

Manual

Práctico para la adopción de BIM y casos de éxito

COMPROMISO
PRO



Eje Ecosistemas Digitales
Consejo de Productividad
Cámara Chilena de la Construcción CChC

Desarrollado Por:

Centro Tecnológico para la Innovación en Productividad y
Sustentabilidad en la Construcción CTEC

Participantes Eje 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

Introducción.....	8
1. Cambio de paradigma hacia la transformación digital.....	9
2. Propósito y estructura de la guía.....	11
3. Público objetivo y consideraciones generales.....	13
4. Documentos de referencia.....	14
5. Participantes y empresas invitadas.....	15
Metodología BIM.....	17
1. Madurez BIM.....	19
2. La importancia de la "I" sdel BIM.....	21
3. Una metodología de trabajo colaborativo.....	23
Planificar la adopción de BIM.....	25
1. Los pilares estratégicos de la metodología BIM.....	27
2. Plan de Implementación BIM.....	31
3. Las etapas de adopción.....	33
Los 25 pasos para planificar la adopción de BIM.....	38
PILAR 1: Gestión Estratégica y Visión de BIM.....	42
PILAR 2: Gestión de Personas.....	56
PILAR 3: Gestión de Procesos y Estandarización.....	73
PILAR 4: Gestión documental y tecnológica.....	84
Casos de éxito.....	97
Empresas nacionales que han capturado el valor de BIM.....	98
Conclusión.....	166
Anexos.....	168
Glosario.....	169
Índice de Links de referentes de material de apoyo.....	172
Referentes Bibliográficos.....	174



Mensaje de bienvenida

Como Grupo de trabajo de Ecosistemas Digitales del Consejo de Productividad de la Cámara Chilena de Construcción, hemos puesto foco en diferentes palancas con las cuales nuestra industria puede gatillar cambios. Y uno de ellos, según los estudios el que más incidencia presenta, es la digitalización en la construcción en donde la metodología BIM es concebida como la columna vertebral de este proceso de cambio.

Hoy, en Chile, la penetración de BIM llega a un 34%. De acuerdo a la experiencia de países líderes podemos considerar que la tecnología BIM está adoptada cuando se alcanza un porcentaje igual o superior al 70%. Con la velocidad de adopción que hoy tenemos en Chile, nuestro país podría llegar a la meta recién en 2031, plazo demasiado extenso para la urgencia que tiene nuestro sector. Por lo mismo, resulta indispensable trabajar para que tasa de adopción aumente, acelerando el uso de BIM en la construcción en Chile.

Para eso hemos generado y puesto a disposición de las empresas herramientas que estamos convencidos serán un soporte en este camino como este Manual Práctico de Implementación BIM, pensada para los grupos de trabajo que deberán llevar a cabo el proceso al interior de las empresas, de modo que cuenten con una herramienta clara y sistemática para el desarrollo interno, la que se complementa con la Guía Estratégica de Adopción BIM, pensada para los tomadores de decisiones.

Tenemos la convicción de que ampliando el uso de la metodología BIM nuestra industria puede romper con la fragmentación, fomentando la colaboración e integración de toda la cadena de valor; que podemos ser más ágiles en la toma de decisiones y que el uso de información integral y a tiempo, nos permitirá gestionar de mejor manera los recursos y por tanto ser más eficientes y productivos. Queremos capturar los beneficios que genera el uso de BIM y para eso necesitamos que todos, mandantes, arquitectos y especialistas, contratistas, proveedores y operadores, nos sumemos al esfuerzo de digitalizar nuestra industria.



PABLO IVELIC

Presidente Eje
Ecosistemas Digitales
CChC



Introducción

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, podrían 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.

Junto con ello, a nivel de industria nacional se requiere con urgencia que el sector revierta el rezago en productividad que ha mantenido de manera sostenida en la última década, y avance hacia mayores niveles de desarrollo como sí lo han hecho otras industrias por medio de la Transformación Digital². Esto, en el marco de un escenario que se ha complejizado debido a crisis nacionales e internacionales, que han disparado el alza de los costos de construcción y mano de obra, gatillado 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 energía³ - hace que la necesidad del cambio sea urgente.

1. McKinsey (2017). Reinventing construction through a productivity revolution (ver <https://ips-ai.Com/download/knowledge.Pdf>).

2. CDT; PMG. (2021). iTDc - Índice de Transformación Digital de la Construcción. (2021)

3. Global Alliance For Buildings And Construction (GLOBALABC). (2020). Global Status Report For Buildings And Construction.





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 una estandarización clara de los procesos y convenciones que faciliten 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.

Los modelos BIM se componen de geometrías 3D complementadas con datos. Estos facilitan la visualización y comprensión de los proyectos; ayudan a prever y solucionar los problemas de manera anticipada; permiten simular el desempeño futuro posibilitando la optimización del diseño, uso, eficiencia energética; prevén indicadores de sustentabilidad y ciclo de vida de las edificaciones; posibilita las simulaciones de la construcción, seguimiento de la gestión de la obra y optimiza la planificación de costos y plazos; facilita la incorporación de sistemas de mantenimiento de activos; todo esto conlleva finalmente a una mejor toma de decisiones basadas en datos sustanciosos, junto con hacer más con menos y de mejor calidad.

Muchos de los frutos que genera la metodología BIM aún no han sido capturados por más de la mitad de las empresas nacionales, y las razones que se exponen se centran en que aún hay un desconocimiento sobre los alcances de BIM y sus beneficios directos, o bien, debido a que se desconoce el método de adopción. Por ello, y con el propósito de aportar a cerrar la brecha de digitalización del sector construcción, el Consejo de Productividad de la CChC y el Eje de Ecosistemas Digitales junto al CTEC, han elaborado este documento, que busca entregar una visión estratégica y una guía para la adopción de BIM.

Este manual 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, tipo de proyecto, rubro o especialidad. Este documento, pone foco en el cambio cultural que deben llevar adelante las empresas de cara a la era de la información, donde cada agente de la cadena de valor debe sumarse al salto tecnológico, y no sólo por subsistencia, sino por una causa común que no debe ser postergada.

2. Propósito y estructura de la guía

Este “Manual práctico para la adopción de BIM y casos de éxito”, trata de un conjunto de recomendaciones de buenas prácticas para las empresas, y está dirigida para aquellos involucrados en la gestión de una empresa u organización. Su propósito es brindar una visión y guía sobre los principios de la metodología BIM para ser aplicados al diseñar un Plan de Implementación BIM, que permita liderar el proceso de cambio centrado en brindar un nuevo enfoque para el desarrollo de proyectos.

En este documento se describen con mayor alcance un conjunto de acciones recomendadas para el proceso de planificación de la adopción de BIM, se detallan 25 pasos a llevar a cabo en una primera fase. Como complemento, se exponen también casos de éxito de empresas early adopter, junto a recomendaciones y ejemplos de implementación BIM. Fuentes de Información de la consultoría.

Es importante señalar que 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.

Como complemento a este documento, y en el marco del desarrollo de la consultoría “Análisis de visión, obstáculos y casos de éxito asociados a la adopción de la metodología BIM”, se han generado otros dos documentos:

Documento 1. Análisis de visión, obstáculos y casos de éxito asociados a la adopción de la metodología BIM: describe el contexto internacional de la industria 4.0 y la digitalización para el sector construcción; caracteriza el estado actual en cuanto a la madurez BIM presente en Chile; identifica beneficios reportados por actores de la industria; y también los distintos tipos de obstáculos que perciben las empresas y frenan su adopción. Este documento expone los beneficios que implica acelerar la tasa de adopción de BIM por parte de las empresas chilenas, define metas a corto y mediano plazo, y describe diferentes acciones palancas para el logro de dichos retos.

Documento 2. Guía Estratégica de Adopción BIM: trata de un conjunto de recomendaciones clave para la adopción de BIM por parte de las empresas. Está dirigido para aquellos involucrados en el liderazgo y en la gestión de una empresa u organización. Su propósito es brindar una visión estratégica sobre los principios de la metodología BIM, y representar los lineamientos clave para diseñar un plan de adopción que permita llevar adelante el proceso de cambio, centrado en brindar un nuevo enfoque para el desarrollo de proyectos.

El **Documento 3.** Corresponde al que se desarrolla a continuación.



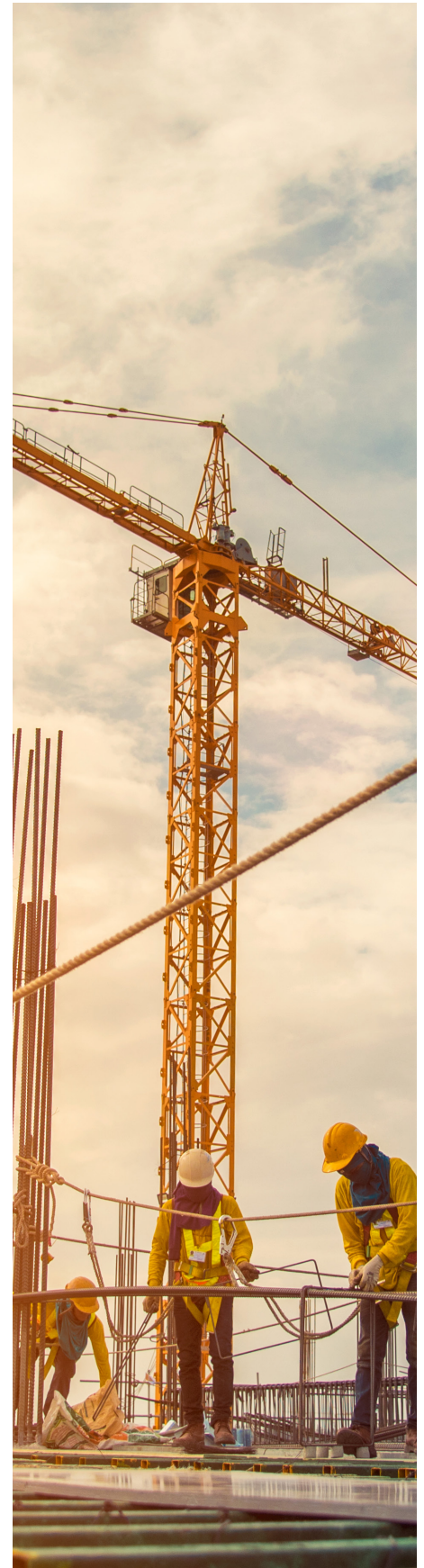
3. Público objetivo y consideraciones generales

Este documento está dirigido principalmente a:

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

Para facilitar la lectura y comprensión de esta guía, se detalla una lista de acrónimos utilizados y que acompañarán la lectura. Una definición más detallada de estos y otros términos, se describe en el capítulo 5 "Glosario" que se encuentra al final de este documento.

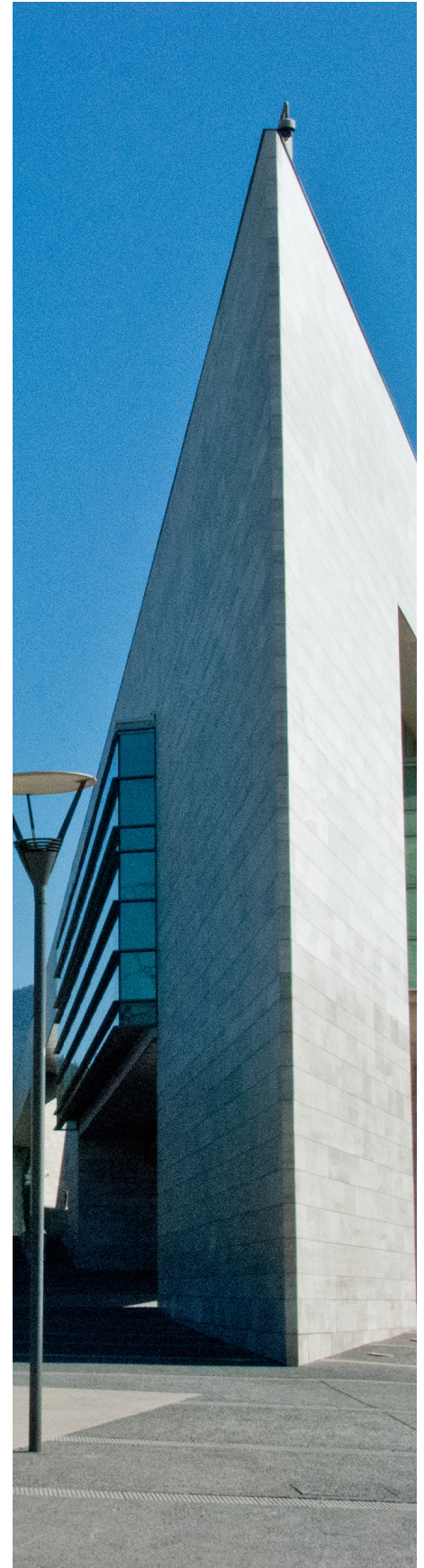
- **BIM:** Building Information Modeling / Better Information Management
- **CDE:** Ambiente Común de Datos
- **IFC:** Industry Foundation Classes
- **LOD:** Level of Definition / Level of Development
- **NDI:** Nivel de Información
- **PEB:** Plan de Ejecución BIM
- **PIB:** Plan de Implementación BIM
- **SDI: BIM:** Solicitud de información BIM
- **TDI:** Tipo de Información



4. Documentos de referencia

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. A nivel de estándares y guías internacionales, los principales referentes han sido:

- **Estándar BIM para proyectos públicos:** Intercambio de información entre solicitantes y proveedores. Planbim de Corfo, 2019.
- **ISO 19650-1:** Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM. Gestión de la información al utilizar BIM. PARTE 1: Principios y Conceptos.
- **ISO 19650-2:** Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM. Gestión de la información al utilizar BIM. PARTE 2: Fase de desarrollo de los activos.
- **Matriz de Implementación BIM:** Mibim es una herramienta de autoevaluación del estado actual en que se encuentra la incorporación de BIM en una organización. Planbim de Corfo, 2019.
- The New Zealand BIM Handbook



5. Participantes y empresas invitadas

Este documento ha sido elaborado por el grupo de trabajo del Eje de Ecosistemas Digitales de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), junto al CTEC y ha contado con la participación por medio de entrevistas de 12 promotores BIM nacionales e internacionales, junto a la contribución 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.



