capacitación y formación continua de los equipos de trabajo sobre BIM, dependerá directamente de los roles y responsabilidades que asume cada participante dentro del proyecto, y por ello existirán diferentes niveles y tipos de capacitación, unos más centrados en lo metodológico y otras en el uso de software.

Por ello, es indispensable la realización de un plan de formación. Este se puede dividir en al menos dos tipos, uno con una información más general sobre qué es BIM, sus beneficios, herramientas utilizadas, sistemas de colaboración y uso de estándares, y otro más específico centrado en las competencias de usos de software que vaya a necesitar cada profesional en su puesto. La planificación de estas capacitaciones, ya sean internas o externas, se planificarán para etapas previas y también durante la ejecución del piloto, a modo de reforzamiento y acompañamiento.

7.2.1. Descripción roles bim según estándar nacional

Para la elaboración de una estrategia de capacitación BIM, es necesario basarse en la concepción de responsabilidades que toma cada trabajador en cuanto al rol que asume en un proyecto. Para esto se utiliza de referencia la “Matriz de Roles BIM” presente en el Estándar Nacional BIM, que fue elaborada el año 2017 en conjunto con representantes del sector público, privado y la academia.

Una definición de Roles busca:

- Generar un lenguaje común entre los participantes de la industria y al mismo tiempo un entendimiento compartido de las competencias de los distintos profesionales que interactúan en los proyectos.
- Definir explícitamente las competencias requeridas para ejercer cada uno de ellos, es decir, determinar los conocimientos, experiencias y habilidades necesarias para poder ejecutar satisfactoriamente cada uno de los Roles BIM identificados.
- Guiar a las empresas a caracterizar las capacitaciones BIM que requieren para sus equipos.

Un Rol BIM caracteriza funciones y responsabilidades que se ejercen a lo largo del desarrollo de un proyecto ejecutado bajo la metodología BIM. Se han definido cinco Roles BIM⁶⁶ que asignan funciones y responsabilidades en cuanto a la generación y gestión de información BIM a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, las que deben estar claramente asignadas.

- Un Rol NO es un cargo
- Los Roles BIM NO definen una nueva disciplina
- Los Roles pueden ser desempeñados por personas existentes en un equipo, SI se capacitan.
- Una persona SI puede ejercer más de un Rol
- Un Rol SI puede ser ejercido por varias personas
- Asumir un Rol, implica responsabilidades sobre determinadas acciones

La Matriz de Roles BIM define 5 Roles y sus capacidades BIM que se suman a las competencias que cada persona ya posee y que fueron obtenidas por parte de ellos tanto en el estudio de sus disciplinas como de los aprendizajes adquiridos en años de trabajo. En consecuencia, la Matriz de Roles BIM también detalla la experiencia previa que se espera posean aquellas personas que asuman dichos Roles y responsabilidades:

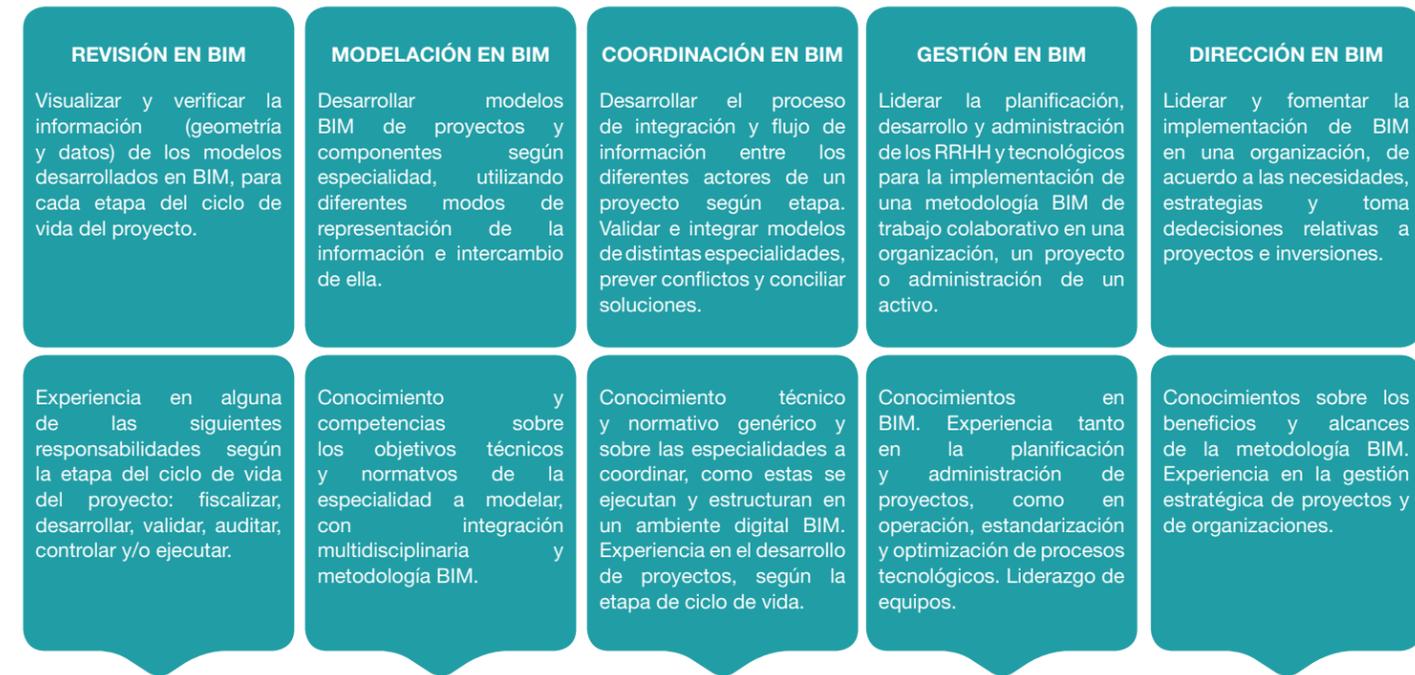


Fig. 51: Responsabilidades y Experiencia Previa de Roles BIM, Desarrollado por Planbim de Corfo (2019)

7.2.2. Estrategias de capacitación y formación continua

Los cinco Roles BIM suponen un modelo de capacitación escalar y progresivo, esto quiere decir que, en términos de capacitación para los diferentes roles éstas deben ser sumativas y complementarias. El rol que recibe una capacitación más básica es el de Revisión en BIM y, por otro lado, quien se capacite en el Rol de Modelación BIM, considera las capacidades de Revisión y además se le suman las de modelación BIM. En relación a quien asume un rol de Coordinación, este sabrá revisar y modelar, además que se le sumarán capacidades de coordinar y liderar proyectos.

Como referente, a nivel internacional no se han definido roles mixtos, ya que se da por hecho que un rol más avanzado, incluye las capacidades BIM de los otros, junto a las capacidades técnicas propias de su profesión o especialidad.

66. Roles bim y matriz de roles bim (2017). Planbim, comité de transformación digital, corfo. Consultado en www.Planbim.Cl, fecha consulta: enero 2021.

Así, quien hace la gestión de proyectos en BIM, asume todas las capacidades y experticia en un mismo Rol, revisor, modelador y coordinador. Sólo el rol de Dirección sale de esta lógica, no tiene la obligación de manejar software BIM, sino más bien, tener un entendimiento amplio de la metodología BIM.

En resumen y a modo general, la necesidad de formación de acuerdo a cada rol, se describe de la siguiente manera:

- **Rol de Dirección en BIM**, sólo necesita como mínimo 8 horas de formación en cuanto a la teoría del BIM y a su vez, todos los Roles deben recibir al menos estas 8 horas de formación teórica.
- **Rol de Revisión en BIM**, se le suma 20 horas más de revisión y comprensión más profunda de variadas temáticas sumando un total de 28 horas aproximadamente.
- **Rol de Modelación**, sumará otras 40 horas más de modelación avanzada, sumando un total de 68 horas de capacitación.
- **Rol de Gestión en BIM**, quien sólo para complementar sus capacidades profesionales debe completar un total de 180 horas de formación en BIM, que dependerán de la temática BIM en que se profundice su experticia.

ROL BIM	H HORAS ESTIMADAS EN CAPACITACIÓN
DIRECCIÓN EN BIM	8 HORAS
REVISIÓN EN BIM	20 HORAS
MODELACIÓN EN BIM	40 HORAS
COORDINACIÓN EN BIM	68 HORAS
GESTIÓN EN BIM	180 HORAS

Fig. 52: Horas estimadas para capacitación por Rol BIM.

Es importante recalcar, que las capacitaciones en BIM sólo suman capacidades a las competencias profesionales que el funcionario tenga y sus conocimientos específicos en cuanto a su especialidad y desarrollo de proyecto. Estas formaciones no pueden suplir vacíos o brechas del área de la construcción en general, sólo vienen a aportar conocimientos y habilidades específicas de BIM. Las capacitaciones que se desarrollen, tendrán por objetivo principal que el/la estudiante forme conocimientos

en materias BIM, referidas a las capacidades según el Rol BIM que asuma, entendiendo que cuenta con conocimientos previos respecto a competencias técnicas y normativas referidas a proyectos, según las distintas etapas de proyecto en los que trabaja normalmente. Con ello, se busca que el profesional logre desarrollar modelos BIM de mediana complejidad de proyectos de especialidades.

En el caso de la inmobiliaria **SIENA**, la implementación BIM viene impulsada por el área de arquitectura. Se comienza por la búsqueda de especialistas que trabajen en BIM, a la vez que se realizaron capacitaciones con entes externos, como Graphisoft para el uso de Archicad, como también en el manejo de archivos IFC con Bwise y en el uso de Solibri para las coordinaciones de los modelos. Junto a estas, se hicieron inducciones internas del uso de sus CDE, por un lado, Sharepoint para el trabajo interno y por el otro Trimble Connect para la visualización en obra. Teniendo esto como base, hoy la empresa se está enfocando en el desarrollo de una nueva SDI y en el mejoramiento de la implementación de Trimble Connect, buscando utilizarlo al máximo de sus capacidades y no sólo como una herramienta de visualización en obra.