AECSHIFT

Manuel Saavedra

BADIA + SOFFIA

Juan Pablo Badia

Felipe Soffia

CARVAJAL CASARIEGO RIESCO

Francisco Manríquez

Jose Riesco

CDT

José Luis Jiménez

CONSTRUYE 2025

Marcos Brito

DELPORTE

Cristian Cornejo Lorca

FOURDPLAN

Daniel Molina

GRUPO BIM INGENIERÍA

José Silva Parra

INMOBILIARIA SIENA

Mauricio Carrión

Fernanda Urzua

BIM FORUM CHILE

Mauricio Heyermann

LD CONSTRUCTORA

Matías Valcarce

Alejandro Escandar

MINVU

Yerko Jeria

MOP

Rodolfo Rojas

MVQ INGENIERÍA LTDA

Jorge Iván Quezada Levil

PLANBIM

Sebastián Manríquez

GABRIELA MATTA

PLANOK

Juan Troncoso

RENCORET

Sergio Cabellos Sánchez

SABBAGH ARQUITECTOS

Ignacio Correa

Felipe Sabbagh

UDP

Elizabeth Wagemann

VPA INGENIERÍA

Florencia Coppellotti

Julio López

Enzo Valladares

Luis Yáñez

ZAÑARTÚ CONSULTORES

Alejandro González

Práctico para la adopción de BIM y casos de éxito

Productividad

Metodología BIM



BIM viene del acrónimo de Building Information Modeling, que no ha tenido una definición única ni estática a lo largo del tiempo, más bien, ha sido un concepto que ha ido cambiando y se proyecta que lo seguirá haciendo en la medida que la capacidad digital aumente en el sector construcción. Es por ello que, quien desee implementar BIM, primero debe comenzar por comprender y definir cómo será entendido BIM en su organización, qué valor le aportará, para luego definir el cómo se adoptará. El acercamiento más común y erróneo, es pensar que BIM solo trata del desarrollo de maquetas digitales 3D, o de un software y consecuente desarrollo tecnológico, acercamientos que distan mucho de todo el potencial y valor que la metodología trae consigo.

Entonces ¿Qué es BIM?

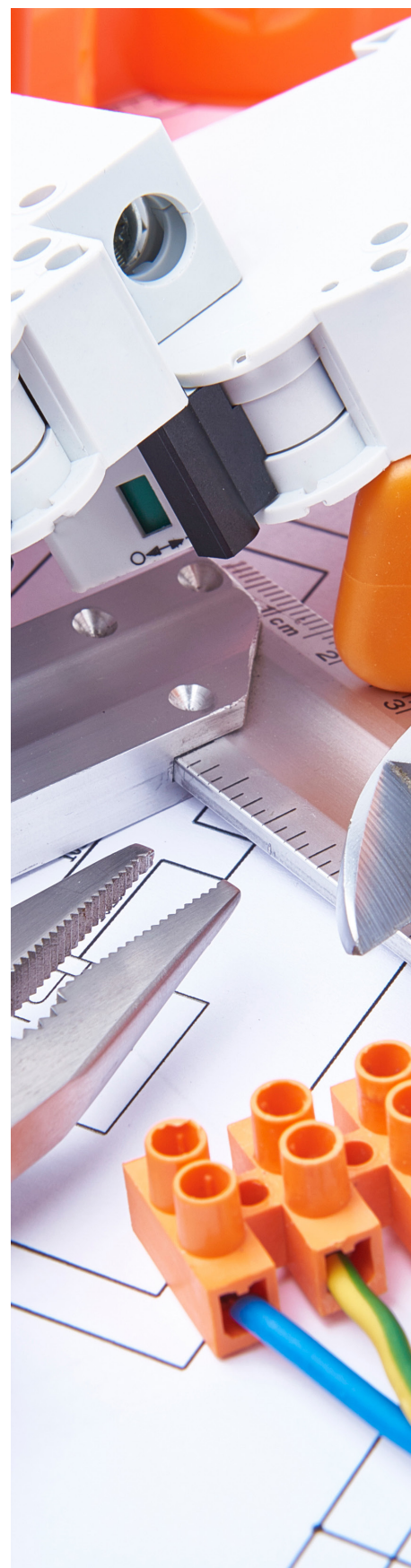
Según la definición de Planbim de Corfo *"BIM es un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar una edificación o infraestructura de forma colaborativa en un espacio virtual. Es decir, las tecnologías permiten generar y gestionar información mediante modelos 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"*⁴.

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"*⁵.

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, operado y mantenido de manera más eficiente y sustentable.

4. 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.

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



1. Madurez BIM

La "madurez BIM" corresponde 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 detallamiento, calidad, consistencia, y previsibilidad de la gestión de la información en la prestaciones y servicios BIM ofrecidos⁶.

El proceso de adopción BIM -ya sea por 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 en teoría a ser similares para todas las organizaciones, no todas siguen el mismo proceso de implementación, ni enfrentan los mismos problemas, así como tampoco 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, en la **etapa 1**, 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.

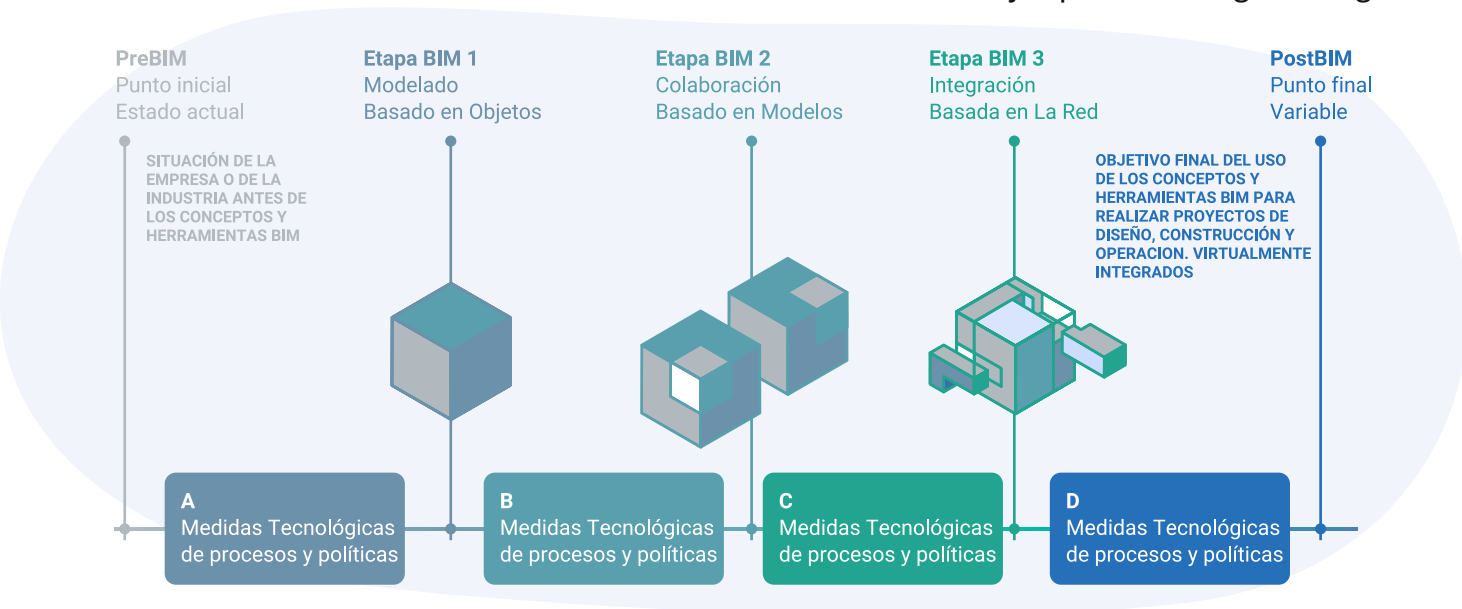


FIGURA 1: Etapas BIM de acuerdo a BIME INITIATIVE, con información de BILAL SUCCAR

6. 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.



En la **etapa 2**, los modelos BIM comienzan a ser usados por distintos actores fuera de un mismo equipo disciplinar, y estos 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 utilizan 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 **etapa 3**, la diversidad de modelos BIM independientes son reemplazados por un sólo modelo, 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*.

Tras pasadas estas etapas de madurez, se despliega la posibilidad de conectar los modelos BIM digitales con sus gemelos análogos y construidos, apelando al término "digital twin". Concepto que fue acuñado inicialmente en la Nasa⁷ (2002) y se refiere a una réplica digital de una edificación, servicio o proceso, que sirven para conectar el mundo online con el offline añadiendo tecnología de IoT, en otras palabras, instalar sensores capaces de captar datos y actuar en todo tipo de objetos y lugares por medio de los modelos BIM. Hoy, se avanza a paso acelerado en la utilización de BIM para el mantenimiento y explotación de activos, y ya se proyecta expandir estas plataformas de control y gestión a escala de barrios, ciudades y territorios.

* Referencia: 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.

7. Doctor Michael Grieves (2002).

2. La importancia de la "I" del BIM

La modelación BIM de la información geométrica y de los datos de la edificación, la infraestructura y del entorno construido, son el inicio del camino de lo que puede implicar a futuro todo el potencial de la digitalización para el sector, por ello, la metodología BIM es considerada la columna vertebral digital para la industria de la construcción y todos los desarrollos tecnológicos que esta pueda acarrear. Esta no sustituye las actividades principales de diseño, construcción ni explotación, sino que las apoya, haciendo que los datos de los proyectos sean legibles y se puedan intercambiar abiertamente por medio de plataformas digitales conectadas y en la nube. Esto es muy diferente de las tecnologías que utilizamos actualmente como el CAD, en las que sus capacidades se limitan principalmente a la representación gráfica 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/5m05KyUQINO>

Por el contrario, un modelo BIM contiene información sobre diseño, construcción, logística, operación, mantenimiento, presupuestos, cronogramas, entre muchos otros datos, brindando una oportunidad de obtener un análisis considerablemente más complejo que los procesos tradicionales. La información generada en cada etapa se traspasa a la siguiente, completando su desarrollo e incluso pudiendo ser reutilizada. Esta continuidad en el traspaso y flujo de información de valor en el ciclo de vida de los proyectos, obliga a los equipos a poner foco y esfuerzo en el trabajo colaborativo, en los procesos integrados que promuevan la comunicación y el intercambio de información.

Es por ello que, podemos hablar de que la metodología BIM propicia un espacio de conocimiento compartido del proyecto, una fuente de información concisa que se traspasa progresivamente entre fases a lo largo del ciclo de vida del proyecto, involucrando a todas las disciplinas y posibles actores. Para lograr dicha colaboración, el método de trabajo que definan los equipos y líderes de proyecto, deberá garantizar que la información necesaria se cree en el formato y momento correspondiente, permitiendo una mejor toma de decisiones. En pocas palabras, BIM se trata de una mejor gestión de la información y se vuelve una herramienta metodológica fundamental para la configuración y ejecución de cualquier tipo de proyecto.

// 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 mucha 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, y poder lograr una implementación de BIM en las organizaciones. //

Alejandro González, Gestor BIM General Zañartú
<https://youtu.be/xNluWWiv6ao>

3. 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 aquellos que no lo son? La respuesta corta: la planificación estratégica y la gestión del cambio.

El mayor impacto que implica implementar BIM dentro de una organización recae en los colaboradores y el cambio cultural que deberá gestarse, rompiendo silos y métodos de trabajo fragmentados para propiciar la colaboración entre los diferentes actores. A medida que la capacidad BIM crece, se promueve un pensamiento de equipo que permite que se produzca la colaboración con resultados beneficiosos para todos. 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. 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 cooperación⁸.

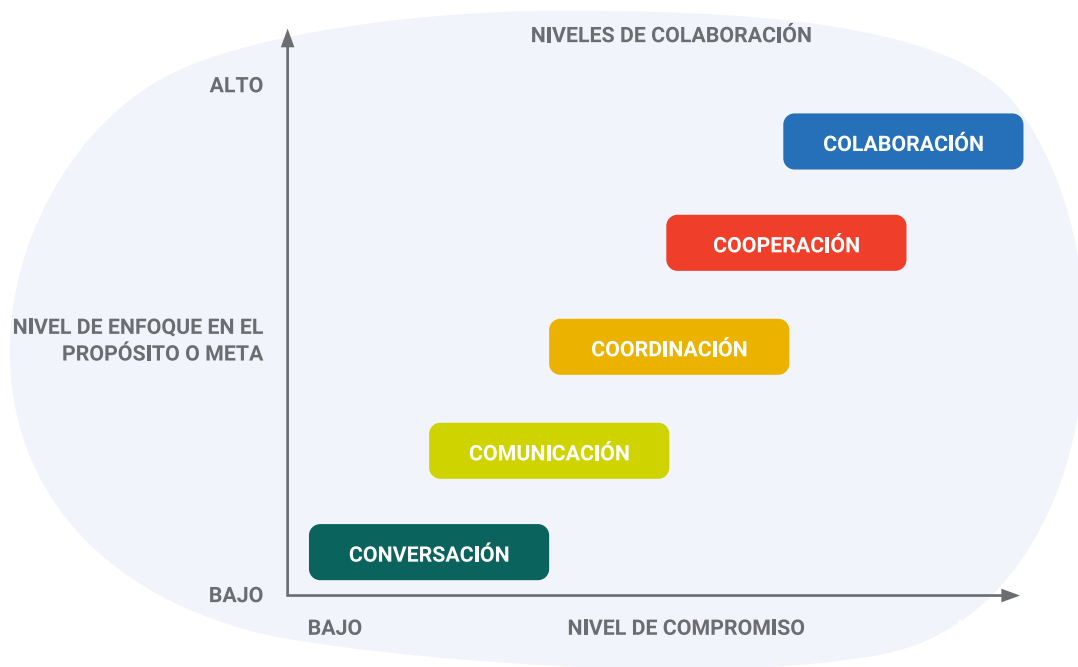


FIGURA 2: Coleman, D., Starting The Collaborative Conversation. 2012.

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

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, 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 conocidas por todos los involucrados, junto con ser planificadas y gestionadas por medio de un liderazgo claro a lo largo de todo el proceso. En el siguiente capítulo se describen aquellos aspectos claves a tener en consideración para elaborar una correcta planificación de la adopción de BIM.

 **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 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 EI



Planificar la adopción de BIM



Se denomina “adopción BIM” al proceso por el que una organización transita desde el punto inicial previo a BIM hasta los estados más avanzados de total integración y alta madurez digital. Hay muchos factores que influyen en el éxito de un proceso de adopción de BIM, ya sea por: la complejidad de los proyectos; la definición del alcance, los objetivos y metas; las implicancias en cuanto a los recursos a invertir y los plazos; las limitaciones tecnológicas; y sobre las competencias y experiencia de los colaboradores.

Los planes de adopción de BIM son iniciativas de gestión del cambio que requieren objetivos, recursos, personal, desarrollo, impulso, éxitos tempranos y tiempo. Para alinear todos estos elementos, se debe desarrollar un marco estratégico para la ejecución de planes 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 y que se describen a continuación.

1. Los pilares estratégicos de la metodología BIM

Los aspectos esenciales que habilitan una buena adopción de BIM recaen en: liderazgo, procesos, personas y tecnología⁹.

- Respecto al liderazgo, es crucial que en una empresa defina a un ente patrocinador y coordinador de la adopción y aplicación de BIM según los objetivos y metas planteadas por la organización, y 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.

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, y estas acciones han sido agrupadas en cuatro pilares o ámbitos estratégicos que acompañan el ciclo de adopción y de madurez BIM a lo largo de todo el proceso. Estos pilares, abordan los diferentes aspectos en que una empresa debe realizar cambios a su estructura actual, y 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.

9. "Productividad en el Sector de la Construcción" Comisión Nacional de Productividad (2020)

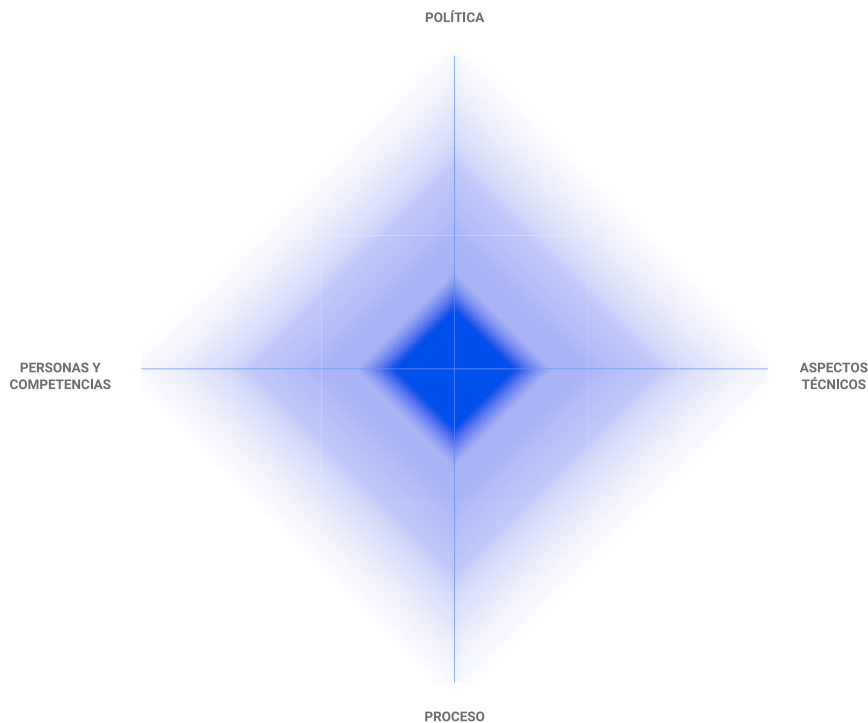


FIGURA 3: Marco estratégico para los planes de implantación. Eubim Task Group. Adam Matthews (2016).

1.1. 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 organización, definidos en forma participativa y compartidos por todos en la organización. Identifica cómo BIM agrega valor al trabajo de las personas, e incluye la difusión de cómo esto aumenta la competitividad de la organización. Debería decir organización, como el texto original, para no circunscribirlo solo a empresa (Carolina Soto) Mibim, Planbim, 2020, p.24.

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. En resumen, busca definir una visión concisa y bien articulada por parte de los líderes ejecutivos respecto de los beneficios de la adopción de BIM, y comunicarla de manera eficiente y eficaz.



1.2. Pilar 2: Gestión de personas

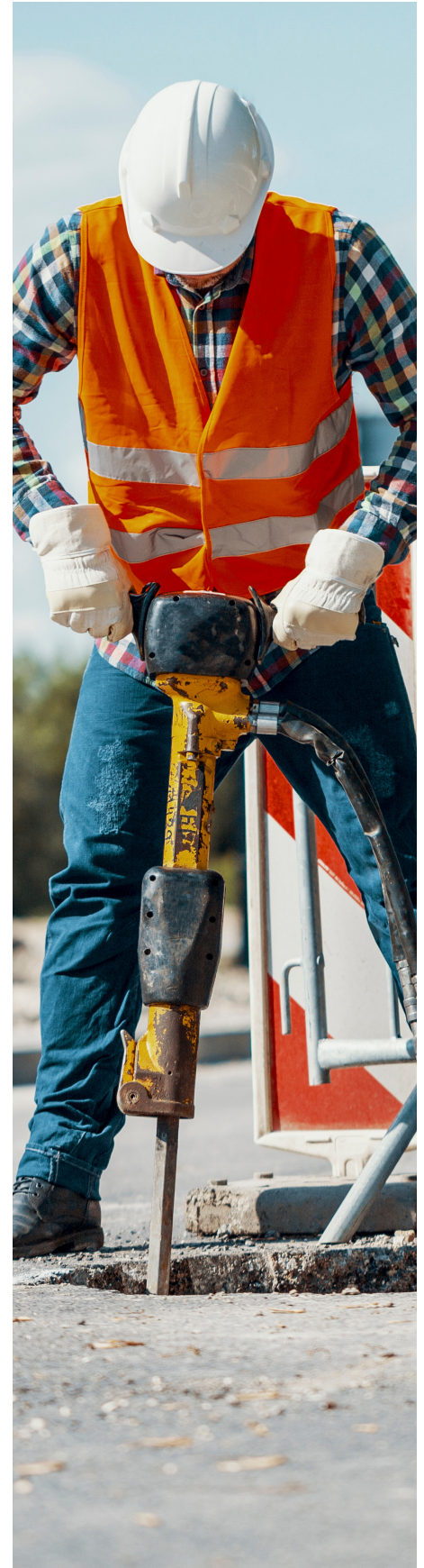
Considera la definición de la estructura organizacional, los roles y perfiles necesarios para desarrollar las acciones vinculadas a BIM, incluyendo su comunicación y acompañamiento permanente. Incluye la capacitación en BIM de las personas que participan en la organización, así como también la difusión necesaria de esta metodología. Debe incorporarse en una política de recursos humanos coherente, que busque fomentar una cultura y clima laboral participativo, informado y orientado a la colaboración, excelencia y mejora permanente. Mibim, Planbim, 2020, p.25.

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

1.3. 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 productos y/o servicios. Incluye la identificación de los roles y responsables de dichas actividades, las acciones vinculadas a BIM para la generación de entregables, y los flujos de información que permiten comunicar y actualizar los resultados esperados. Busca la realización de una mejora continua permanente, mediante una certificación del mejor hacer, y la gestión, seguimiento y control efectivo para el mejor uso de los recursos. Mibim, Planbim, 2020, p.26.

En este pilar, se busca identificar y mapear los procesos referidos a BIM, tanto dentro de la empresa como con externos. Evaluar la pertinencia de robustecer y estandarizar procedimientos, procesos, formatos estandarizados, bibliotecas, plantillas y mecanismos para el correcto intercambio de información que faciliten la colaboración.



// 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 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>

1.4. Pilar 4: Gestión documental y tecnológica

Involucra todos los elementos tecnológicos de apoyo para la realización de las diferentes actividades, considerando la eficiencia y el uso racional de los recursos, incluyendo las posibles automatizaciones. Facilita la gestión, seguimiento y control, con evidencia objetiva, así como el análisis y mejoramiento continuo de los procesos, con excelencia y rapidez. Mibim, Planbim, 2020, p.27.

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 BIM, hardware y redes. Se evalúa 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.

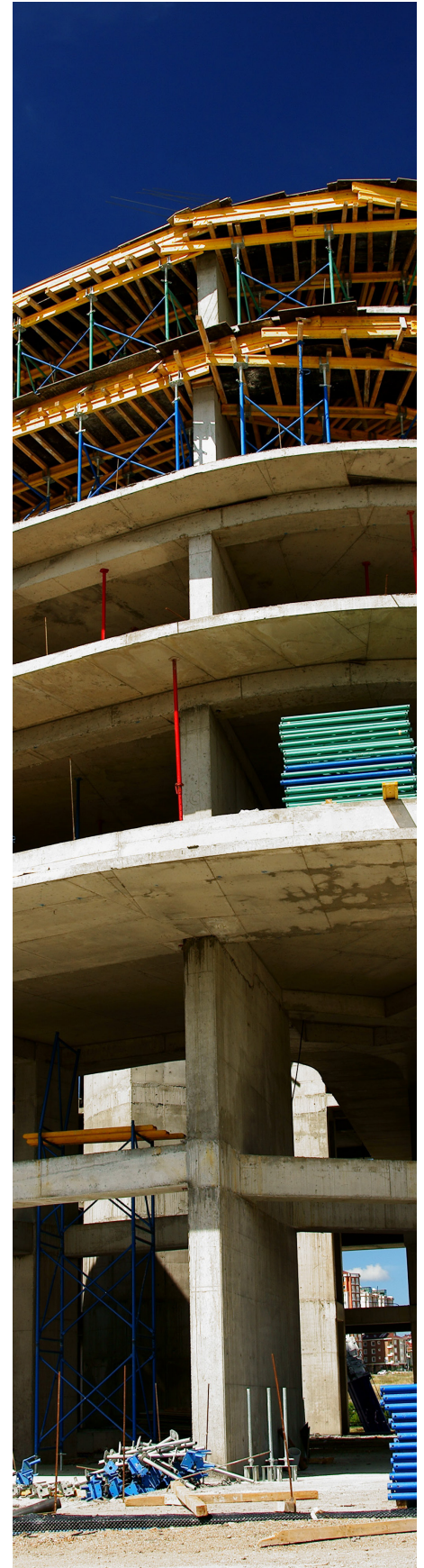


2. Plan de Implementación BIM

Un Plan de Implementación BIM (PIB) es el documento desarrollado a nivel organizacional, por medio del cual se formaliza la estrategia que utilizará la empresa o institución para adoptar la metodología. Entre otras cosas, en este plan se definen: plazos, procesos, roles BIM, flujos de trabajo colaborativo Usos BIM, e inversiones en distintos niveles organizativos de una empresa, entre otras cosas.

A modo de referencia, un Plan de Implementación BIM puede estar estructurado en los siguientes capítulos:

- Propuesta de valor, metas y beneficios esperados
- Estructura organizativa y gobernanza BIM
- Metodología de implementación, servicios y Usos BIM
- Recursos humanos y capacitaciones necesarias
- Procesos clave, flujo de información BIM y entregables
- Estándares y gestión documental de manera interna y con terceros
- Infraestructura tecnológica
- Metodología de evaluación del éxito de la implementación y KPIs
- Estrategia de difusión y gestión del cambio
- Proyectos pilotos y lecciones aprendidas
- Hoja de ruta



Un plan de implementación BIM comenzará con un diagnóstico para detectar las capacidades de los equipos, la cultura de estandarización y colaboración presente en la institución, los objetivos organizacionales, el marco temporal y la disponibilidad económica, entre otras variables. Es importante en este punto ser conscientes del retorno esperado, la disponibilidad del equipo, la experiencia, las capacidades y los activos que ya existen.

Cuando se alcanza mayor claridad del cómo está la empresa y hacia dónde se planea avanzar, se continúa con formalizar el Plan de Implementación y, una vez aprobado, se avanza en su ejecución para llegar a la última etapa de consolidación. En resumen, un proceso de implementación estará dividido fundamentalmente en las siguientes etapas:

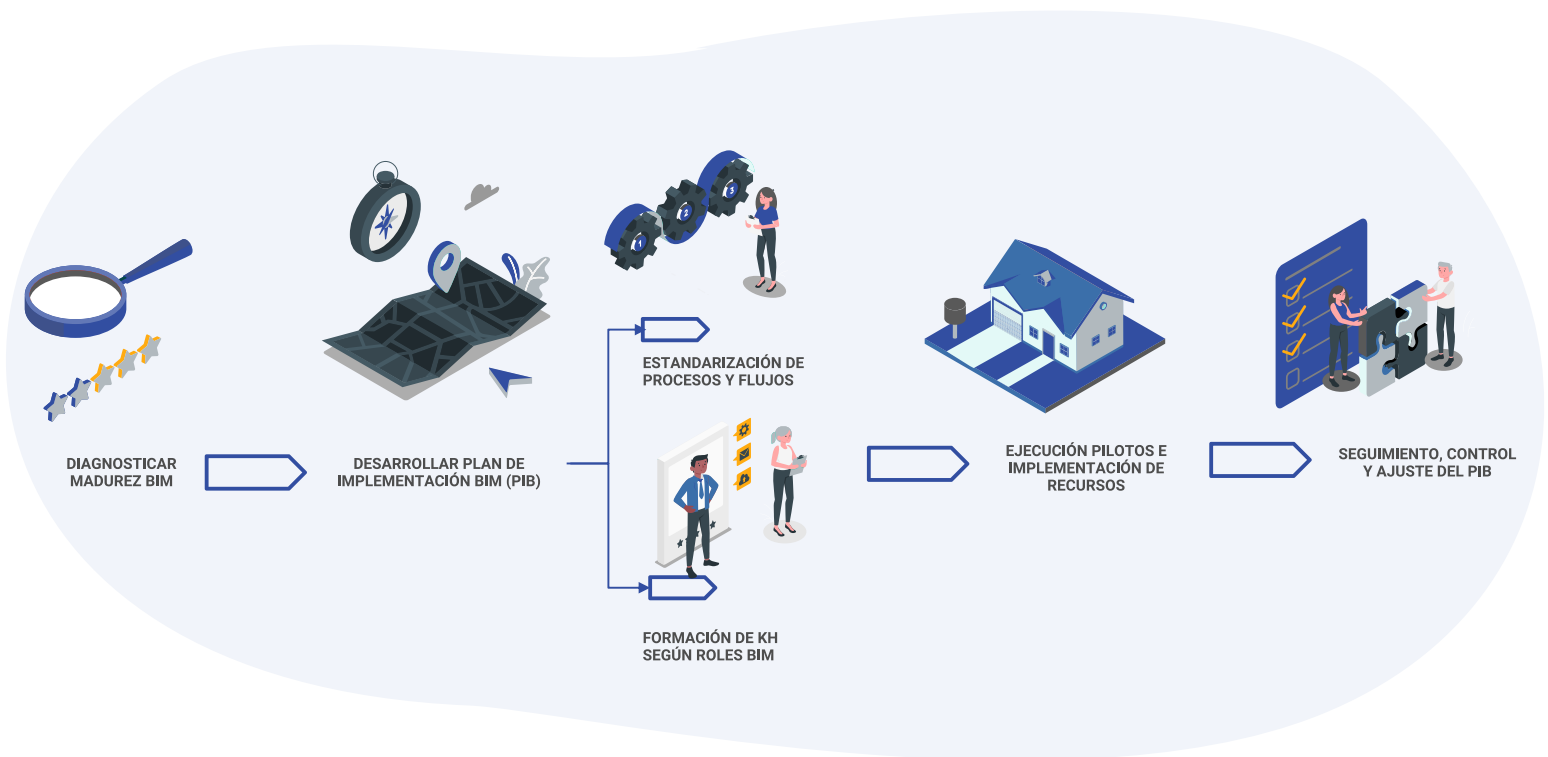


FIGURA 4: Esquema de las etapas del plan de implementación BIM. Elaboración propia.

3. Las etapas de adopción

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 capture 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, y que se destine tiempo suficiente para permitir cuantificar de manera efectiva los beneficios y KPIs 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 Deming¹⁰, 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).

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 adaptaciones¹¹. 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.