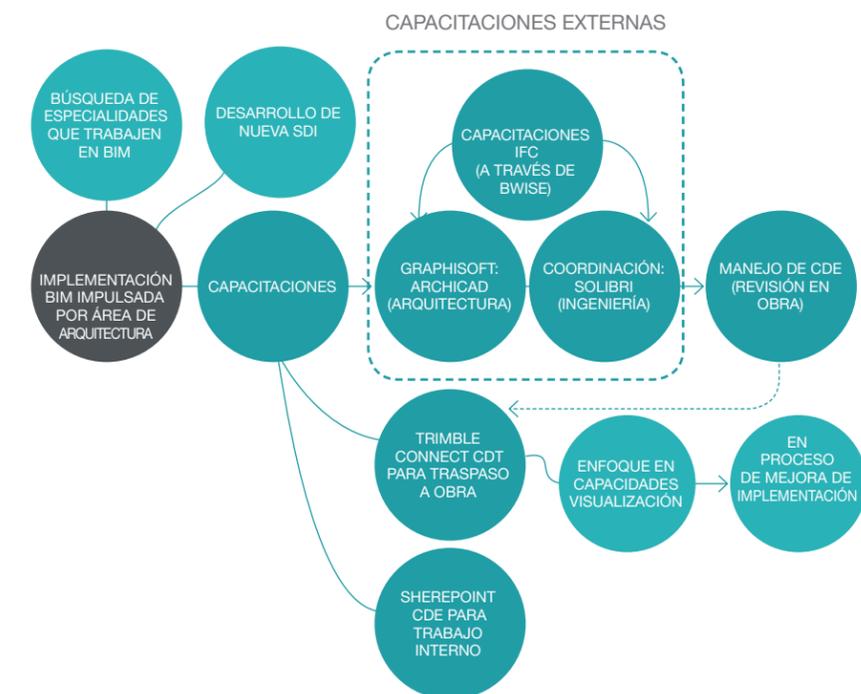


Fig. 53: Esquema de implementación de BIM en la inmobiliaria SIENA.

Este tipo de mecanismos de capacitación y mejora continua son detectables también en empresas como LD Constructora, quienes evalúan el desempeño de su empresa año a año, identificando y reforzando sus áreas débiles. A su vez CCRR Arquitectos, busca detectar sus errores y buenas prácticas, incorporando las lecciones aprendidas en sus metodologías de trabajo mejorando sus capacidades internas. Vemos también casos como el de VPA Ingeniería, quienes a través de la generación de manuales y videos a medida que surgen nuevas necesidades específicas a cada proyecto, es que mantienen un plan de mejora continua de las capacidades de su empresa.



Fig. 54: Clases Revit internas de la empresa MVQ.



7.2.3. Estrategias para la difusión interna y hacia el ecosistema

A medida que la empresa comienza a realizar la implementación de BIM, es importante comunicar y difundir de manera clara a todos los involucrados directos e indirectos, todos los cambios que se producirán, los nuevos procesos, las capacitaciones que se planificarán y las tecnologías que serán adoptadas.

Esto puede ser reforzado con un plan comunicacional externo, desarrollado en conjunto con el área comercial, que dé cuenta al sector construcción sobre los avances de la empresa en relación a temas de la Industria 4.0, la visión y objetivos de la implementación de BIM. Esta difusión puede ser a través de la página web, columnas de opinión, newsletter, participación en seminarios y webinars, entre otros.

Este plan comunicacional se debe enfocar en sensibilizar a los actores en cuanto a los aspectos que se deben modificar para alcanzar este cambio cultural de los modelos de trabajo tradicionales:

- Entender que el modelo de trabajo debe evolucionar profundamente hacia uno colaborativo.
- Que las competencias de los actores tienen que variar por vía de la formación.
- Se tiene que incorporar una visión global del proceso constructivo y de todo el ciclo de vida de los proyectos.
- Hay que avanzar hacia modelos de trabajo en tiempo real y que posibiliten la coordinación e interacción de todos los actores.
- Modificar los procedimientos con foco en la adopción de estándares de escala mundial.
- Establecer unos resultados esperables de cualquier proyecto de manera transparente.

A modo interno, las acciones a realizar pueden ser:

- Organización de sesiones de nivelación y de introducción al BIM en cada unidad de negocio e incluyendo otras gerencias, sobre todo la comercial y de inmobiliaria, adaptadas al nivel de conocimientos que haga falta, que transmitan la importancia del cambio, su repercusión horizontal y que motiven a todo el personal.
- Facilitar un canal de información que llegue a todos los equipos involucrados, mediante el cual periódicamente se informe de la situación, progresión y avances que se van produciendo, sobre todo en la etapa de pilotaje.
- Organización de sesiones transversales entre gerencia y unidades, de puesta en común de los pasos que se van dando, dificultades y éxitos alcanzados.
- Fomentar la asistencia a actos relevantes sobre el tema, seminarios y webinars.
- Aprovechar las sinergias que se puedan generar en determinados acontecimientos no estrictamente técnicos (por ejemplo: actos institucionales, inauguración de obras, jornadas de puertas abiertas, visitas institucionales) en los cuales se haga una presentación sobre las características del BIM.
- Elaborar y publicar estudios o newsletter sobre la evolución de la implementación del BIM en la empresa, cumplimiento de metas, KPIs y plazos.



CONFORMACIÓN COMITÉ BIM

Para planificar la perdurabilidad de las diferentes acciones a llevar a cabo, será beneficioso conformar un Comité BIM interno. Este comité debiese estar conformado por al menos un representante de cada gerencia más el equipo del área BIM, y así tener el apoyo y vocería desde y para cada unidad, sobre el plan de actuaciones concretas a desarrollar.

Uno de los objetivos principales de este Comité BIM será ejercer un efecto tractor sobre el resto de la empresa, y, por lo tanto, multiplicar los impactos positivos de la adopción de las nuevas tecnologías, los procesos de producción colaborativos y procedimientos contractuales asociados a la metodología BIM. Y además se le suman otros propósitos, tales como:

- Velar por una buena implementación de la metodología BIM.
- Definir y mantener una gobernanza a nivel central, con representatividad amplia de las gerencias.
- Fortalecer los canales de comunicación interna y externa, fomentado un trabajo transversal y colaborativo en la toma de decisiones.
- Difundir y hacer la bajada de la implementación gradual de esta metodología en las diferentes unidades y considerando sumar cada vez más proyectos.
- Monitorear e impulsar los cambios, seguimiento de línea base y KPIs.
- Difundir logros y beneficios que se capten de la aplicación de la metodología BIM en los proyectos.
- Coordinar la implementación interna de planes de capacitación de capital humano, según proyectos piloto, estándares y requerimientos.

Por ejemplo, la difusión de la implementación BIM en la empresa **Zañartu Ingenieros Consultores** se dividió en 2 instancias, una de difusión interna, la cual consiste principalmente en la realización de un Webinar anual donde se presentan los avances de BIM a todos los integrantes de la empresa (unas 500 personas aprox.).

Por otro lado, la instancia externa, consiste en la realización de Webinars privados, realizados a los clientes, dando la posibilidad de presentar los beneficios de BIM, facilitando el trabajo y reduciendo la resistencia al uso de BIM por parte del cliente. A su vez, se realizan Webinars públicos en Universidades, generando interés en BIM desde la academia. Finalmente se hace difusión de la implementación, sus novedades y avances a través de plataformas online como RRSS y la página web de la empresa.

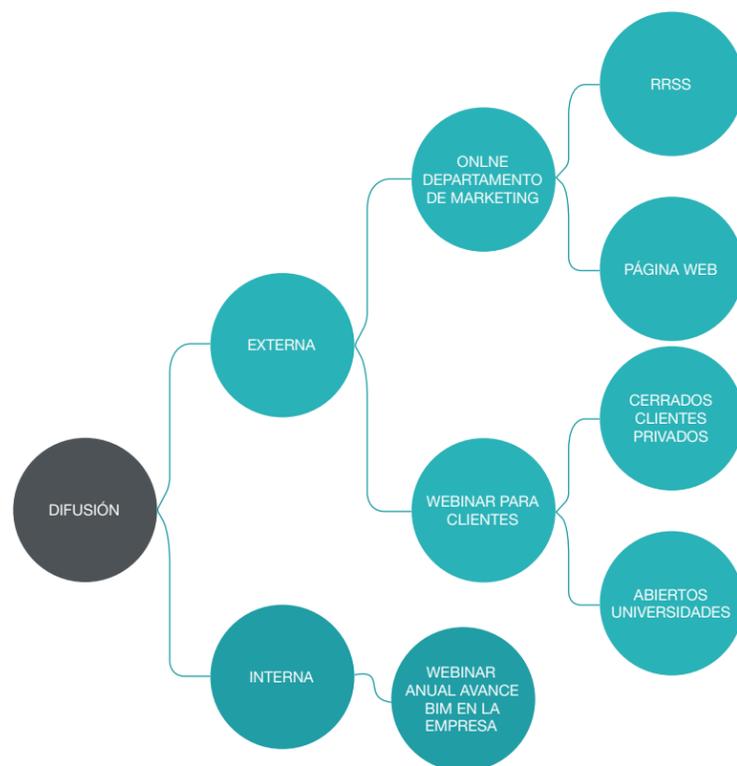


Fig. 55: Estrategias de difusión de la empresa Zañartu Ingenieros Consultores.

7.2.4. Manejo de la resistencia al cambio y seguimiento de las capacidades BIM de equipo

Usualmente, al momento de implementar BIM en una organización, surgen diferentes resistencias al cambio de metodología de trabajo, estas pueden ser tanto internas como externas a la organización. Es entonces crucial poder establecer metodologías que permitan sobrellevar estas resistencias, generando un espacio de trabajo que permita una correcta implementación de BIM en todo el desarrollo del proyecto.

Un caso particular al momento de enfrentarse a las resistencias es la oficina de arquitectura **CCRR**. En este caso, para la implementación de BIM en la empresa, se hizo un acercamiento desde las resistencias. Para sobrellevarlas, se realizaron capacitaciones en base a inducciones, manuales y videos los cuales fueron desarrollados con la ayuda de una consultora externa quien puso el foco en los procesos de mejora continua de sus capacidades y procesos. Desde estas capacitaciones, se consigue actualizar a los equipos de trabajo de la oficina (Seniors) y captar nuevos talentos que se puedan integrar rápida y fácilmente a los flujos y métodos de trabajo de la empresa. Esto se traduce en una mejora de las capacidades internas que permitió dividir el trabajo según especialidades.

Desde aquí se implementa un comité de proyectos, desde el cual se hace levantamiento del desempeño, documentando y actualizando las capacitaciones a partir de las buenas prácticas que surjan por proyecto y generando grupos de trabajo para enfrentarse y evitar la reincidencia en errores detectados. De aquí se consigue mantener una retroalimentación constante que permite la mejora permanente de las capacidades internas a la oficina y de su PEB para especialidades externas. En paralelo a todo esto, para sobrellevar las resistencias externas, en el caso de los clientes, se les presenta y da entender la importancia de BIM, generando desde aquí un acuerdo previo de lo que serán los alcances de BIM en el desarrollo del proyecto, elaborando finalmente un PEB. En el caso de las constructoras, se toma la decisión de incluirlas en etapas de diseño de manera de hacerlas parte del proceso, reduciendo las resistencias en obra.

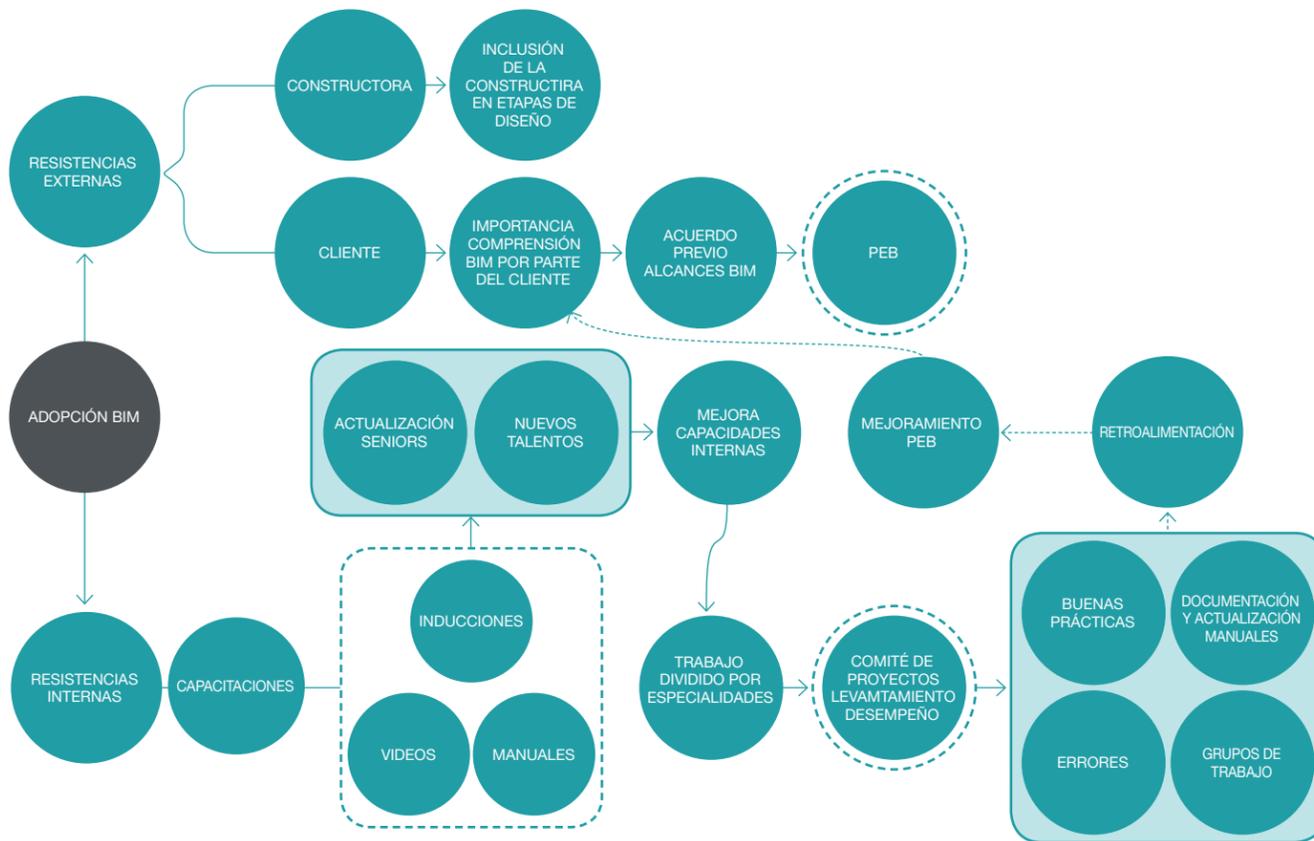
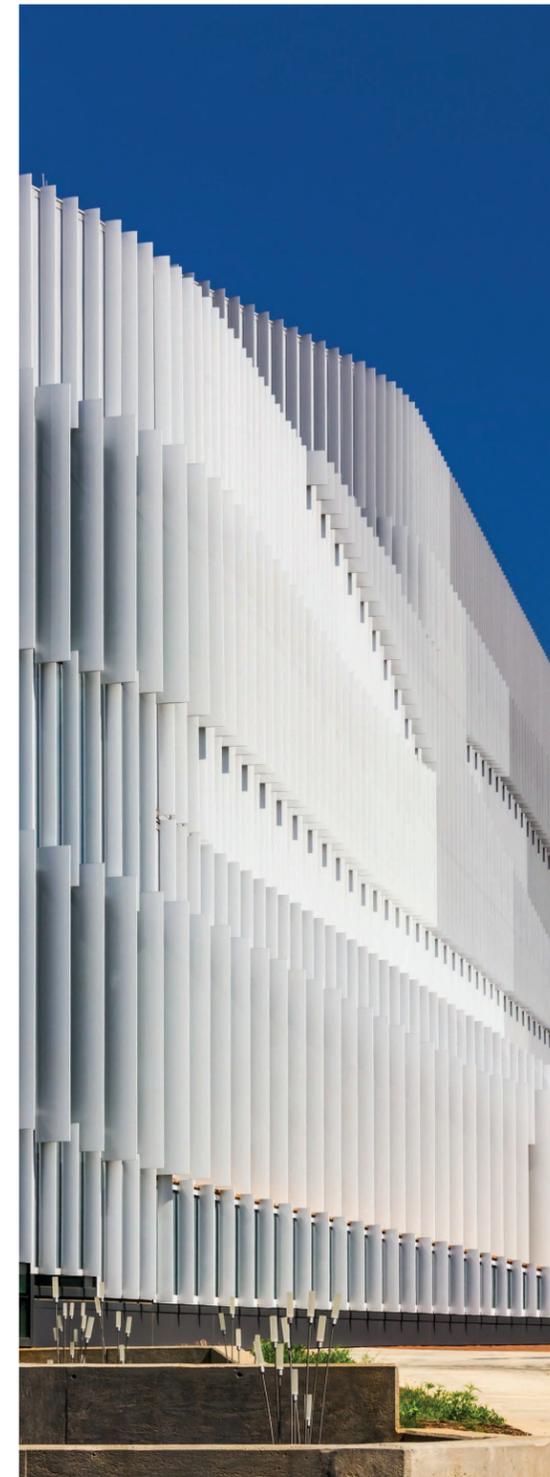


Fig. 56: Esquema de implementación de BIM y estrategias de manejo de resistencias al cambio en la empresa CCRR Arquitectos.

A su vez, **LD Constructora** busca manejar las resistencias al cambio mediante la capacitación tanto de sus equipos de trabajo internos como de sus subcontratos, dándoles a conocer sobre la importancia, alcances y aplicaciones de BIM en su desarrollo de proyectos. Por otro lado, la **Inmobiliaria Siena**, se enfrenta a las resistencias, inicialmente mediante un trabajo mixto (AutoCAD y BIM) para luego enfrentarla a través de la contratación de nuevos talentos, en paralelo, su plan de mejora constante les permite mantenerse actualizados a la hora de hacer frente a la constante actualización y desarrollo de Software BIM.



7.2.5. Capacitación de nuevos talentos y plan de inducción

La implementación BIM en **LD Constructora**, tiene como punto de partida la puesta en marcha de capacitaciones, por un lado, al equipo interno de la empresa, acompañándose por cursos internos a los nuevos integrantes del equipo, a partir de estas capacitaciones se consigue nivelar a todos los integrantes estableciendo un vocabulario BIM común, un protocolo de gestión de Modelos BIM y la implementación de una metodología para las Solicitudes y extracción de la información.

Por otro lado, también se realizan capacitaciones a los nuevos subcontratos, haciendo inducciones sobre Usos BIM en proyecto y capacitando en herramientas como BIM360 y otras herramientas asociadas, estableciendo metodologías asociadas a los entregables, la revisión de modelos 3D y la obtención y manejo de la información, pudiendo así reducir la resistencia a la implementación por parte de las empresas colaboradoras.

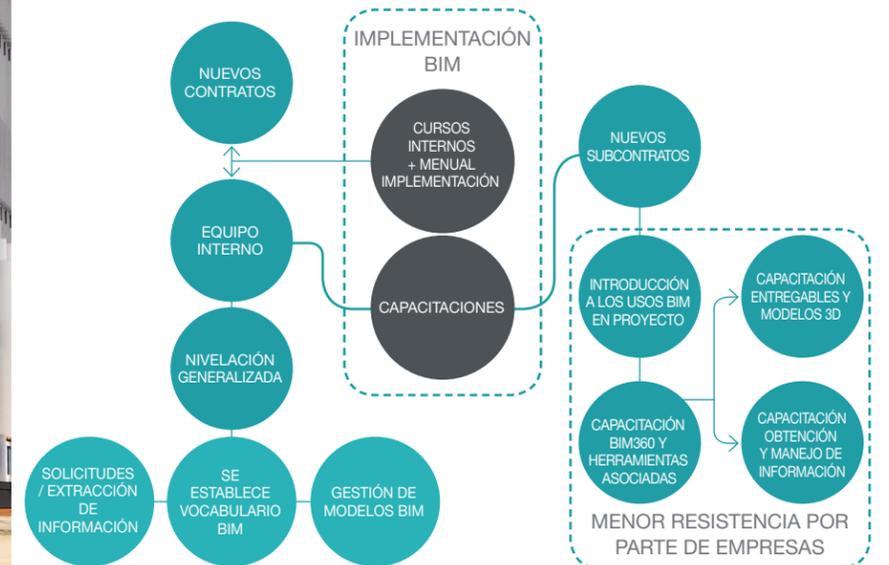


Fig. 57: Esquema de implementación de BIM y capacitaciones en la empresa LD Constructora

 MANUAL DE IMPLEMENTACIÓN BIM	CÓDIGO	LD - MIB - R1
	FECHA	01-03-2020
	PÁGINA	1 DE 30

Contenido	
1. Implementación BIM.....	4
1.1 Objetivo.....	4
1.2 Inicio de proyecto.....	4
1.3 Planificación de la implementación.....	4
1.3.1 Definición de objetivos y usos BIM.....	4
1.3.2 Definición del alcance de los usos BIM.....	5
1.3.3 Selección y subdivisión de los modelos.....	7
1.3.4 Definición de los procesos de ejecución BIM.....	9
1.3.5 Planificación de las actividades BIM.....	9
1.3.6 Asignación de roles y responsabilidades.....	9
1.3.7 Contenido de información de los modelos.....	15
1.3.8 Infraestructura de soporte para la implementación de BIM.....	17
1.3.9 Elaboración del plan de ejecución BIM.....	20
1.4 Implementación del PEB.....	20
1.4.1 Actividades de difusión y seguimiento.....	20
1.5 Cierre del proyecto.....	20
2. Organización de archivos y carpetas.....	21
2.1 Estructura de carpetas.....	21
2.2 Nombre de archivos.....	23
2.2.1 Composición.....	23
2.2.2 Campos.....	23
2.2.3 Nombre de archivos de modelos.....	24
2.2.4 Nombre de archivos de láminas.....	24
2.2.5 Nombre de archivos para RDI.....	24
3. Requisitos del modelo.....	25
3.1 Versión del software.....	25
3.2 Configuración básica del archivo Revit.....	25
3.2.1 Información del proyecto.....	25
3.2.2 Nombre de usuario.....	25
3.2.3 Parámetros compartidos.....	25
3.2.4 Unidades.....	25
3.2.5 Niveles.....	25
3.3 Organización del navegador.....	26
3.3.1 Organización para vistas.....	26
3.3.2 Organización para láminas.....	26
3.4 Convención de nombres de vistas y láminas.....	27
3.4.1 Composición.....	27
3.4.2 Campos.....	27
3.4.3 Nombre de vistas.....	28
3.4.4 Nombre de láminas.....	28
3.5 Configuración MEP.....	28

Fig. 58: Manual de implementación BIM de la empresa LD Constructora.