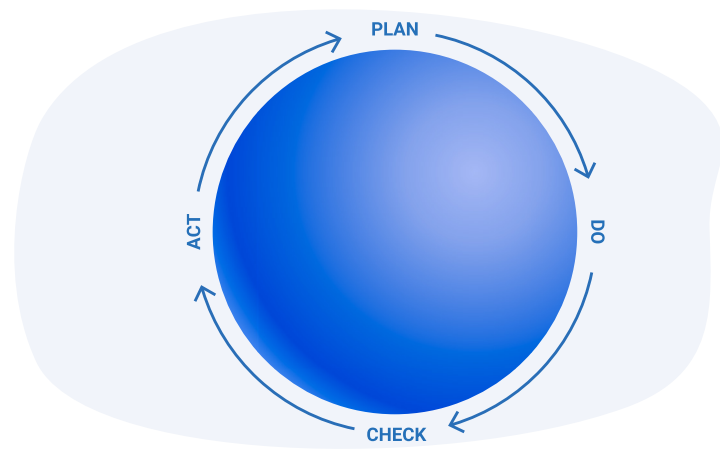


FIGURA 5: "Espiral de mejora continua" o ciclo PDCA de mejora continua de la calidad.

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

11. 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.

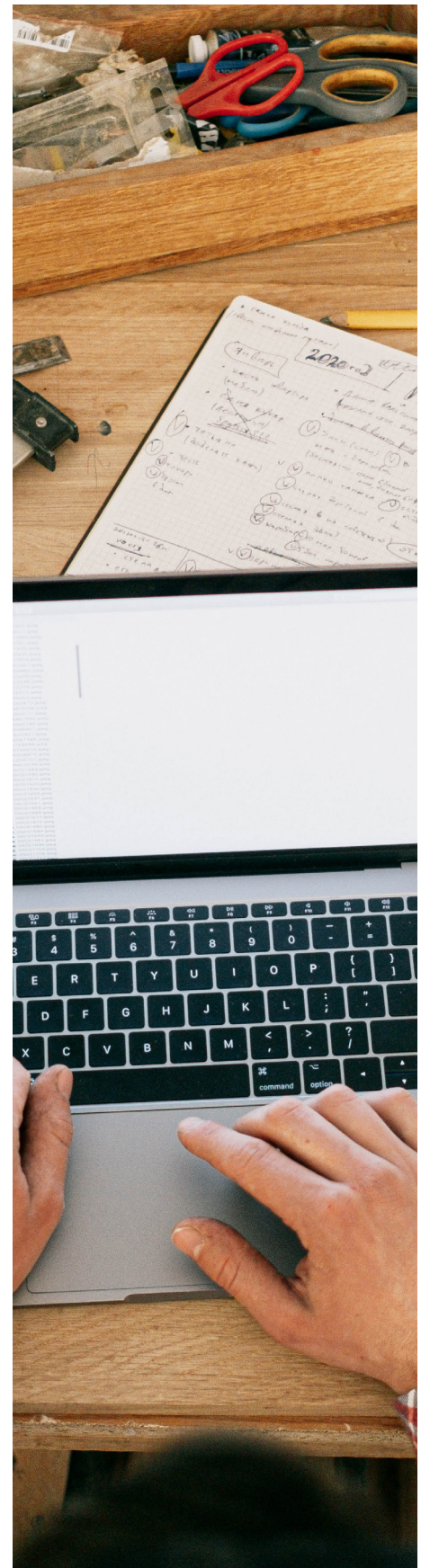


FIGURA 6: Ejemplo de esquema de los pilares y etapas de la adopción de BIM. Elaboración propia.

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.

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. 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 **Plan de Implementación BIM (PIB)**.





3.2. Do / Desplegar

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

Durante esta etapa se desplegarán las capacitaciones según Roles BIM para acompañar a los equipos en el proceso de transición, se adaptan estándares BIM nacionales y/o internacionales, se genera un protocolo BIM interno y propio de la empresa que permitirá la integración de los nuevos métodos de trabajo colaborativo, junto con la adquisición de la infraestructura tecnológica (TI) necesaria. Sin olvidar, que todo este cambio se debe hacer con una supervisión y apoyo técnico, para mayor control de factores externos a BIM que distorsionen los resultados.

3.3. Check / Controlar o verificar

Dentro del proceso de adopción en la etapa de verificación, se sugiere llevar adelante acciones, tanto con una mirada a largo 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.

Pasado un periodo de pilotaje, los datos de control deben ser 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 junto a un grupo acotado de colaboradores, previo a extrapolar el conocimiento ganado al resto de la organización. Así mismo, se espera detectar a tiempo las brechas que puedan existir entre lo planificado y lo realizado, y para ello determinar los ajustes necesarios al PIB.

Lo anterior es similar a la filosofía de Agile¹², que se basa en fragmentos de trabajo breves y efectivos llamados "Sprint". De acuerdo con la concepción del sprint, un equipo debe completar una cantidad planificada de trabajo y prepararlo para su revisión en un cierto período de tiempo -de dos a tres semanas de duración- dentro de un ciclo de desarrollo continuo, 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.

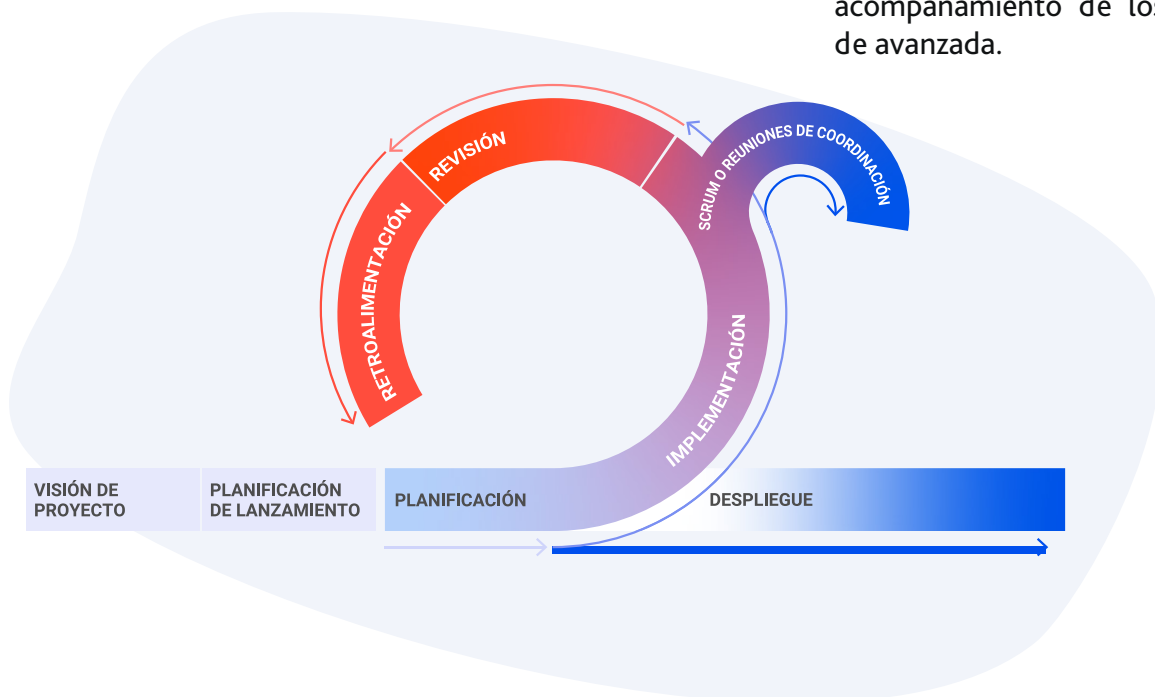


FIGURA 7: Ejemplo de sprint definidos en la filosofía AGILE o metodología SCRUM AGILE.

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

3.4. Act / Actuar o ajustar

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. A partir de los resultados conseguidos, se procede a recopilar lo aprendido y a ponerlo en marcha en otros pilotos/proyectos y desplegar en otras áreas de la organización.

También suelen aparecer recomendaciones y observaciones que sirven para volver al paso inicial de Planificar y así el círculo se 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 está relacionado con la idea de cerrar el ciclo gracias a la retroalimentación, la cual permite acercar los resultados obtenidos a los objetivos. 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.

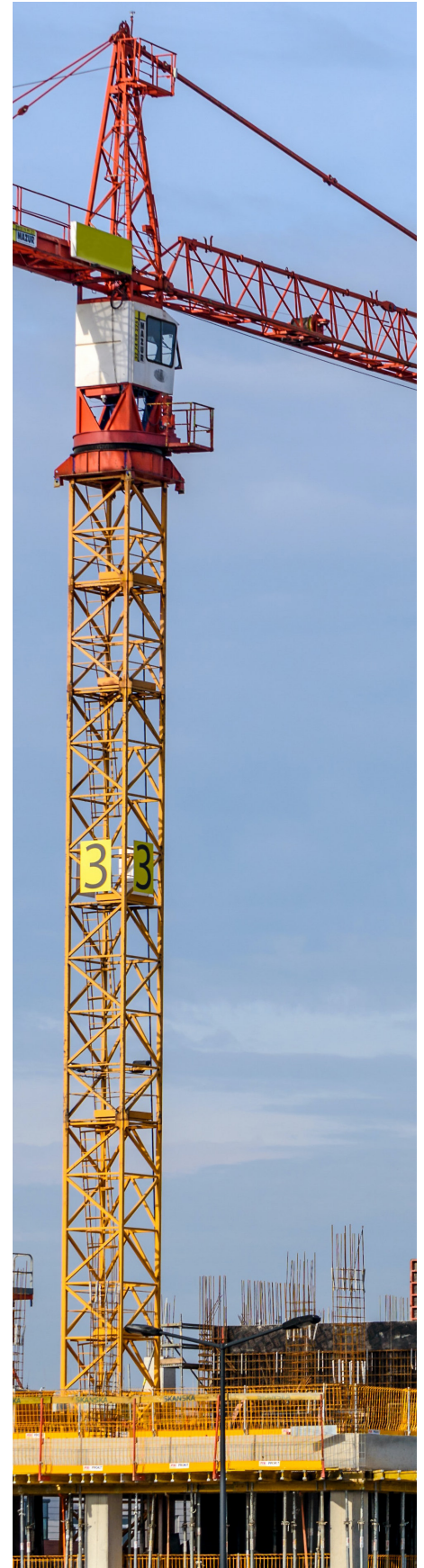


Los 25 pasos para planificar la adopción de BIM

Dar el salto hacia la adopción de BIM y generar el convencimiento al interior de la organización, requiere de una primera fase que implica 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 25 pasos iniciales que se recomiendan ejecutar en torno a BIM en esta primera fase de "Planificación", previo al despliegue o pilotaje en proyectos.

Estos primeros pasos no necesariamente exigen ser aplicados de acuerdo a una linealidad en el tiempo, ya que pueden ser ejecutados antes o posterior a otros, pero sí se recomienda que se ejecuten acciones en torno a cada uno de ellos. Hay organizaciones que pueden haber ya iniciado alguna de estas acciones, y que esta guía sirva más bien de apoyo en identificar algunos vacíos o llevar a cabo la implementación de manera más estructurada. Los 25 pasos se han organizado según los 4 pilares estratégicos de BIM.

Estos paso a paso, han sido definidos gracias al apoyo y conocimiento de representantes de las 11 empresas "early adopters" que han acompañado el desarrollo de esta guía, junto con la revisión de literatura y referencia de otros documentos de la misma naturaleza.



25 pasos para la adopción de BIM

Instrucciones: Marca los puntos que corresponde



GESTIÓN ESTRATÉGICA

1

Definir el patrocinio y liderazgo BIM, junto a las áreas involucradas dentro de la empresa

2

Diagnosticar la Madurez BIM para detectar brechas y priorizar acciones para revertirlas

3

Detectar problemáticas recurrentes para definir objetivos, metas y Usos BIM

4

Definir proyectos piloto de aplicación BIM

5

Levantar línea base y definir indicadores (KPIs) de medición de logros

6

Estimar y asignar los recursos e inversiones para el proceso de adopción

7

Documentar estrategia o Plan de Implementación BIM, plazos y hoja de ruta



GESTIÓN DE PERSONAS

8

Definir un plan de difusión para comunicar la Implementación de BIM

9

Identificar equipos de avanzada, gestionar los proclives y/o resistentes al cambio y la búsqueda de nuevo talento

10

Definir Roles BIM para alinear a los equipos según competencias y responsabilidades

11

Definir un plan de capacitación, actualización e inducción según Roles BIM

12

Seleccionar especialistas y/o subcontratos según capacidad BIM

13

Definir mecanismos de evaluación de desempeño según roles y respaldo de la experiencia BIM de la empresa

14

Planificar el levantamiento y difusión de lecciones aprendidas



GESTIÓN DE PROCESOS Y ESTANDARIZACIÓN

15

Mapear los procesos y flujos de proyecto en que se aplican los Usos BIM y métodos de colaboración

16

Seleccionar los estándares BIM nacionales y/o internacionales a utilizar

17

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

18

Definir para los proyectos un plan de trabajo BIM, ya sea por medio de una SDI BIM o un PEB

19

Definir los alcances técnicos, geométricos y de información de los Modelos BIM, y los métodos de modelación



GESTIÓN DOCUMENTAL Y TECNOLÓGICA

20

Definir los recursos tecnológicos BIM y el soporte TI

21

Definir un plan de adquisiciones y asignación de licencias de software y/o desarrollos propios

22

Configurar un Gestor Documental y/o un CDE para la colaboración en línea

23

Definir estrategia de federación o integración de Modelos BIM y una plataforma tecnológica de colaboración

24

Definir procedimientos para el respaldo de la información acorde a la estrategia de ciberseguridad

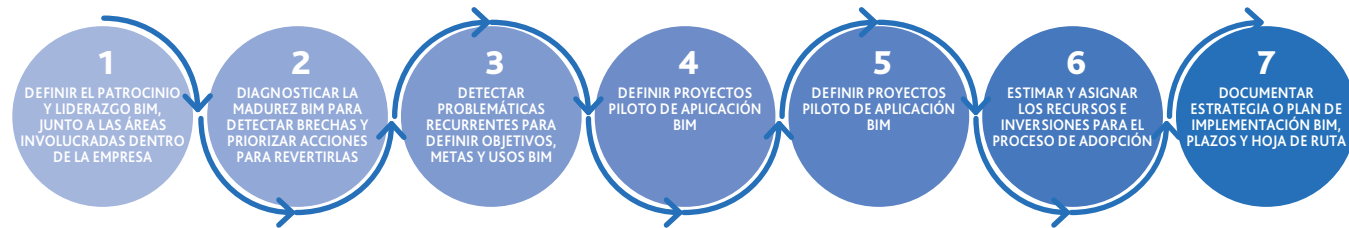
25

Asegurar la búsqueda de nuevas tecnologías y/o plataformas que den apoyo a los procesos actuales

Pilar 1: Gestión estratégica

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, o a nivel de solo un proyecto.

Para ello, un factor esencial es acordar 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, y que no enmarque solamente en la declaración de la visión; sino de la proyección a futuro de la empresa al implementar BIM.



PASO 1: Definir el patrocinio y liderazgo BIM, junto a las áreas involucradas dentro de la empresa

Uno de los primeros pasos a llevar a cabo, tiene relación con definir las personas o equipos que liderarán la implementación de BIM en la organización, quienes estarán encargados de definir las acciones que se llevarán a cabo, gestionar las voluntades de los diferentes actores junto a los esfuerzos y recursos económicos que se requerirán. Este liderazgo puede ser ejercido por una persona o un equipo preexistente y/o colaboradores nuevos en la organización -representantes de diferentes gerencias o áreas- y se le puede brindar de cierta corporeidad o lo que hemos llamado la creación de una "Gobernanza BIM". Este liderazgo cuenta con una responsabilidad estratégica para lograr los objetivos y metas propuestas concernientes a BIM, y también son una guía para los equipos técnicos que ejecutarán la estrategia.

En el caso de la empresa Zañartu Ingenieros Consultores, su gobernanza se basa en lo que han denominado "Comité BIM", el que se compone por las gerencias de la organización más el Gestor BIM. Este comité sesiona una vez al mes, instancia en la cual 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 se priorice.

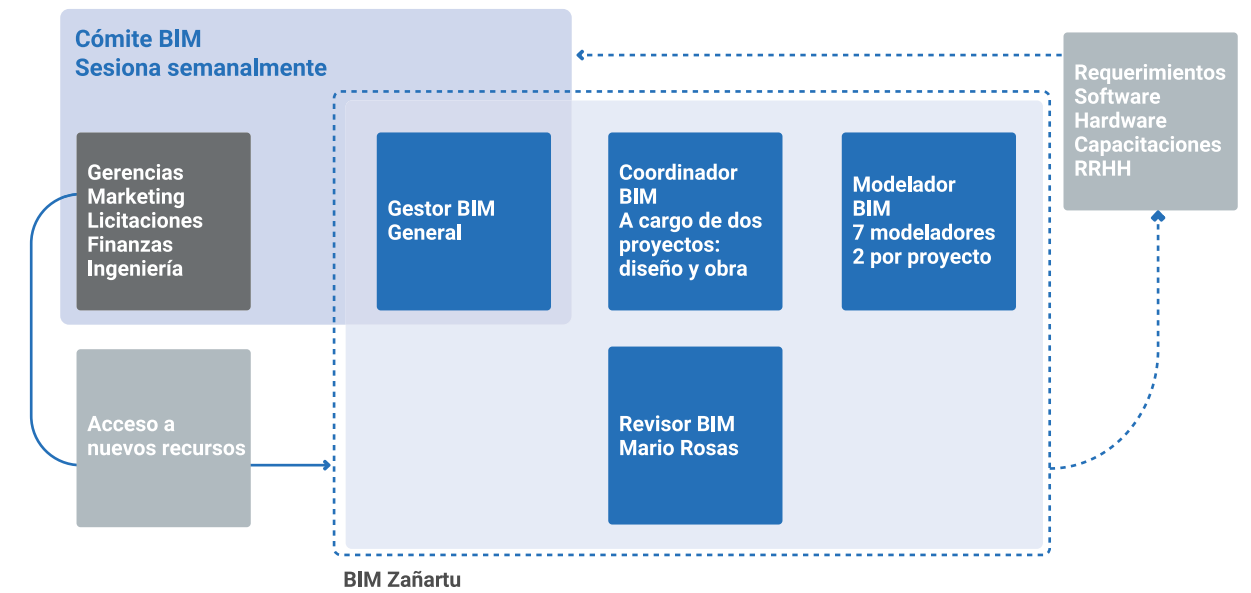


FIGURA 8: Esquema de organización y funcionamiento del comité BIM en la empresa Zañartu Ingenieros Consultores

Uno de los objetivos principales de la "Gobernanza BIM" será ejercer un efecto tractor sobre el resto de la empresa para multiplicar los impactos positivos de la adopción, junto a 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 y/o áreas de la empresa.
- 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, 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.

PASO 2: Diagnosticar madurez BIM para detectar brechas y priorizar acciones para revertirlas

Diagnosticar la capacidad de adopción de BIM de la organización es un paso clave de llevar a cabo antes de la adopción, y esto no solamente guarda relación con la capacidad tecnológica de esta, sino que con otros aspectos organizacionales relacionados con los procesos de proyectos y las personas. Existen variados instrumentos para desarrollar este diagnóstico o autoevaluación¹³, sin embargo, el uso de un instrumento único y consensado por parte de la organización, facilitará una comprensión común de BIM y el seguimiento anual de su evolución.

Una Matriz de Madurez, es un modelo que establece un conjunto de buenas prácticas o procesos clave y que son definidos mediante un procedimiento documentado, ejecutados de un modo sistemático y estandarizado, en otras palabras, que han sido institucionalizados y para ello se han previstos medios para ser controlados, medidos y verificados periódicamente.

Tal es el caso de la empresa LD Constructora, quienes establecieron un propio modelo de medición de madurez, basado en la Matriz de Succar, y en este establecieron una serie de indicadores que les ha permitido comprender y cuantificar sus avances y mejoras a través de la implementación BIM. Entre ellos: 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.

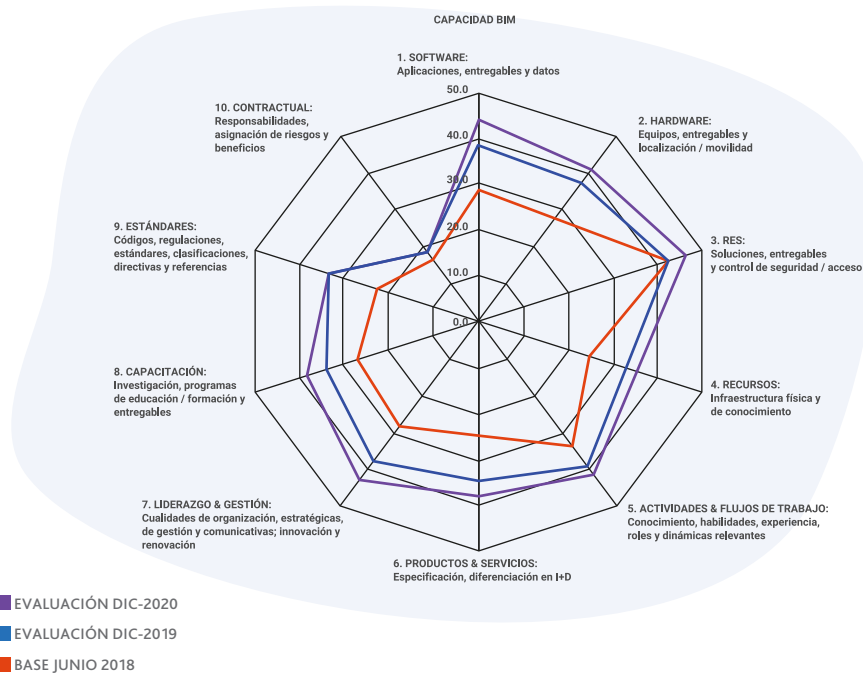


FIGURA 9: Levantamiento de capacidades BIM de la empresa LD Constructora

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

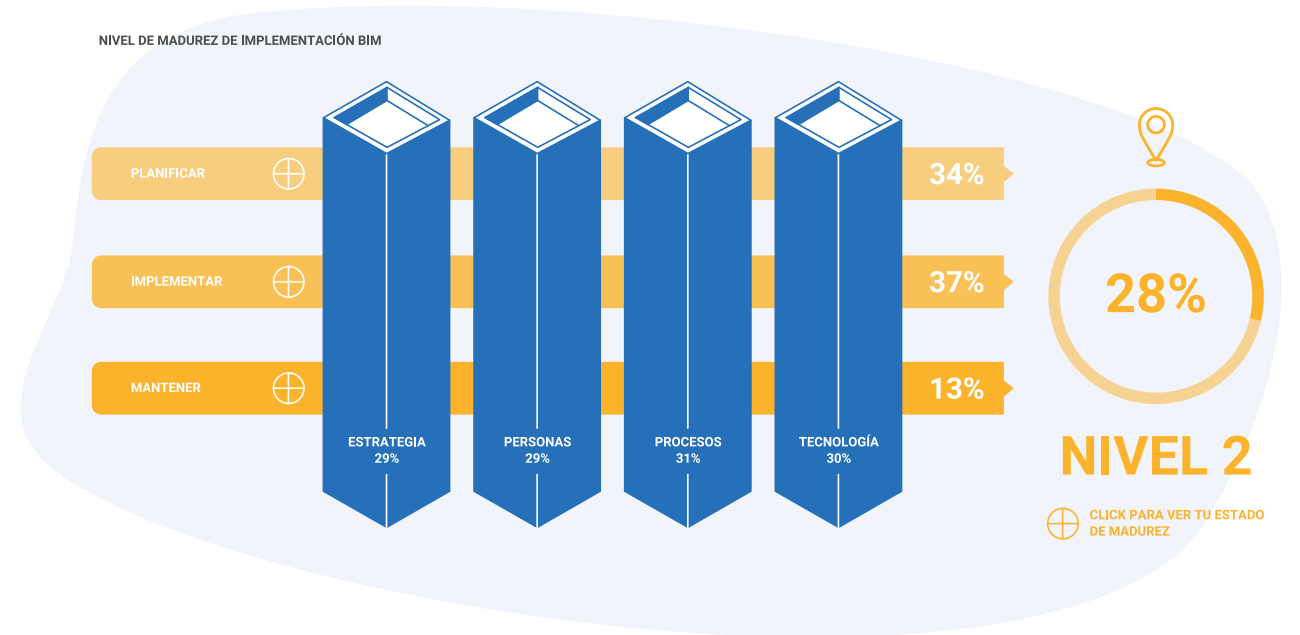


FIGURA 10: Ejemplo de instrumento de medición de madurez BIM, MIBIM y los cuatro pilares estratégicos.

Se recomienda utilizar la Matriz de Implementación BIM (Mibim), 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 procesos.

Está disponible en: <https://planbim.cl/inicio-Mibim>

PASO 3: Detectar problemáticas recurrentes para def objetivos, metas y usos BIM

Para iniciar un proceso de renovación con una mirada hacia la Industria 4.0 y los nuevos modelos de trabajo colaborativos e integrados, se requiere de un cambio cultural y metodológico dentro de la empresa. Para ello, es recomendable comenzar por reconocer los problemas o "cuellos de botella" que suelen repetirse de un proyecto/servicio a otro, y que muchas veces generan desgaste, pérdidas e ineficiencias en los equipos.

En base a aquel diagnóstico, se propone detectar oportunidades de mejora y de digitalización que pueda brindar la implantación de BIM, que sean de valor y en beneficio de toda la organización. Con una visión a corto y mediano plazo se deberán definir los objetivos y metas que se esperan capturar con BIM, con foco en dar respuesta a las principales problemáticas detectadas.

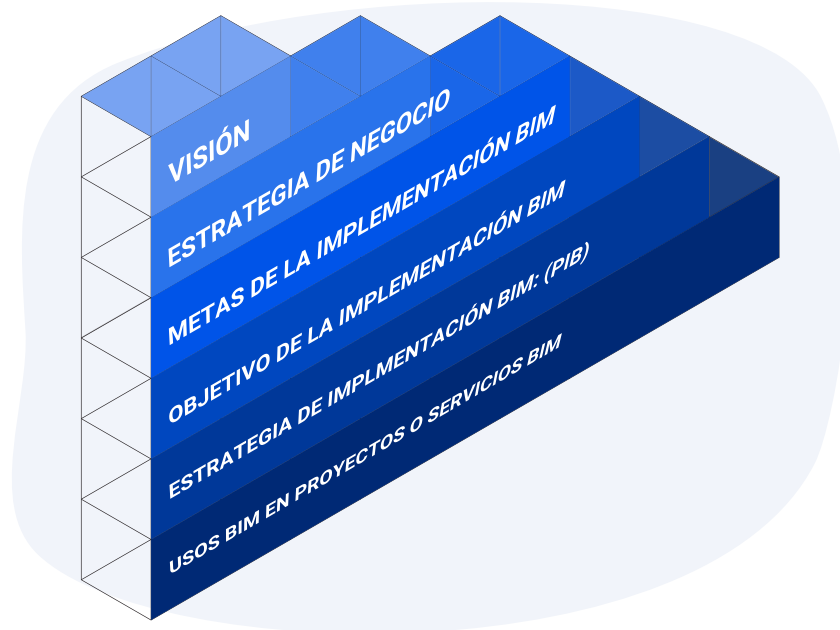
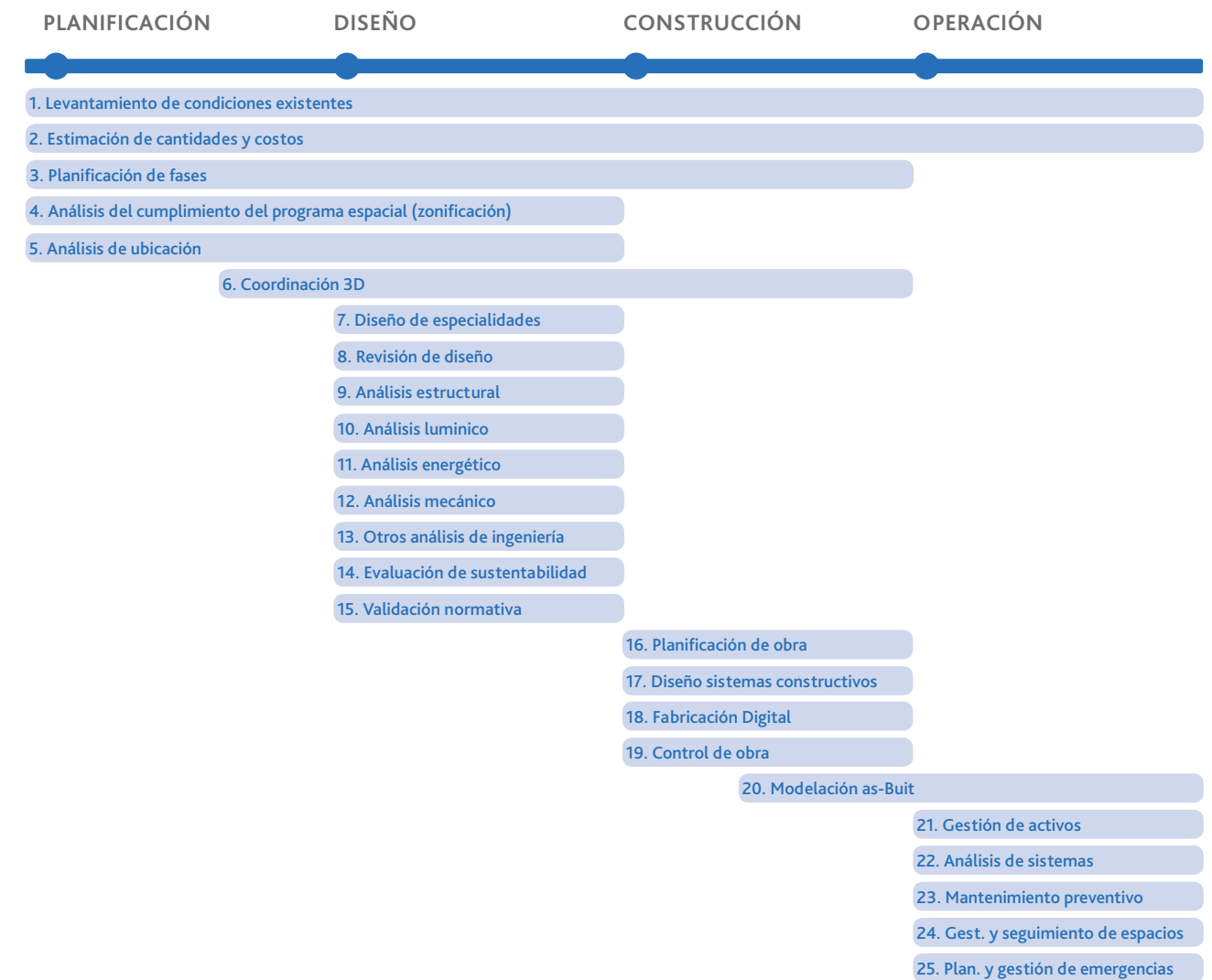


FIGURA 11: Pirámide de propuesta de valor de BIM para la organización. Elaboración propia.