7.3. Pilar 3: Gestión de Procesos y Estandarización

Un proceso indica un conjunto de fases sucesivas para llevar a cabo una operación, donde el transcurso del tiempo es un factor que permite la creación de un conjunto de acciones a las cuales se somete algo para transformarlo, agregando valor desde tu etapa inicial hasta el término. Mientras que una metodología define cómo deben ser esos pasos que hay que seguir para realizar dicha transformación, por un camino seguro y conocido por todos.

Al solicitar BIM, el cliente proyectista y/o contratista, sea público o privado, define el marco de un proyecto, debe acordar al mismo tiempo la metodología para su administración y establecer los procedimientos necesarios para llevarlo a cabo.

Entiende que la adopción del BIM requiere que se realice una transición desde la gestión de la información basada en documentos y planos, a un nuevo escenario en base a modelos BIM 3D ricos en información. Para ello, y desde el punto de vista del ámbito de los procesos, se han planificado ajustes a los procesos actuales, ya que, en base a la revisión de los procesos llevada a cabo con las diferentes unidades de negocio y a través de encuestas, fue posible concluir que la adopción de BIM no requiere un cambio estructural en los procesos que desarrollan en la actualidad y que ya están documentados, sino más bien, se hace necesario establecer ciertas acciones e hitos críticos donde se aplicará la metodología BIM y se generarán entregables, en pos de que permitan crear instancias formales de plena interacción de los equipos y actores que participan en cada una de las fases. Estos cambios generarán dos impactos previstos:

- El primer impacto de incorporar BIM radica en la modalidad de coordinación de equipos y la colaboración entre las diferentes especialidades, donde se realizarán acciones para disminuir los procesos basados en el papel y se aumentará cada vez más la verificación digital de interferencias dentro de los modelos BIM.
- En el mediano plazo, se valorarán las oportunidades de planificación y optimización de proyectos desde etapas tempranas, incluyendo aquellos procesos relacionados con la construcción y la gestión de costos, que pueden ser trabajados de manera paralela al diseño desde la etapa inicial de conceptualización en adelante.

Por medio del trabajo que se ha realizado con cada unidad de negocio y sus equipos, se ha podido adquirir una visión integral del ciclo de desarrollo completo de proyectos al revisar los mapas de procesos e identificar en ellos los problemas más recurrentes que suelen generarse, y luego, reconocer cómo parte de éstos pueden ser subsanados al implementar BIM. Por ello, se han priorizado los siguientes USOS BIM, basados en la Matriz de USOS BIM del Estándar Nacional:

7.3.1. Estándar nacional e ISO 19.650

Para realizar un adecuado manejo de la información, es importante contar con una estandarización adecuada, de manera en que todos los actores que colaboran entiendan lo mismo, para eso se recomienda la implementación de nomenclatura, codificación, colores por especialidad y una estructura del repositorio de información según lo señalado por el Estándar Nacional BIM para proyectos públicos, el que a su vez se basa en la ISO 19.650.

En el caso de la empresa **Fourdplan**, sienta las bases de su implementación BIM desde la estructuración de sus procesos siguiendo la ISO9001, luego establecieron su plan de ejecución siguiendo la ISO 19.650, desde aquí establecieron los roles según la Matriz de Roles establecida por PlanBIM y las plantillas de trabajo según lo establecido por la Universidad de Penn State. Finalmente, su trabajo se establece en base a LOD y realizan sus traspasos de información a través de IFC, complementando el trabajo con las plataformas Navisworks y Tekla.

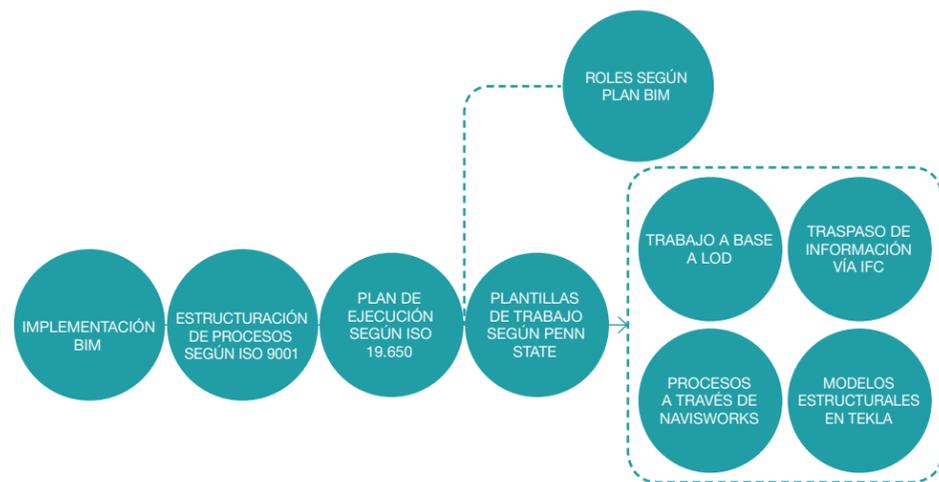
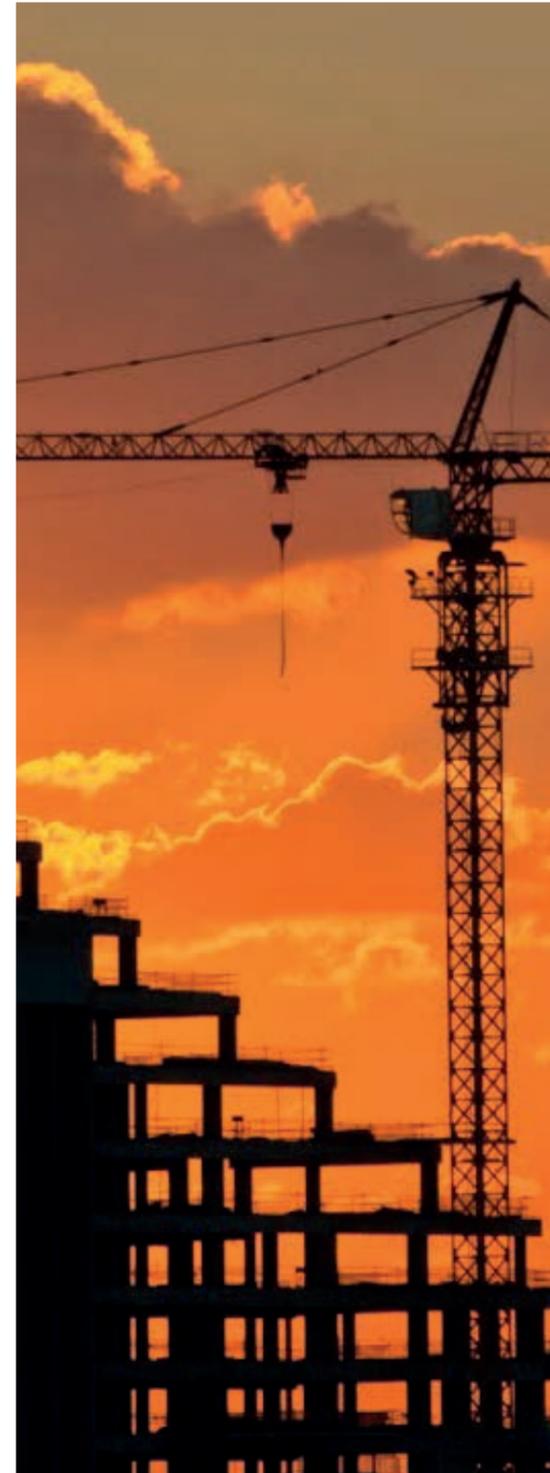


Fig. 59: Manual de implementación BIM en la empresa FOURDPLAN



7.3.2. Procedimientos y protocolos internos de la empresa

Un paso importante dentro del proceso de adopción metodológica es el desarrollo de proyectos piloto ejemplificadores que permitan implementar y adaptar los métodos, recoger lecciones y KPIs, junto con brindar seguridad a las diferentes unidades para replicar la aplicación de BIM de manera progresiva en los proyectos futuros.