A nivel organizacional, es recurrente encontrar objetivos en torno a BIM referidos con, por ejemplo: optimizar costos y plazos de proyectos; reducir errores, rediseño y duplicidades de tareas; estimación temprana de costo; mejorar la eficiencia y eficacia de proyectos, entre otros.

A escala de proyecto o servicios que se ofrecen en BIM, se recomienda definir los alcances basándose en el concepto de los Usos BIM descrito en el Estándar BIM para proyectos públicos (2019) y que se muestra en la siguiente figura. En base a ellos, es posible definir cómo se aplicará BIM, y que este requerimiento sea conocido y comprendido por todos los colaboradores.

25 USOS BIM



Fuente: Planbim de Corfo, (2019), Estándar BIM para proyectos públicos. Intercambio de información entre solicitante y proveedores, Santiago de Chile. Basado en Project Execution Planning Guide versión 2.1, mayo 2011 Ralph G. Kreldey and John I. Messner, The uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses, Versión 0.9. (The Pennsylvania State University, 2013), 6

FIGURA 12: Matriz de usos bim incorporada en el estándar BIM para proyectos públicos, basada en el documento BIM Project Execution Planning Guide, de la Universidad del Penn State.

Los Usos BIM son "métodos de aplicación de BIM durante el ciclo de vida de una edificación o infraestructura para alcanzar uno o más objetivos específicos". Estos Usos sirven para explicar las diferentes formas en que las partes interesadas del proyecto pueden o acuerdan la utilización de BIM.

Referentes:

- PlanBim. (2019). Estándar BIM para Proyectos Públicos. <https://planbim.cl/biblioteca/documentos/estandar-bim-para-proyectos-publicos/>
- Penn State University (2013): The Uses of BIM Classifying and Selecting BIM Uses Version 0.9 <https://bim.psu.edu/uses/>
- Más ejemplos de su aplicación están disponibles en las fichas informativas de las empresas analizadas (ver capítulo 4).

PASO 4: Definir proyectos pilotos de aplicación BIM

Uno de los primeros pasos a llevar a cabo, tiene relación con definir las personas o equipos que liderarán la implementación de BIM en la organización, quienes estarán encargados de definir las acciones que se llevarán a cabo, gestionar las voluntades de los diferentes actores junto a los esfuerzos y recursos económicos que se requerirán. Este liderazgo puede ser ejercido por una persona o un equipo preexistente y/o colaboradores nuevos en la organización -representantes de diferentes gerencias o áreas- y se le puede brindar de cierta corporeidad o lo que hemos llamado la creación de una "Gobernanza BIM". Este liderazgo cuenta con una responsabilidad estratégica para lograr los objetivos y metas propuestas concernientes a BIM, y también son una guía para los equipos técnicos que ejecutarán la estrategia.

En el caso de la empresa **Zañartu Ingenieros Consultores**, su gobernanza se basa en lo que han denominado "Comité BIM", el que se compone por las gerencias de la organización más el Gestor BIM. Este comité sesiona una vez al mes, instancia en la cual 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 se priorice.

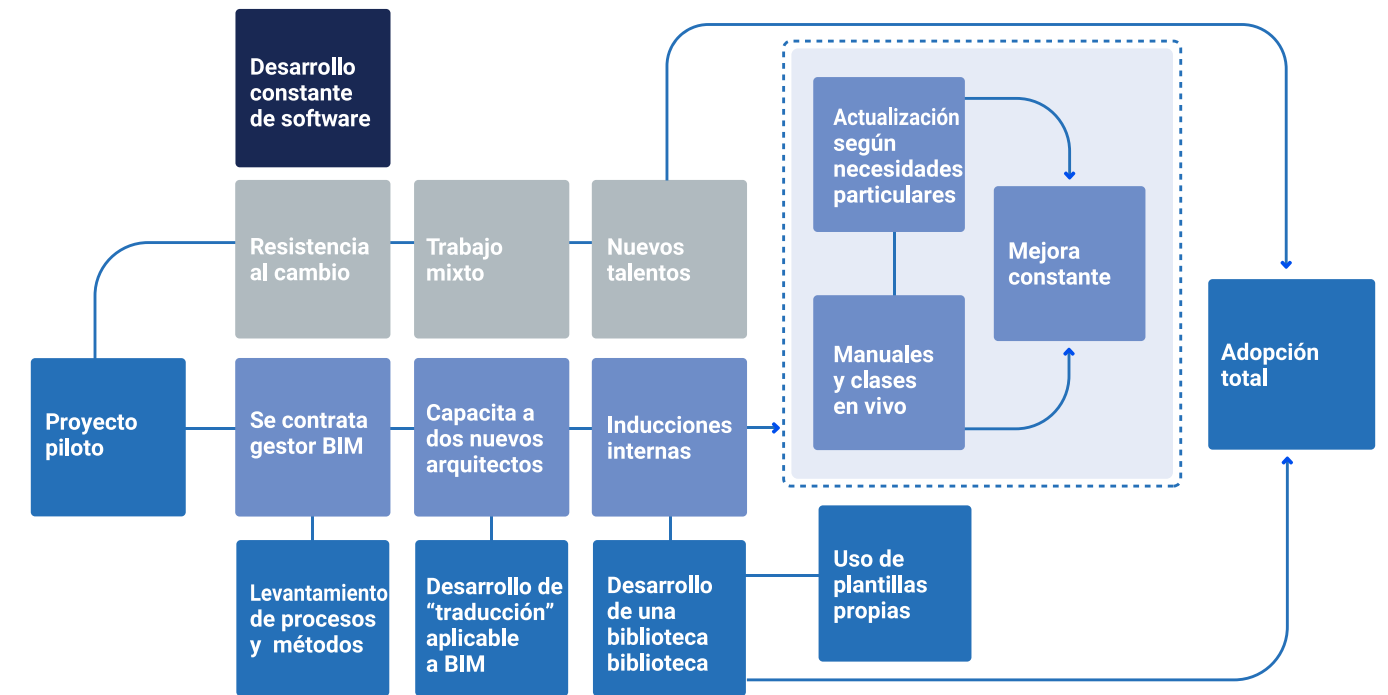


FIGURA 13: Pasos de la implementación de BIM en la inmobiliaria VPA

Desarrollar proyectos piloto permite capturar beneficios en el corto plazo, como:

- Constituir grupos de trabajo de "avanzada" que adquieren conocimiento, compromiso y motivación
- Definir objetivos mensuales concretos y alcanzables por parte de los equipos
- Llevar a cabo sesiones periódicas de coordinación y exposición de problemas, levantar alertas y lecciones
- Establecer requerimientos tecnológicos de hardware y software abordables que acoten la inversión inicial
- Capacitar al personal interno en la medida que se vaya requiriendo
- Difundir ganancias tempranas que alienten al resto de la organización
- Monitorear e impulsar

PASO 5: Levantar línea base y definir indicadores (KPIs) de medición de logros

Para una efectiva asimilación de los nuevos métodos y procesos se recomienda establecer una metodología para evaluar por medio de indicadores la calidad o nivel de la implementación de BIM, de manera que pueda ser observada en el transcurso del tiempo y que permita situar los esfuerzos y las retribuciones efectivas. Los indicadores suelen medirse a través del uso de KPI, (Key Performance Indicators) que se traduce como "indicadores claves de desempeño". Estos indicadores son 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 o servicios que la empresa brinda.

Para llevar a cabo esto, la empresa **Delporte Ingenieros** ha elaborado un método propio para hacer el seguimiento a los indicadores previamente definidos. Esto les ha permitido evidenciar beneficios de BIM, ya que han podido reducir sus plazos de trabajo, elaborar proyectos más precisos y completos, pudiendo trabajar en más proyectos de manera simultánea y 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.

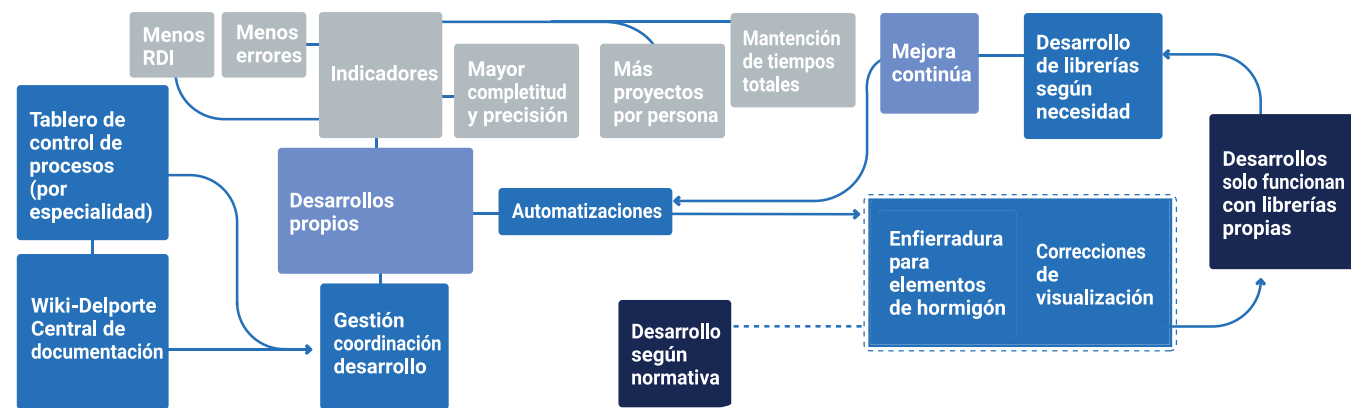


FIGURA 14: Elaboración de desarrollos propios en la empresa Delporte Ingenieros

Otra empresa que gestiona el seguimiento de sus KPIs por proyecto y a nivel organizacional, es la oficina Badia & Soffia Arquitectos, quienes en base al desarrollo de una aplicación actualizan y controlan el estado, avance, costo y rentabilidad de sus proyectos, llevando una trazabilidad e historial completo de ellos.

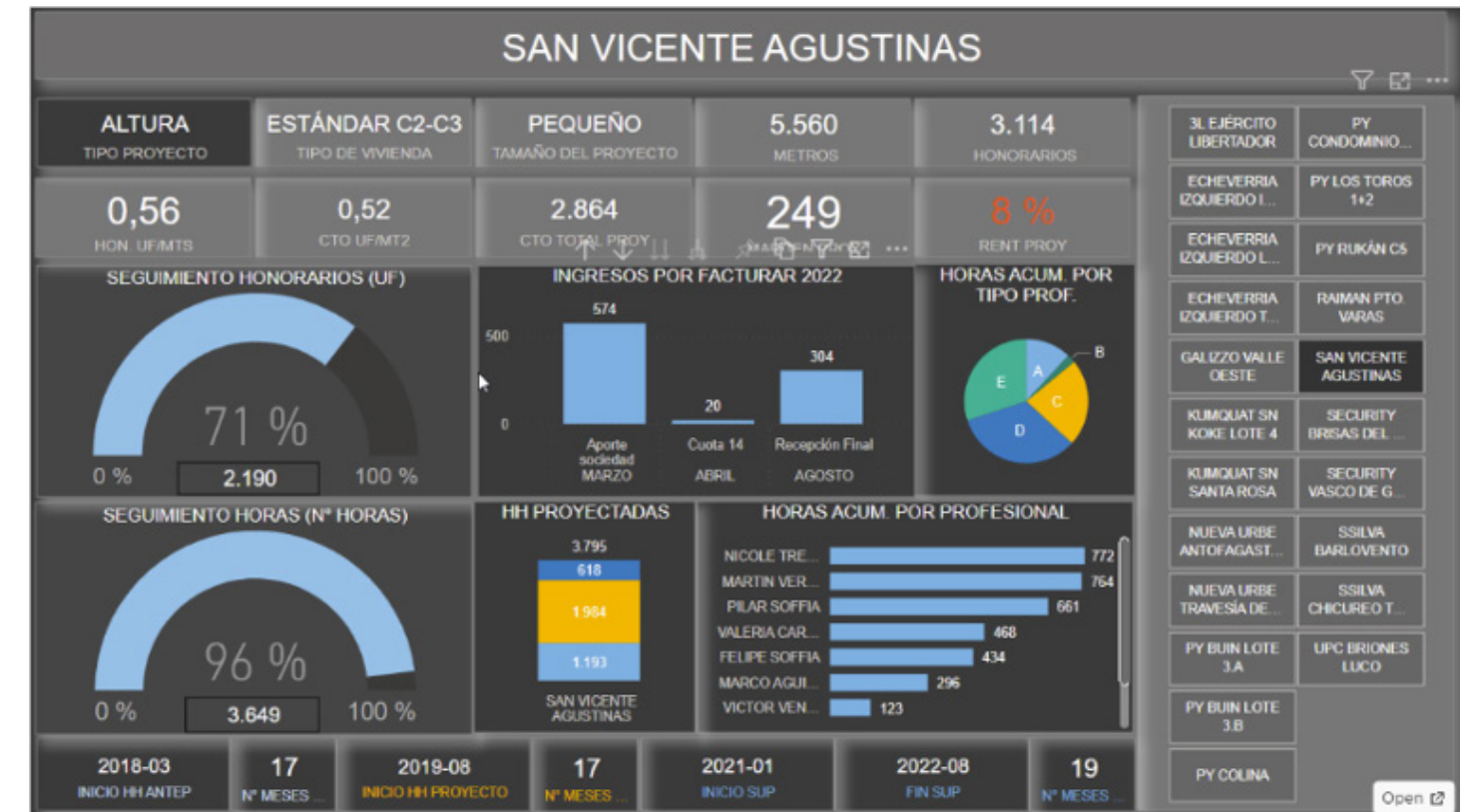


FIGURA 15: Imagen de dashboard de plataforma de seguimiento de KPIs de oficina Badia y Soffia Arquitectos (2022).