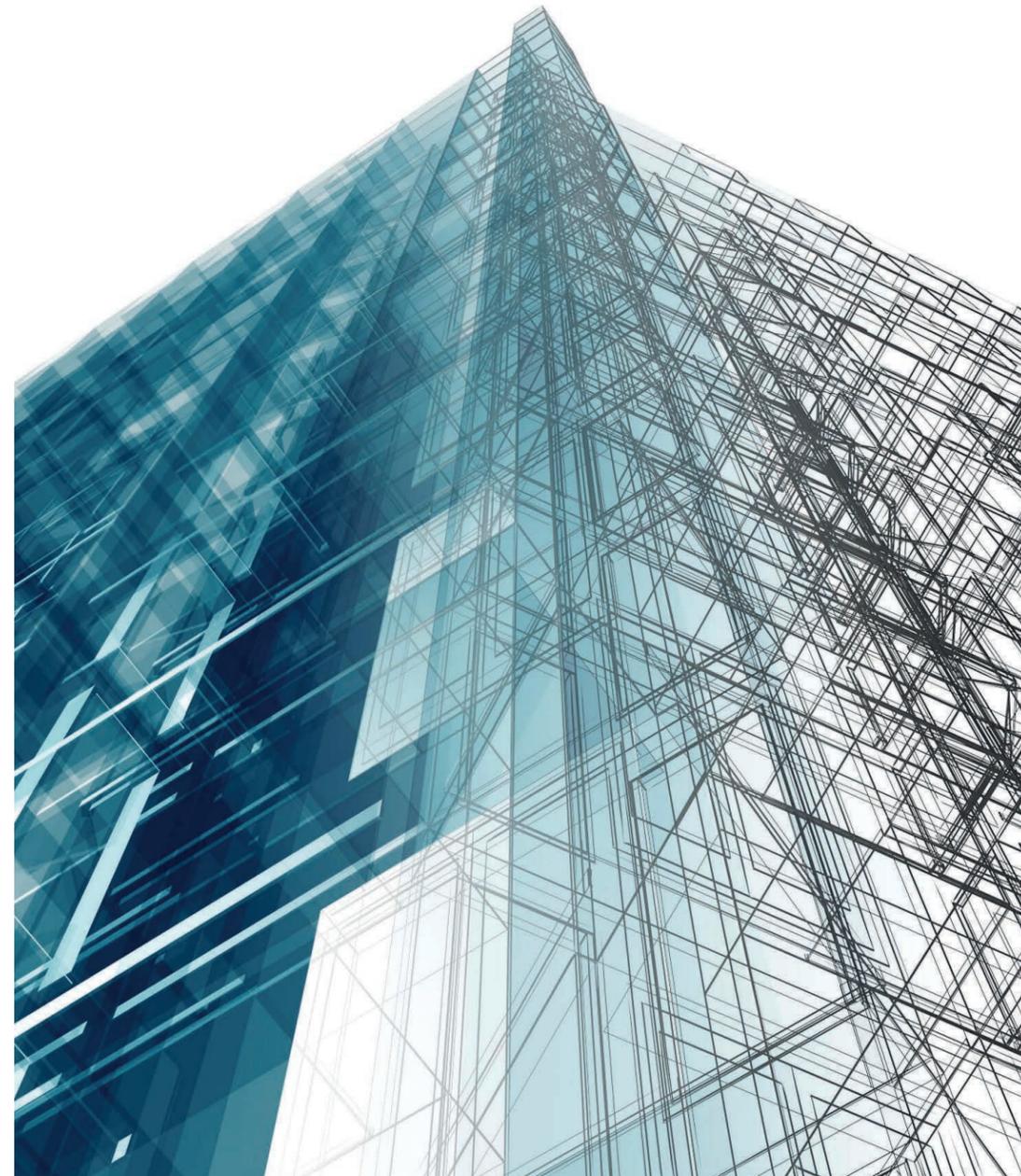
- Adquirir el compromiso y motivación por parte de los equipos de las diferentes unidades de negocio que llevarán adelante proyectos piloto.
- Constituir un grupo de trabajo de “avanzada”, dotado con los recursos humanos, materiales y tecnológicos suficientes, para desarrollar tareas de asesoramiento, control y seguimiento de las pruebas realizadas y análisis y homologación de los resultados obtenidos.
- Llevar a cabo sesiones de debate sobre los resultados obtenidos en los pilotos, abiertas a la participación de todos los involucrados.
- Publicar un informe de conclusiones de la aplicación del BIM, de acuerdo con unos indicadores claros y compartidos con todos los actores para la evaluación del grado de consecución de los objetivos establecidos.
- Definir unos objetivos concretos y alcanzables por parte de los equipos y especialistas externos.
- Establecer unos requisitos tecnológicos abordables y adecuados para alcanzar los objetivos de las pruebas piloto.
- Introducir las mínimas modificaciones necesarias en los contratos para facilitar la participación y colaboración entre todos los actores implicados en los proyectos, durante el desarrollo de las pruebas piloto.
- Capacitar al personal interno previo el inicio del piloto o un nuevo proyecto, para garantizar su participación activa en su desarrollo.

- Aportar los recursos necesarios para establecer un entorno tecnológico compartido (entorno común de datos) que facilite el trabajo colaborativo y la mejora de la comunicación entre todos los actores que intervengan en cada una de las pruebas piloto.

Se hace necesario establecer ciertas acciones e hitos críticos donde se aplicará la metodología BIM y se generarán entregables, en pos de que permitan crear instancias formales de plena interacción de los equipos y actores que participan en cada una de las fases.

La aplicación de la metodología BIM y su visualización a través de los mapas de procesos pretende entre otras cosas, aportar con un mejor entendimiento sobre:

- La dirección y objetivos BIM de cada proceso y subproceso, para crear desde el inicio un proyecto colaborativo, donde cada actor reconoce el valor de sus acciones para el éxito de todo el proceso de proyecto.
- Quiénes componen los equipos de trabajo y sus responsabilidades en cuanto a la generación de la información para cada etapa.
- Un enfoque hacia el ciclo de vida completo del proyecto, reconociendo de manera inversa aquella información que se requiere en la etapa final, y cómo ésta se va generando de manera progresiva desde un inicio.
- Un registro gráfico de los requerimientos de información que deben aportar los diferentes actores.
- Un registro gráfico de la nueva documentación basada en modelos BIM y bases de datos y que a partir de ahora se llamarán “entregables BIM”.
- Un mecanismo establecido para la generación e intercambio de los modelos BIM e información anexa del proyecto.
- Contribuir a generar un mejor control de calidad que sea garante de esos flujos de información.



Una empresa ejemplar a la hora de definir sus procesos y protocolos de funcionamiento es **GrupoBIM**, quienes mantuvieron como protocolo parte de los pasos desarrollado al momento de implementar BIM, desarrollándose en cinco etapas:

- **Etapa 0, Levantamiento de Procesos:** teniendo como base de su funcionamiento la Estandarización de sus procesos según la ISO9001, estableciendo Microsoft365 y un servidor propio como sus CDE.
- **Etapa 1, Desarrollo de proyectos:** Desde aquí surge la etapa de Diseño y Coordinación, la cual varía según si el mandante del proyecto utiliza BIM, de ser así se establece un CDE, se complementan las librerías con la información del cliente y finalmente se tiene la posibilidad de medir sus capacidades BIM en base al cumplimiento de los requerimientos impuestos por el mandante. Si el mandante no utiliza BIM, el proyecto se desarrolla en BIM de todas formas, teniendo por entregables láminas en PDF. Esta etapa depende a su vez de la estandarización de los elementos utilizados en el modelo, la capacidad de crear las familias necesarias para este y el uso de una sola plantilla dividida en distintos Worksets.
- **Etapa 2, Información y Diagnóstico:** Se centra en la obtención de información, pudiendo aquí cuantificar y cubicar los elementos del modelo además de poder hacer una revisión normativa de este. Estas dos últimas etapas son dependientes de las capacitaciones internas realizadas tanto para el uso de software como el uso de los métodos de trabajo de la empresa.
- **Etapa 3, Modelo As-Built:** Finalmente, el desarrollo de un Modelo as Built les permite hacer revisiones y modificaciones en obra al proyecto de forma mucho más ágil.
- **Etapa 4, Mejora:** Complementariamente está en los planes de la empresa sumar una quinta etapa en su implementación que les permita generar modelos mucho más complejos y ricos en información.

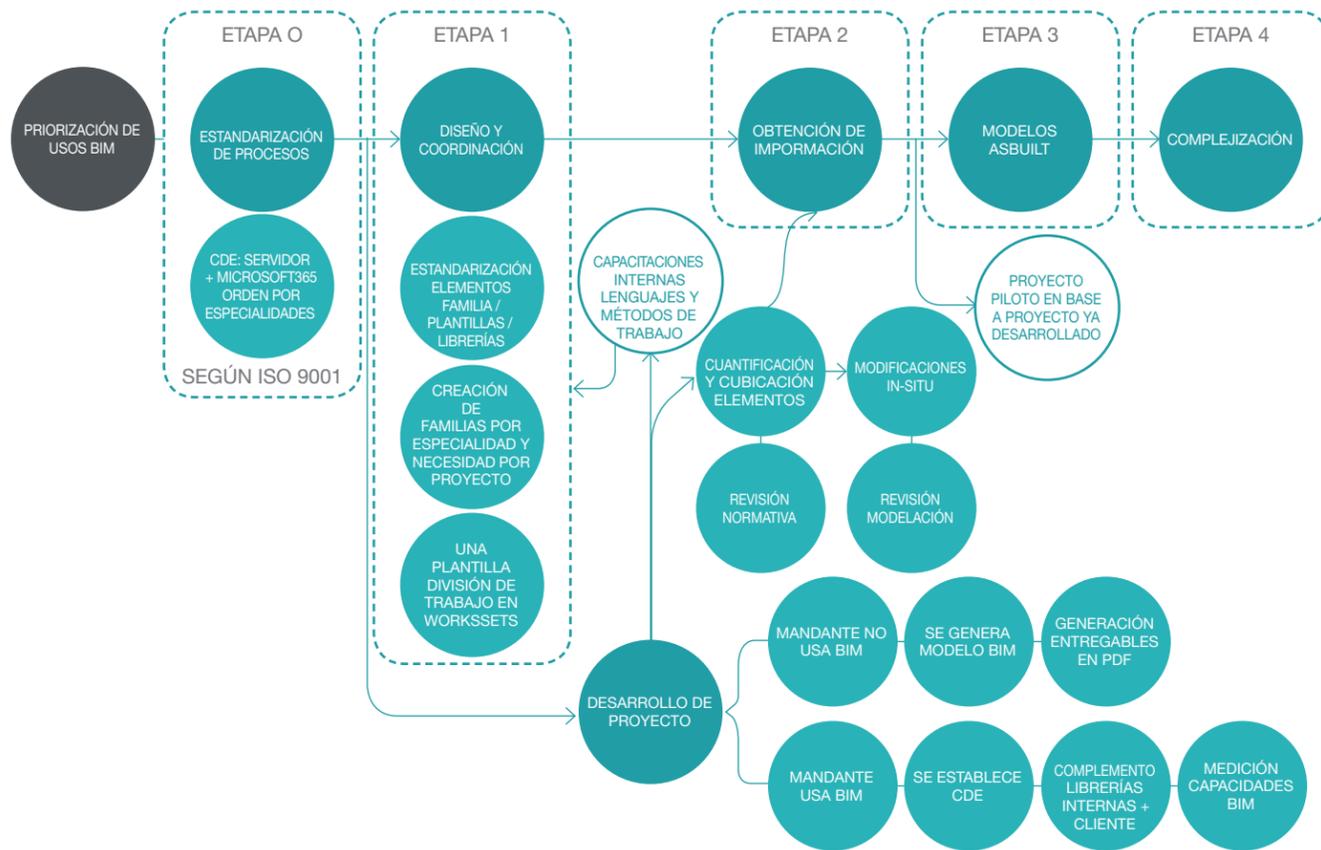


Fig. 60: Esquema de Priorización de Usos BIM y procesos internos de la empresa CRR Arquitectos.

A su vez, la empresa **MVQ**, comienza con una estandarización de sus procesos en base a la ISO 9001, para eventualmente llegar a un punto de elaboración de su implementación en el que se hizo la revisión de aspectos de desarrollo del proyecto, como la generación de procesos propios, la incorporación de estándares normativos integración entre modelos, entre otros. Por otro lado, el caso de **Badia + Soffia**, al igual que el caso anterior hace su acercamiento a la implementación de BIM mediante la revisión de la ISO 9001, generando un primer manual de buenas prácticas y procesos para el desarrollo de sus proyectos, el cual, con el tiempo, se fue complejizando y abarcando diversos protocolos y procesos internos.

7.3.3. Estandarización de procesos en BIM

Un factor que juega un rol importante en la correcta aplicación de BIM en proyectos, es la utilización de estándares, ya sean nacionales como internacionales. Estos, al momento de desarrollar un proyecto, brindan una estructura base sobre la cual el proceso se ve menos propenso a errores, asegurando así la integración con otros colaboradores y el correcto flujo de información. En este contexto, **Badia + Soffia Arquitectos**, comienza su proceso de implementación certificándose bajo la ISO 9001, formalizando así sus procesos internos, desde aquí surge un primer “Manual de Buenas Prácticas de Modelación BIM”.

Este manual con el tiempo se fue complejizando, pasando a integrar protocolos de modelación y colaboración, acompañado de guías de estandarización y organización de la información, las cuales sientan las bases de funcionamiento de la oficina. Desde aquí se pasó entonces a desarrollar automatizaciones que les permitieran agilizar la elaboración de proyectos y el establecimiento de protocolos de interoperabilidad a través de IFC.

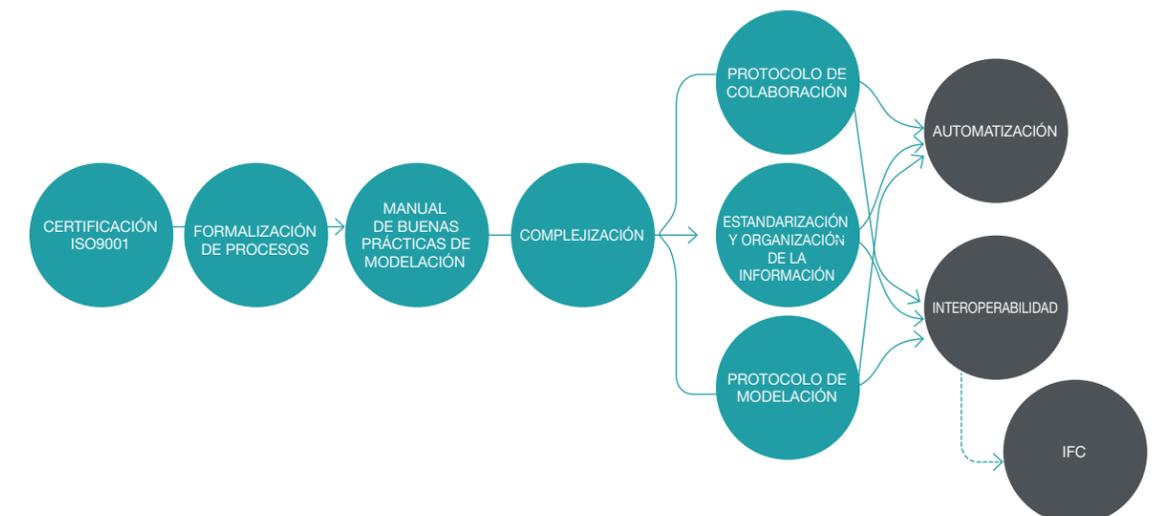
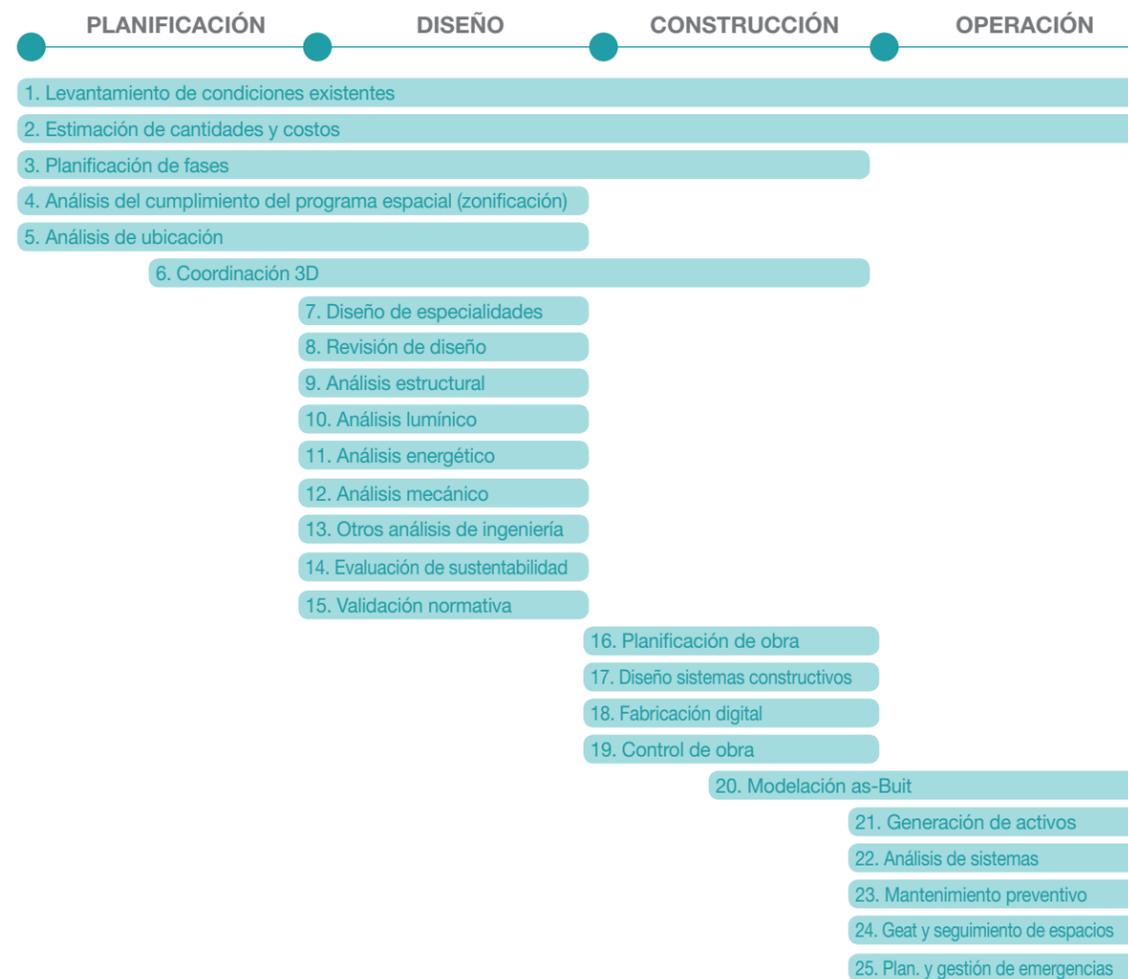


Fig. 61: Esquema de implementación y protocolos de aplicación de BIM en proyecto en la empresa Badia + Soffia Arquitectos.

7.3.4. Priorización de usos BIM

A su vez **GrupoBIM** toma como puntapié inicial de su estrategia, la priorización de los Usos BIM⁶⁷ en base a los cuales prestará servicios de desarrollo de proyectos de especialidades, entendiendo tanto los pasos de Implementación de BIM como los de sus procesos de desarrollo de proyectos desde esta lógica. Generando así un proceso con pasos muy detallados y completos.



67. Planbim de Corfo, (2019), Estándar BIM para proyectos públicos, intercambio de información entre solicitante y proveedores, Santiago de Chile. Basada en Project Execution Planning Guide version 2.1, mayo 2011 Ralph G. Kreider and John I. Messner. The uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses, Version 0.9. (The Pennsylvania State University, 2013).

Índice		
1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	PLAN GENERAL DE EJECUCIÓN BIM	5
3.	INFORMACIÓN DEL PROYECTO	6
3.1.	Datos del proyecto	6
4.	CONTACTO PROFESIONALES CLAVE	7
4.1.	Contactos y responsables clave	7
5.	OBJETIVO PROYECTO / USOS BIM	8
5.1.	Información de referencia	8
5.2.	Comentarios adicionales del proyectista	8
5.3.	Sumario de requerimientos	8
5.4.	Objetivos y Usos BIM	9
5.5.	Matriz de responsabilidad BIM	12
6.	ORGANIGRAMA DE ROLES / EQUIPO DE TRABAJO	15
7.	PROCESOS DE DISEÑO BIM	16
7.1.	Uso de los modelos	16
7.2.	Flujo desde anteproyecto a diseño final	17
7.3.	Gestión de modelo	18
7.4.	Inicialización de modelos de Revit	19
7.5.	Configuración de modelos y plantilla	19
7.5.1.	Norte real y coordenadas compartidas	19
7.5.2.	Norte del modelo	19
7.5.3.	Sistema de referencia local	19
7.5.4.	Rejillas	20
7.5.5.	Niveles	20
7.5.6.	Navegador de proyectos	20
7.5.7.	Worksets / Subproyectos	23
7.5.8.	Nomenclatura de subproyectos	23
7.5.9.	Nomenclatura de familias	24
7.5.10.	Sistemas MEP	25
7.5.11.	Unidades	26
7.5.12.	Fases	26
7.5.13.	Filtros de fase	26
7.5.14.	Simbología	26
7.5.15.	Mosaico	27
7.5.16.	Viñeta	27
7.5.17.	Parámetros compartidos	27
7.5.18.	Dynamo	27
7.6.	Producción de planos y documentación	28
7.7.	Modelos de documentación	28
7.8.	Nivel de desarrollo LOD	29
7.9.	Faseado (4D)	31
7.10.	Cubicaciones y mediciones (5D)	31
8.	SISTEMA DE INTERCAMBIO DE ARCHIVOS BIM	33
8.1.	CDE (Repositorio Común de Datos)	33
8.2.	Codificación de elementos	36
8.2.1.	Cajas de referencia y mosaico de planos	36
8.2.2.	Planos y otros entregables	36
8.2.3.	Parámetros en Viñetas (Bloques de título)	37
8.2.4.	Elementos BIM	38
8.2.5.	Condiciones de Sistemas	41
8.2.6.	Filtros de Sistemas	43
8.3.	Exportación IFC	44
9.	REQUERIMIENTOS DE DATOS BIM	45
10.	SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD	46
10.1.	Revisión de modelos	46
11.	INFRAESTRUCTURA DE TRABAJO (TECNOLOGÍA)	49
11.1.	Software BIM	49
12.	ESTRUCTURA DE MODELOS	51
12.1.	Listado de modelos	51
13.	ENTREGABLES DEL PROYECTO	52
13.1.	Entregables	52
14.	METODOLOGÍAS DE LOS ENTREGABLES	54
14.1.	Creación de caches de Navisworks (modelos NWC)	54
14.2.	Estrategia de coordinación y gestión de incidencias	56
14.3.	Detección de interferencias	62
15.	BUENAS PRÁCTICAS DE MODELADO	71
15.1.	Reglas generales	71
15.2.	Familias	71
15.3.	Habitaciones	72
15.4.	Configuración de los modelos	72
15.4.1.	Trabajo colaborativo	72

Fig. 62: Índice del Plan de Ejecución BIM (PEB) de la empresa CCRR Arquitectos.

7.3.5. Solicitud de requerimientos bim y/o plan de ejecución BIM

Al momento de desarrollar un proyecto en BIM, es crucial establecer ciertas definiciones que permitan precisar cómo y con qué alcances se utilizará BIM para el desarrollo del proyecto, estando entre los más importantes definir cuáles serán los requerimientos a considerar y la definición del Plan de ejecución BIM (PEB) que consiste en un documento elaborado por el proveedor que define cómo serán llevados a cabo los aspectos de modelado y gestión de la información.