Existen diferentes fuentes con referencias de KPIs BIM, recomendamos visitar: [Indicadores BIM. Desarrollado por CAMACOL Colombia. Disponible en: https://camacol.co/descargable/indicadores-bim](https://camacol.co/descargable/indicadores-bim)

[BIM Level 2 Benefits Measurement. Desarrollado por PricewaterhouseCoopers LLP. Disponible: www.cdbb.cam.ac.uk/files/1_pwc_summary_guidance_to_bbm.pdf](http://www.cdbb.cam.ac.uk/files/1_pwc_summary_guidance_to_bbm.pdf)

PASO 6: Estimar y asignar los recursos e inversiones para el proceso de adopción

Quienes lideran la adopción de BIM en una organización, tendrán que lidiar tarde o temprano con la necesidad de estimar cuánto será la inversión requerida en el corto y mediano plazo, ya sea para la formación de los equipos, la mejora de la infraestructura tecnológica (hardware, software y redes) y quizás, para traer nuevos colaboradores. En este aspecto, hay que aclarar que la prometida reducción de costos y recursos que apunta la adopción de BIM, tiene que ver principalmente con la baja de las ineficiencias de los proyectos a largo plazo y no necesariamente con una disminución de los recursos de manera temprana.

El costo de la implementación suele ser una incógnita porque independiente de que es posible conocer los precios de mercado de cada uno de los insumos que se requieren, el tiempo que toma adecuarse a la metodología y fundamentalmente migrar de un modo de hacer a otro, sigue siendo una gran incógnita, sobre todo cuando los resultados no son inmediatos.

Es en este contexto, es donde se producen la mayoría de las dificultades para la adopción: la distancia entre la teoría y la práctica y el alto costo, suelen ser los argumentos que desmotivan la decisión, por lo que es preciso asumir que se debe analizar con detención este punto para estimar su verdadera magnitud.

En la siguiente figura, se ejemplifican aquellos factores que deben considerarse para realizar las primeras estimaciones.

RESUMEN RECURSOS IMPLEMENTACIÓN BIM*			
ÍTEM	CONSIDERACIONES	COSTO \$MENSUAL	COSTO \$AÑO 1
1	Nuevo profesional BIM	\$-	\$-
2	Head Hunter búsqueda de profesional BIM	\$-	\$-
3	Adquisición de Hardware		\$666,990
4	Adquisición de Software (precio original en USD)		\$4,313,713
5	Capacidades (precio original en UF)		\$2,332,963
TOTAL REFERENCIAL IMPLEMENTACIÓN BIM			\$7,313,666

Valor UF al día \$32,402
Valor Dólar al día \$862

*Este documento se constituye como un referente para la evaluación económica de la implementación. Lo señalado y valorizado, debe validarse según las definiciones estratégicas de cantidad de personas con recursos TI y capacidades, de acuerdo al plan de implementación BIM y los posibles ajustes de este.

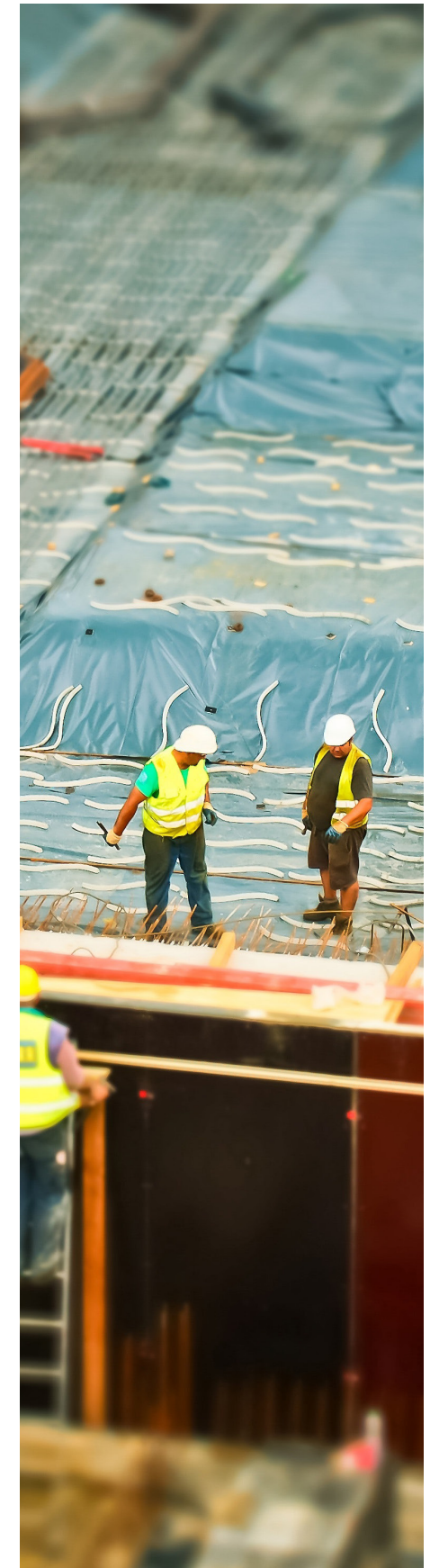
VALORACIÓN ESTIMADA DE LICENCIAS DE SOFTWARE	
SOFTWARE	AUTODESK REVIT
CORTO PLAZO	
Roles BIM	
Dirección gral. BIM	0
Dirección BIM	1
Gestión	0
Coordinación	0
Modelación	0
Revisión	
Cantidad por empresa	1
TOTAL LICENCIAS AEC 1	

Costo licencia (IVA Incluido) \$2,348,900
Total costo licencias anual \$2,348,900

*Valor de licencia es referencial: <https://comgrap.store/autodesk/revit/revit-2023-commercial-new-single-use>

FIGURA 16: Ejemplo de tabla para valoración de recursos a invertir en BIM. Elaboración propia

No existe mucha literatura que dé cuenta de casos de empresas que hayan medido la tasa de Retorno de Inversión (ROI) de la implementación de BIM, y por ello, muchas han decidido invertir y dar el salto -más que por un tema de ahorro costos- para permanecer competitivas en el mercado. Por otro lado, sí existen casos de medición para proyectos, como la herramienta "BIM Return on Investment (ROI)" que estima los beneficios y el nivel de retorno que la adopción de BIM aportará a un proyecto. La herramienta ayuda al cliente y/o desarrollador a evaluar los beneficios contra una lista predefinida y proporciona una evaluación cuantitativa y cualitativa. Disponible: Home - Building Information Modelling: ROI Calculator (scottishfuturetrust.org.uk)



PASO 7: Documentar estrategia o plan de implementación BIM, plazos y hoja de ruta

El camino hacia el cambio debe ser respaldado por toda la organización, evitando que sea una iniciativa exclusiva de un área, o únicamente a nivel de un proyecto. Dicho respaldo suele ser planificado y documentado por medio de un Plan de Implementación BIM (PIB) que define los pasos a seguir de manera progresiva y controlada en el tiempo, para la transformación de los métodos actuales de trabajo -caracterizados por una falta de gestión estandarizada de la información- hacia un método colaborativo. El PIB describe la estrategia y acciones relativas a los 4 pilares de BIM y se recomienda que sea altamente difundido al interior de la empresa.

La empresa, **Zañartu Ingenieros Consultores** desarrolló su Plan de Implementación en base a 4 etapas:

- **Etapas 1 Levantamiento de Procesos:** Esta primera etapa comienza con un levantamiento de sus procesos y metodologías de trabajo previos a la implementación de BIM.
- **Etapas 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 se realizó un informe de diagnóstico y una hoja de ruta.
- **Etapas 3 Desarrollo Proyecto Piloto:** Poniendo en marcha su PIB con cursos internos y la realización de un proyecto piloto, el cual se llevó a cabo en BIM y AutoCAD de forma paralela.
- **Etapas 4 Mejora:** Esta etapa actual 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- han puesto en marcha una instancia de mejora constante.

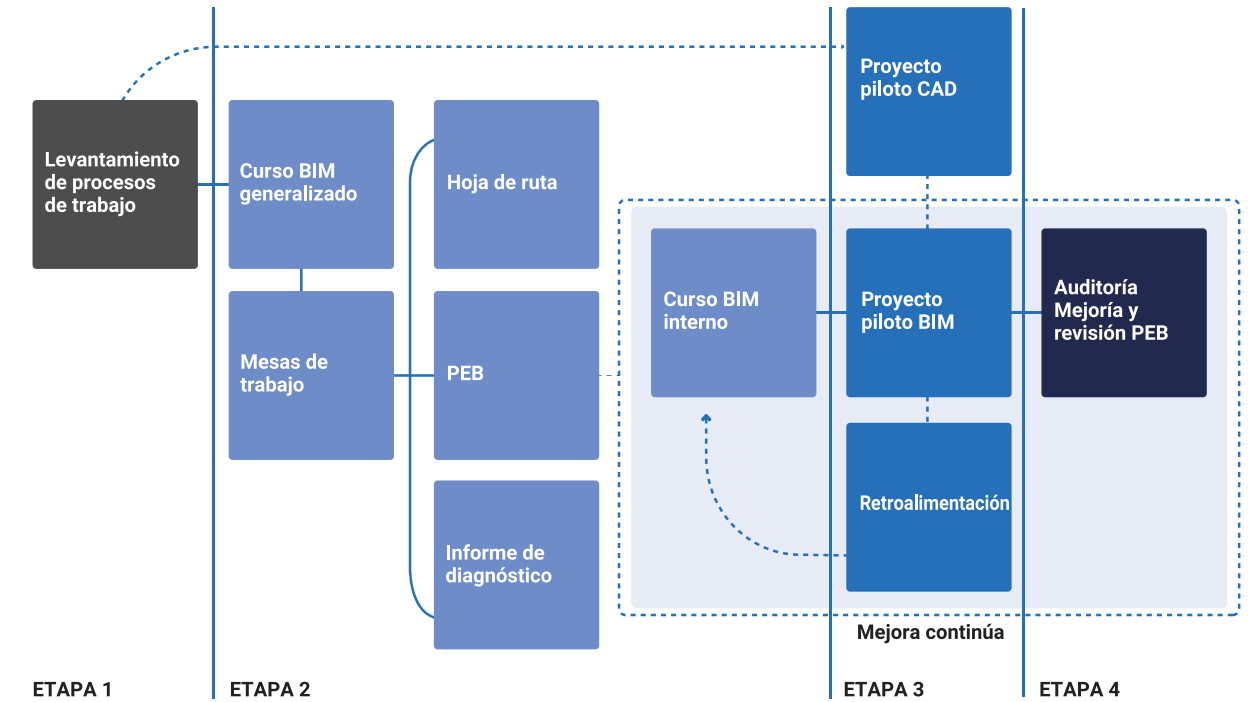
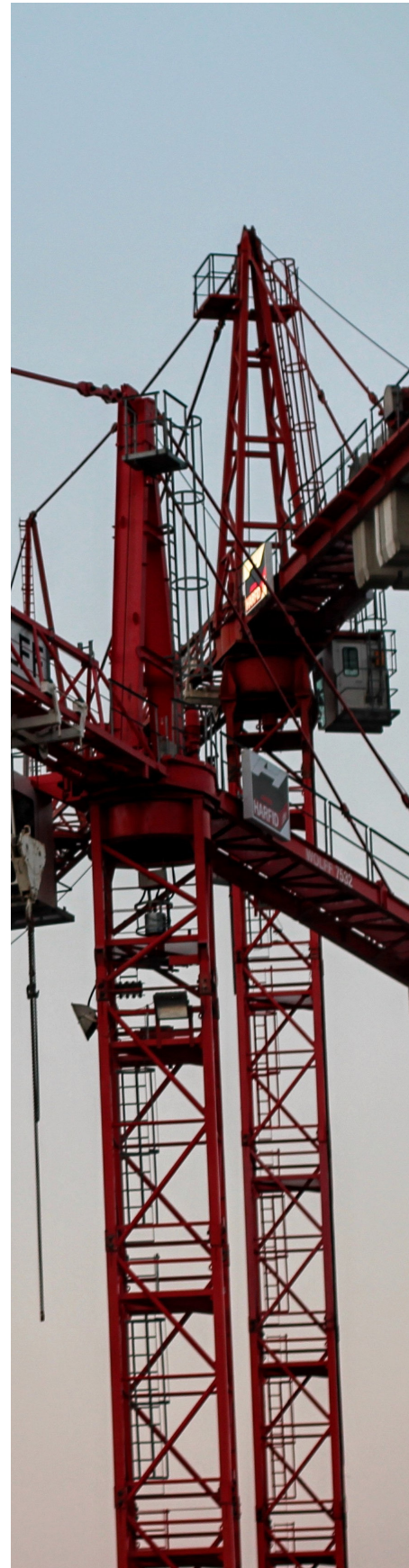


FIGURA 17: Esquema de implementación de BIM por etapas de la empresa Zañartú Ingenieros Consultores.



Pilar 2: Gestión de Personas

Suele pensarse que lo relativo al pilar de las personas tiene que ver con las capacitaciones en software BIM, siendo este un punto clave, pero no el único. Una buena adopción de BIM que pone foco en optimizar la gestión de información de los proyectos, si bien es liderada desde la alta gerencia y tomadores de decisión, es un proceso que involucra a muchos equipos de manera directa e indirecta, ya sean estos, colaboradores internos y/o externos a la empresa. Por ello, este pilar es crucial, y considera acciones en cuanto a: gestión del cambio a nivel organizacional, de difusión y comunicación de la estrategia digital de la empresa; junto a un plan de capacitación. Este último, dependerá directamente de los Roles BIM y responsabilidades que asume cada participante dentro del proyecto, y por ello existirán diferentes niveles y tipos de capacitación, unas más centradas en lo metodológico y otras en el uso de software.