Podemos identificar parte del proceso de desarrollo de estas definiciones en la oficina **CCRR Arquitectos** quienes consideran como crucial que el cliente tenga comprensión sobre la importancia de la implementación de BIM en el desarrollo del proyecto como paso previo a la definición su PEB. Así pueden llegar a un acuerdo sobre los alcances de BIM previo al desarrollo de su PEB.

A su vez, las bases de su PEB están en constante revisión y mejora en función de los proyectos efectuados, a través de la retroalimentación proveniente de los levantamientos de desempeño realizados por el comité BIM.

7.3.6. Bibliotecas y plantillas BIM

La creación de modelos supone un esfuerzo importante en el orden y estructuración de la información de base que cada tipo de modelo necesita. Por esta razón que se emplean entidades modeladas estandarizadas, de manera tal de contar con una base consensuada y estructurada en la generación de los archivos. Estas a lo menos deben contar con:

CODIFICACIÓN DE NOMBRADO

Parámetros mínimos definidos según los tipos de proyecto que se utilizan en las empresas.

Buenas prácticas de modelado y referenciación de acotado para que las familias sean efectivamente paramétricas.

Deben corresponder al producto que realmente se utiliza. Se pueden utilizar para etapas tempranas, familias denominadas como genéricas, pero deben acotarse una vez se cuente con la información. Al igual que las bibliotecas, se emplean plantillas de proyecto por cada uno de estos modelos, de manera tal de contar con una base consensuada y estructurada en la generación de los archivos.

Estas a lo menos deben contar con:

- Cuadro de superficies.
- Tablas de cuantificación estandarizadas según los requerimientos de las empresas en la especialidad del modelo.
- Lámina base de planimetría.
- Familias (componentes) según requerimientos mínimos de parámetros solicitados por la empresa y nombradas según nomenclatura establecida.
- Materiales estandarizados.

En estos ámbitos, encontramos a la **VPA Ingenieros**, quienes decidieron comenzar su implementación de BIM en conjunto con un Gestor BIM externo, quien les brindó apoyo en la creación de una Biblioteca de Elementos BIM propia, junto con la creación de una plantilla de trabajo propia. Por otro lado, **GrupoBIM**, luego de estandarizar sus procesos de trabajo, pasa a una segunda etapa, en la cual estandarizan sus familias, plantillas y librerías mediante la creación de familias por especialidad y el establecimiento de una plantilla general dividida por worksets.

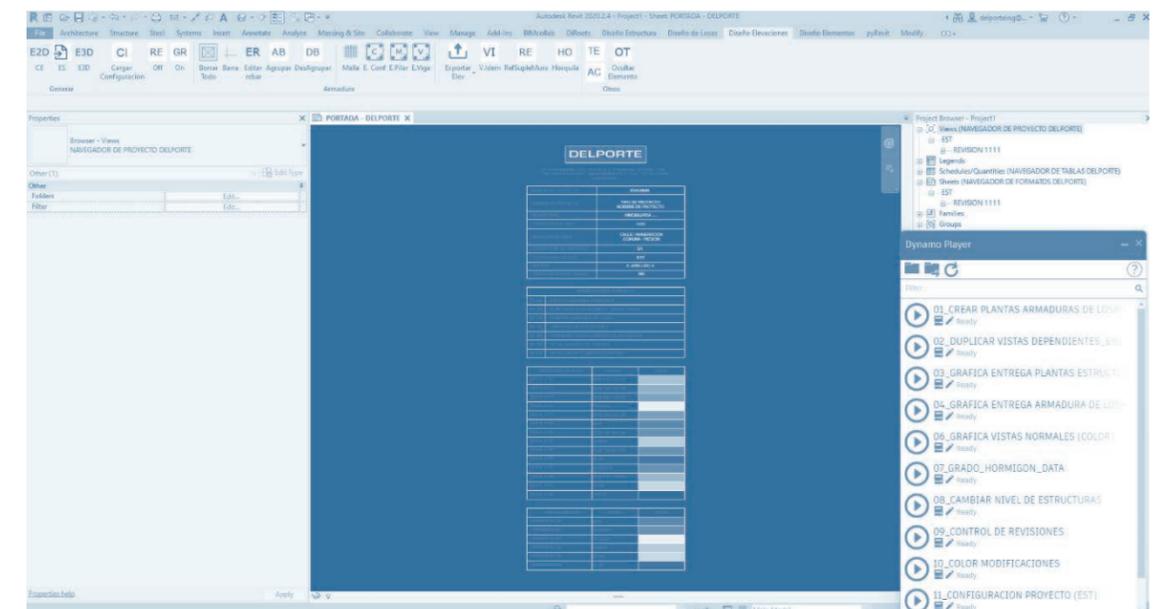


Fig. 63: Captura de pantalla de lámina base en Plantilla de trabajo de la empresa Delporte Ingenieros.

7.4. Pilar 4: Gestión documental y tecnológica

El BIM es una metodología tecnológica y, como tal, necesita una adecuada infraestructura de software (sw) y hardware (hw) que dé servicio a los diferentes servicios que se desarrollan en la empresa. El foco en disponer de esta infraestructura se centrará en alcanzar los siguientes objetivos:

- Modernizar la infraestructura de hardware para acoger el nuevo software que habrá que utilizar con la implantación del BIM de manera proporcional a los requisitos que exijan, ya que no todo software BIM necesita hardware de las mismas prestaciones.
- Dotarse del software adecuado para el desarrollo de los Usos BIM priorizados. Cabe decir que el BIM necesita un ecosistema de software, de diferentes características según la función que desarrollan. No todos los roles necesitan el mismo software. Este software incluirá herramientas que facilitan la comunicación entre actores internos y externos de la empresa en un entorno colaborativo.
- Dotarse de ciertas instalaciones que permitan conducir o alojar reuniones multidisciplinares en torno a modelos digitales. Estos espacios, conocidos como BIM Rooms, tienen requerimientos específicos que, a pesar de no ser especialmente exigentes, no son habituales en las empresas.
- Disponer de entornos comunes de datos (Common Data Environments) donde compartir modelos, documentos y comunicaciones durante todo el ciclo de vida de cada proyecto. Aunque estos sistemas pueden estar administrados por cualquiera de los actores participantes en el proyecto, lo más recomendable es que estén en manos del área de “Producto” y con soporte de la Gerencia de TI, especialmente cuando actúa como promotor y/o operador. Estos sistemas deberán ser accesibles en línea, aunque habrá que tener en cuenta las condiciones de seguridad y confidencialidad de la información que almacenen.
- Mejorar los sistemas de gestión documental con el fin de hacerlos capaces de gestionar múltiples versiones de los documentos, así como establecer búsquedas complejas por etiquetas. Y, sobre todo, para hacerlo permeable a la interacción de otros actores y mejorar la comunicación entre todos los actores de un proyecto.

7.4.1. Selección de software BIM y gestión de licencias de software

Para la implementación de BIM es crucial dotarse del software adecuado para el desarrollo de los usos del BIM que requiere cada actividad de la Administración. Cabe decir que el BIM necesita un ecosistema de software, de diferentes características según la función que desarrollan. No todos los roles necesitan el mismo software. Este software incluirá herramientas que facilitan la comunicación entre agentes internos y externos de la Administración en un entorno colaborativo.

El desarrollo de un proyecto en **Sabbagh Arquitectos**, surge desde métodos análogos, partiendo con croquis y maquetas, se hace el traspaso a un modelo volumétrico pudiendo desde este hacer una revisión de cumplimiento de normativa. Luego, se pasa de volúmenes a espacios, trabajando las zonas necesarias para el proyecto, pasando entonces a una etapa iterativa en la cual mediante el uso de técnicas mixtas (dibujo a lápiz, dibujo en tablero digital y maquetas), se hace la evaluación de alternativas para así avanzar con el desarrollo del proyecto.

Al comienzo de la implementación BIM en la empresa, se optó por utilizar el software Revit, pero alzas en el valor de las licencias de este, los impulsaron a probar Archicad, plataforma que finalmente adoptaron, por su menor valor y por qué los sistemas de modelado eran más compatibles con la metodología de trabajo de la oficina.



Fig. 64: Esquema del proceso de desarrollo de proyectos y adopción de Software de la empresa Sabbagh Arquitectos.

7.4.2. Requerimientos de hardware y redes / bim + otros software

El BIM es una metodología tecnológica y, como tal, necesita una adecuada infraestructura de software y hardware que está al servicio de los diferentes roles que se dan en la Administración de manera proporcional a las necesidades de cada uno de ellos. Con el fin de disponer de esta infraestructura, hay que alcanzar los objetivos siguientes:

- Modernizar la infraestructura de hardware para recibir el nuevo software que se utilizará con la implementación de BIM en función a los requisitos que exijan. No todo el software asociado a BIM necesita hardware de altas prestaciones.
- Dotarse de ciertas instalaciones que permitan conducir o alojar reuniones multidisciplinarias en torno a modelos digitales. Estos espacios, conocidos como BIM Rooms, tienen requerimientos específicos que, a pesar de no ser especialmente exigentes, no son habituales en las administraciones.
- Disponer de entornos comunes de datos (Common Data Environments) donde compartir modelos, documentos y comunicaciones durante todo el ciclo de vida de cada proyecto. Aunque estos sistemas pueden estar administrados por cualquiera de los agentes participantes en el proyecto, lo más recomendable es que estén en manos de la Administración, especialmente cuando actúa como promotor y/o operador. Estos sistemas deberán ser accesibles en línea, aunque habrá que tener en cuenta las condiciones de seguridad y confidencialidad de la información que almacenen.
- Mejorar los sistemas de gestión documental con el fin de hacerlos capaces de gestionar múltiples versiones de los documentos, así como establecer búsquedas complejas por etiquetas. Pero, sobre todo, para hacerlo permeable a la interacción de otros agentes y mejorar la comunicación interdepartamental.



7.4.3. Vigilancia tecnológica y/o desarrollos propios

El entorno tecnológico relacionado a BIM evoluciona rápidamente, por lo que se vuelve prioritario mantener un seguimiento continuo de las tendencias que se dan, con el fin de obtener una visión a medio y largo plazo que permita alinearse con los avances que van surgiendo y mantenerse al día. La empresa no debería depender de agentes externos que le recuerden que se tiene que actualizar, sino que debiese ser una actitud promovida internamente. Existen empresas que han optado por la ejecución de “desarrollos propios”, con el objetivo de facilitar o profundizar el uso de los Softwares BIM, aun cuando las soluciones tecnológicas no se encuentran en el mercado.

Uno de los casos más particulares en el ámbito de los desarrollos propios es la empresa Delporte Ingenieros Consultores, quienes ya estaban familiarizados con estos desde antes de su implementación de BIM y para quienes ha sido gran importancia su aplicación. A partir de estos, han creado herramientas de apoyo aplicables desde el control documental hasta el desarrollo mismo de los proyectos.



Fig. 65: Captura de pantalla de automatizaciones utilizadas y desarrolladas por la empresa Delporte Ingenieros.

7.4.4. Estrategia de colaboración

Para el correcto desarrollo del proyecto es clave que existan métodos establecidos y conocidos por todos, tanto para la gestión de la información como para su intercambio. Estos métodos deben estar apoyados por plataformas habilitantes que faciliten la comunicación y permitan tener trazabilidad de la información y de la toma de decisiones del proyecto.

Para esto debe existir un ambiente de colaboración en las distintas etapas del ciclo de vida de los activos. Éste debe permitir que los actores del proyecto accedan a la información para realizar sus diferentes funciones y puede ser implementado de diferentes maneras según el nivel de madurez del Solicitante y el Proveedor Adjudicado. Este ambiente se conoce como Entorno de Datos Compartidos (CDE, por sus siglas en inglés Common Data Environment).

Existen distintas maneras de unir la información de los modelos generados por los diversos actores del proyecto. Por esto, se debe seleccionar una de las siguientes estrategias de consolidación, que debe ser conocida y utilizada a lo largo de todo el desarrollo del proyecto:

- Modelo BIM federado: Modelo creado a partir de información contenida en archivos separados. Esta información puede provenir de distintos actores.
- Modelo BIM integrado: Modelo compuesto por la información de las distintas disciplinas del proyecto, contenida en una única base de datos.



Esto se refleja en la empresa **Badia y Soffia**, que comienzan su implementación BIM con un primer manual de buenas prácticas de modelación BIM. Este manual con el tiempo se fue complejizando a medida que fueron detectando nuevos elementos del proceso de desarrollo de un proyecto BIM que debían ser estandarizadas, pasando así a integrar protocolos de colaboración, acompañado de guías de estandarización y organización de la información, junto a esto establecieron a continuación protocolos de interoperabilidad a través de IFC.

7.4.5. Ambiente común de datos y estandarización del flujo de información

El BIM se basa en la gestión de la información almacenada o referida en los modelos BIM, donde cada objeto representa un elemento constructivo. Esta particularidad hace que sea necesario establecer una estructura de esta información, para que sea posible cumplir las expectativas que se depositen en el BIM, y para ello considerar los siguientes aspectos:

- Adoptar un sistema común para clasificar la información según categorías que puedan ser entendidas por el conjunto de los actores que intervienen. Ello permitirá que, independientemente de la manera de estructurar la información que internamente utilice cada agente, esta pueda ser procesada y entendida a través de mecanismos comunes, compartidos y conocidos por todas las partes.
- Disponer de un estándar que determine los metadatos que deben contener los modelos de información según el uso del BIM que se quiera hacer, considerando todas las fases del ciclo de vida. 3. Disponer de estándares relativos a los formatos y contenidos de los entregables, así como los intercambios de información que hay que hacer en cada fase. Ello hará posible estandarizar los criterios de calidad que se deriven, de tal manera que cada agente pueda saber si todo lo que está haciendo está en la línea de lo que se le pide.

- Utilizar formatos abiertos para el intercambio y almacenaje de la información (IFC), esencial para garantizar la accesibilidad de la información por parte de todos los actores, especialmente de aquellos proyectos públicos de la unidad de NOVAL. Los formatos abiertos no sufren la obsolescencia de los formatos propietarios y, además, permiten ser leídos, editados, entregados y gestionados por una amplia variedad de software. En cambio, el uso de formatos propietarios en los entregables o en las herramientas de gestión crea una fuerte dependencia de toda la cadena de valor hacia el proveedor de software. Por lo tanto, se aconseja que el respaldo de todo proyecto se realice en su formato de Software original y además en formato IFC.

Es recomendable en una primera etapa considerar al menos los siguientes protocolos:

- Estándares de entregas mínimas según fases y usos del BIM.
- Controles de calidad mínimos de los modelos y de los entregables según dos fases y usos del BIM.
- Documentación mínima requerida por el inicio de cada fase del proyecto.
- Bibliotecas de objetos BIM estandarizados.
- Nomenclatura y nombramiento de archivos
- Código y colores de cada especialidad
- Sistema de clasificación si fuese requerido por el mandante (ministerio público)

En lo que este tema respecta, encontramos a la **Inmobiliaria Siena** quienes, para su funcionamiento, establecieron dos CDE. Por un lado, utilizan Sharepoint como CDE de trabajo y desarrollo de proyectos, a la vez que utilizan Trimble Connect como CDE de traspaso a obra, utilizando esta plataforma con el enfoque puesto en sus capacidades de visualización permitiendo la fácil revisión del proyecto en obra.

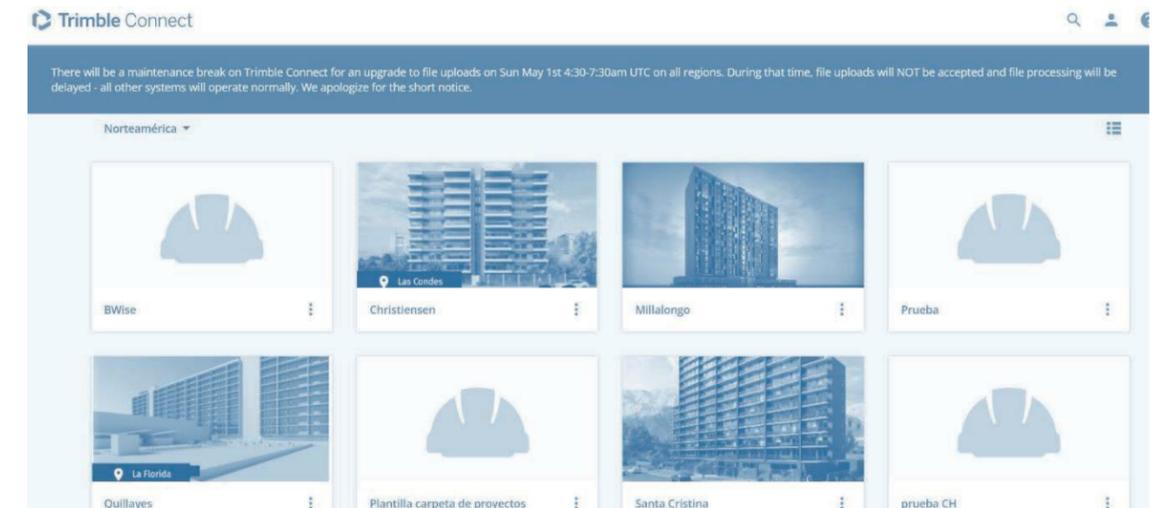


Fig. 66: Captura de pantalla de la página de inicio de Trimble Connect utilizada como CDE de traspaso a obra por las Inmobiliaria SIENA.

08. Referentes Bibliográfico

- 25th International Congress on Project Management and Engineering. (2021). Analisis de las Barreras de la Adopción Tecnológica BIM en la fase de diseño de Proyectos en España.
- Baldwin, M. (2019). The BIM Manager A Practical Guide for BIM Project Management.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). Encuesta BIM América Latina y El Caribe 2020.
- BIM Acceleration Committee. (2019). The New Zealand BIM Handbook.
- BIM Acceleration Committee. (2021). BIM in New Zealand-An industry-wide view 2021-Baseline
- information on the use of BIM across the New Zealand construction industry.
- CDT, 2020. Introducción a la Economía Circular en la Construcción. Diagnóstico y Oportunidades en Chile. Disponible en: <https://economiecircularchile.cl/download/introduccion-a-la-economia-circular-en-la-construccion-diagnostico-y-oportunidades-en-chile>
- CDT; PMG. (2021). iTDc - Índice de Transformación Digital de la Construcción.
- CDT,(2021).Economíacircularenconstrucción:Propuesta de estrategia sectorial 2021-2025. Comisión Construímos el Futur de ITeC. (2018). Libro Blanco sobre la definición estratégica de
- Implementación del BIM en la Generalitat de Catalunya.
- Comisión Nacional de Productividad. (2020). Informe de Productividad en el Sector de la Construcción.
- Comité Técnico Instituto de la Construcción. (2021). Anteproyecto de Norma: Industrialización-Principios y Definiciones Generales.
- Construction Innovation Hub. (s.f.). Digital Twin Navigator.
- Deming, William Edwards (1989). Calidad, Productividad y Competitividad: la salida de la crisis. Díaz de Santos. p. 412. ISBN 84-87189-22-9.

- Departamento de Arquitectura, Universidad de Chile. (2013). Informe de Resultados - Encuesta Nacional BIM 2013.
- Departamento de Arquitectura, Universidad de Chile. (2016). Informe de Resultados - Encuesta Nacional BIM 2016. Santiago.
- Departamento de Arquitectura, Universidad de Chile. (2019). Informe de Resultados - Encuesta Nacional BIM 2019. Santiago.
- EUBIM Taskgroup. (s.f.). Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo.
- Hetherington, J., & West, M. (2020). The pathway towards an Information Management Framework. HM Government. (2020). The Construction Playbook - Government Guidance.
- Jon Williams: BIM Acceleration Committee. (s.f.). Collaborating with BIM.
- Kreider, R. G., & Messner, J. I. (2013). The Uses of BIM - Classifying and Selecting BIM Uses. Matrix Consulting. (2020). Impulsar la productividad de la industria de la Construcción en Chile a estándares mundiales.
- Matrix Consulting, CChC. (2020). Estudio de Productividad: Impulsar la productividad de la industria de la Construcción en Chile a estándares Mundiales.
- McKinsey&Company. (2018). El ecosistema tecnológico de la Construcción.
- Musso, R., & Echeopar, G. (2012). El Valle de la Muerte, Cómo superar la partida al emprender. NBS. (2021). Digital Construction Report 2021 - Incorporating the BIM report.
- PlanBim. (2019). Estándar BIM para Proyectos Públicos.
- PlanBIM. (2019). Matriz de Roles BIM.
- Planbim. (2022). Primer Reporte Observatorio BIM - Estudio de Licitaciones Públicas con BIM en Chile.
- Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS). (2020). The Future Of BIM: Digital transformation in the UK construction and infrastructure sector.
- Sigradi 2012: XVI Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital: Forma (In) Formação. Fortaleza, Brasil : Expressão Gráfica e Editora, 2012, pp. 617-621
- Terán, M., Loyola, M., Pallarés, M. E., Soza, P., Elgueta, H., Escobedo, C., Fernández, A., Manzi, G., Rodríguez, B. (2018). Estudio de costos relacionados con la implementación de metodologías BIM. Departamento de Arquitectura. Universidad de Chile.



Grupo de Trabajo de Ecosistemas Digitales - Consejo de Productividad CCHC

**CONSULTORÍA PARA
ANÁLISIS DE VISIÓN,
OBSTÁCULOS Y CASOS DE
ÉXITOS ASOCIADOS A LA
ADOPCIÓN DE METODOLOGÍA
BIM**