Productividad



Productividad

CONTENIDO

1. Implementación BIM
 - 1.1. Objetivo
 - 1.2. Inicio de proyecto
 - 1.3. Planificación de la implementación
 - 1.3.1. Definición de objetivos y usos BIM
 - 1.3.2. Definición de alcance de los usos BIM
 - 1.3.3. Selección y subdivisión de los modelos
 - 1.3.4. Definición de los procesos de ejecución BIM
 - 1.3.5. Planificación de las actividades BIM
 - 1.3.6. Asignación de roles y responsabilidades
 - 1.3.7. Contenido de información de los modelos
 - 1.3.8. Infraestructura de soporte para la implementación de BIM
 - 1.3.9. Elaboración del plan de ejecución BIM
 - 1.4. Implementación del PEB
 - 1.3.1. Actividades de difusión y seguimiento
 - 1.5. Cierre del proyecto
2. Organización de archivos y carpetas
 - 2.1. Estructura de carpetas
 - 2.2. Nombre de los archivos
 - 2.2.1. Composición
 - 2.2.2. Campos
 - 2.2.3. Nombre de archivos de modelos
 - 2.2.4. Nombre de archivos de lámparas
 - 2.2.5. Nombre de archivos para RDI
3. Requisitos del modelo
 - 3.1. Versión del software
 - 3.2. Configuración básica del archivo REVIT
 - 3.2.1. Información del proyecto
 - 3.2.2. Nombre de usuario
 - 3.2.3. Parámetros compartidos
 - 3.2.4. Unidades
 - 3.2.5. Niveles
 - 3.3. Organización del navegador
 - 3.3.1. Organización para vistas
 - 3.3.2. Organización para láminas
 - 3.4. Convención de nombres de estas y láminas
 - 3.4.1. Composición
 - 3.4.2. Campos
 - 3.4.1. Nombre de vistas
 - 3.4.2. Nombres de láminas
 - 3.5. Configuración MEP
 - 3.5.1. Pipe Types
 - 3.5.2. Duct Types
 - 3.5.3. Nombre de vistas
 - 3.6. Sistemas
 - 3.6.1. Nombre de tipo de sistemas (System) Type
 - 3.6.2. Clasificación de sistema
 - 3.6.3. Asignación de "System Type"
 - 3.6.4. Asignación de "System Name"
 - 3.7. Requisitos de moderación
 - 3.7.1. Definición del punto de origen
 - 3.7.2. Muros
 - 3.7.3. Columnas y vigas
 - 3.7.4. Placas y losas
 - 3.7.5. Ductos y cañerías
 - 3.7.6. Equipos mecánicos
 - 3.8. Alcance de la modelación
 - 3.8.1. Contenido mínimo del modelo
 - 3.8.2. Nivel de información
 - 3.8.3. Especialidad
 - 3.8.4. Fase
 - 3.8.5. Nivel de coordinación
 - 3.9. Materiales
 - 3.9.1. Nombres
 - 3.9.2. Filtros
 - 3.10. Viñetas
 - 3.11. Tablas
 - 3.12. Archivos centrales
 - 3.12.1. Worksets
 - 3.13. Rchivos referenciados
 - 3.13.1. Modelos linkeados
 - 3.13.2. Archivos CAD linkeados
 - 3.14. Metadata
 - 3.14.1. Parámetros mínimos
 - 3.14.2. Tipo de parámetros
 - 3.14.3. Valores
 - 3.14.4. Valores vacíos
 - 3.15. Objetivos BIM
 - 3.15.1. Elementos Genéricos
 - 3.15.2. Elementos Específicos
4. Requisitos de los objetos BIM
 - 4.1. Requisitos de la información
 - 3.1.1. Clasificación de los objetos
 - 3.1.2. Parámetros IFC
 - 3.1.3. Tipo de parámetro
 - 3.1.4. Valores vacíos
 - 3.1.5. Unidad de medida
 - 3.1.6. Grupos de parámetros
 - 3.1.7. Nombre de parámetros
 - 3.1.8. Requisitos IFC
 - 3.1.8. Parámetros mínimos
 - 4.2. Requerimientos Geométricos
 - 4.2.1. Detalle Gráfico
 - 4.2.2. Dimensiones
 - 4.2.3. Zonas de registro de operación
 - 4.2.4. Conexiones
 - 4.3. Convención de nombres de familias, tipos y materiales
 - 4.3.1. Composición
 - 4.3.2. Campos
 - 4.3.3. Nombres de familias
 - 4.3.4. Nombres de tipo
 - 4.3.5. Nombres de materiales

ANEXOS

1. Implementación
 - 1.1. Mapa de proceso general para la implementación de BIM
 - 1.2. Mapa de procesos específicos
 - 1.3. Usos BIM
 - 1.4. Requisitos contractuales BIM para contratistas
 - 1.5. Arquitecturas de red propuestas
2. Codificación de archivos
3. Nomenclatura ME

FIGURA 18: Ejemplo de índice de manual de implementación BIM de la empresa Ld Constructora (2020).

PASO 8: Definir un plan de difusión para comunicar la implementación de BIM

A medida que la empresa comienza el proceso de adopción de BIM, es importante planificar cómo se comunicará y difundirá internamente y de manera clara el Plan de Implementación a todos los involucrados directos e indirectos, exponiendo los principales cambios que se producirán, los nuevos procesos, las capacitaciones que se harán y las tecnologías que serán adoptadas. Esto puede ser reforzado con un plan comunicacional externo, desarrollado en conjunto con el área comercial, que comunique hacia el sector construcción los avances de la empresa en relación a temas de la Industria 4.0, la visión y objetivos de la implementación de BIM. Los medios pueden ser a través de charlas, página web, columnas de opinión, newsletter, participación en seminarios y webinars, entre otros.

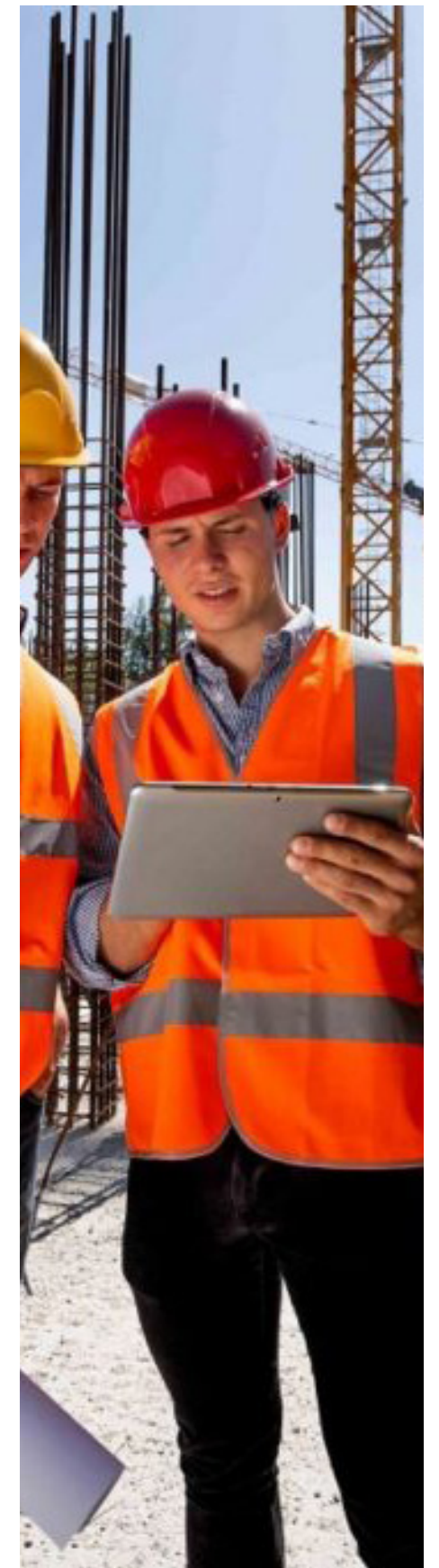


Hacia la industria se puede comunicar:

- El modelo de trabajo debe evolucionar profundamente hacia uno colaborativo y digital.
- Las competencias de los actores tienen que actualizarse.
- Una visión global del proceso constructivo y de todo el ciclo de vida de los proyectos.
- Modelos de trabajo en tiempo real, que posibiliten la coordinación e interacción de todos los actores.
- Foco en la adopción de estándares de escala mundial.

A modo interno, las acciones a realizar pueden ser:

- Organización de sesiones de nivelación y de introducción a BIM para los equipos y gerencias.
- 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 de la "Gobernanza BIM" y entre gerencia y unidades, de puesta en común de los pasos que se van dando, dificultades y éxitos alcanzados.
- Fomentar la asistencia a seminarios y charlas relevantes sobre el tema.
- Elaborar y publicar estudios o newsletter sobre la evolución de la implementación del BIM en la empresa, cumplimiento de metas, KPIs y plazos.

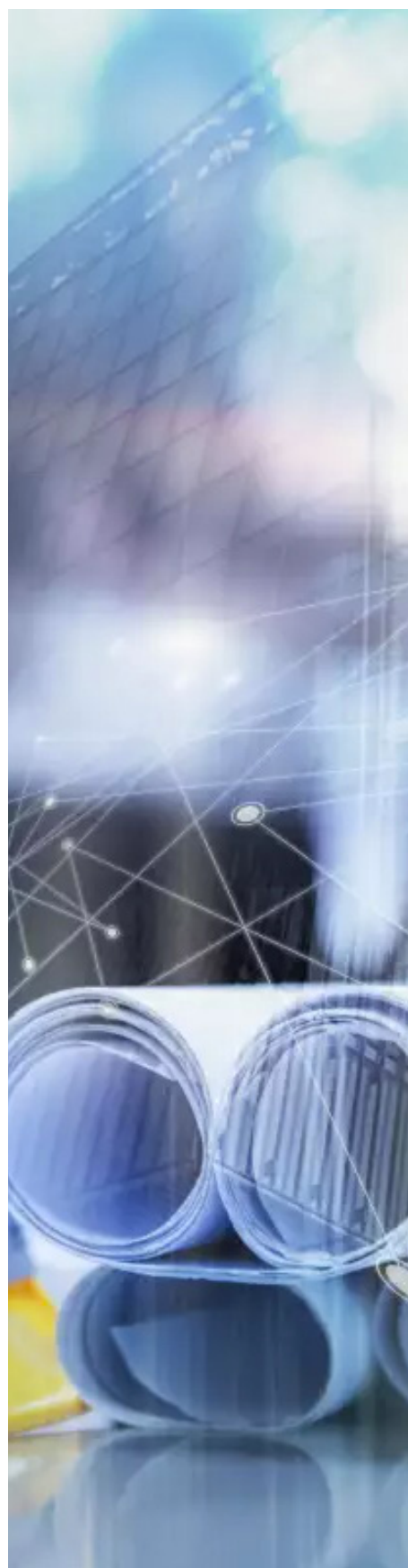


Por ejemplo, la difusión de la implementación BIM en la empresa Zañartu Ingenieros Consultores se dividió en 2 instancias, una de difusión interna, la cual consiste principalmente en la realización de un webinar anual, donde se presentan los avances de BIM a todos los integrantes de la empresa (unas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

Por otro lado, la instancia externa, que consiste en la realización de Webinars con invitados externos como clientes, dando la posibilidad de presentar los beneficios de BIM, facilitando el trabajo y reduciendo la resistencia al uso de BIM por parte de sus colaboradores. 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.



FIGURA 19: Estrategias de difusión de la empresa Zañartú Ingenieros Consultores.



PASO 9: Identificar equipos de avanzada, gestionar los proclives y/o resistentes al cambio y la búsqueda de nuevo talento

Usualmente, al momento de implementar BIM en una organización, surgen naturalmente ciertos liderazgos, que permiten prontamente identificar a los "equipos de avanzada" o promotores BIM dentro de la empresa. En paralelo, emergen diferentes resistencias al cambio de trabajo, en este caso es crucial poder establecer metodologías que permitan sobrellevar estas resistencias.

Un caso particular al momento de enfrentarse a las resistencias es la oficina de arquitectura **CC+RR Arquitectos**. Para sobrellevarlas, se realizaron capacitaciones en base a inducciones, manuales y videos que fueron desarrollados con la ayuda de una consultora externa, la cual puso el foco en los procesos de mejora continua de sus capacidades y procesos. Por medio de los primeros cursos, se logró incorporar capacidades BIM en los equipos existentes (seniors), junto con captar nuevos talentos (juniors), quienes en sinergia pudieron integrar rápida y fácilmente los nuevos flujos y métodos de trabajo en 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 surgen por proyecto y generando grupos de trabajo para enfrentarse y evitar la reincidencia en errores detectados.

Así se consigue mantener una re-troalimentación constante que permite la mejora permanente de las capacidades internas y con los especialistas externos. 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 incluir a estas empresas en etapas tempranas de diseño, para hacerlas parte del proceso, reduciendo la resistencia de BIM luego en obra.

A su vez, **LD Constructora** busca manejar las resistencias al cambio mediante la capacitación tanto de sus equipos de trabajo interno como de subcontratos, dándoles a conocer la importancia, alcances y aplicaciones de BIM en el desarrollo de sus 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 continua actualización tecnológica.

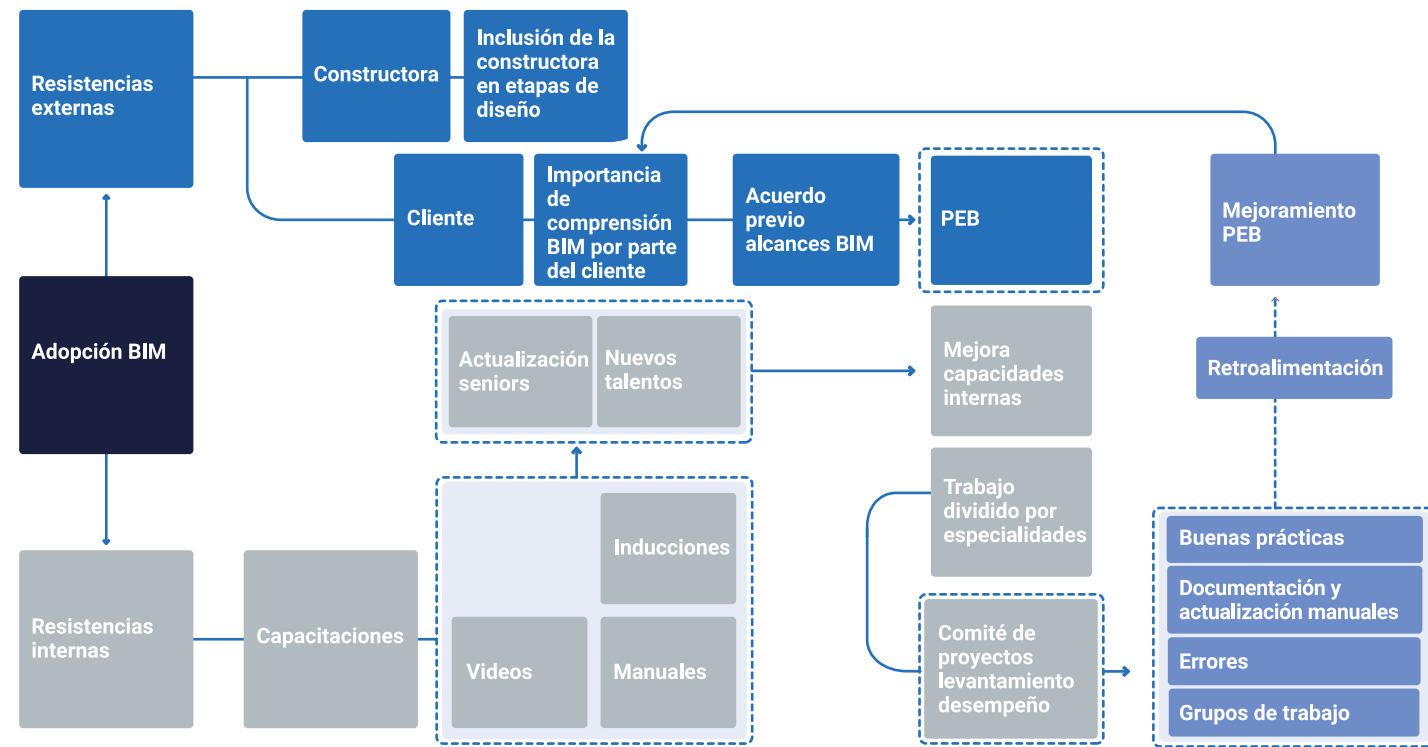
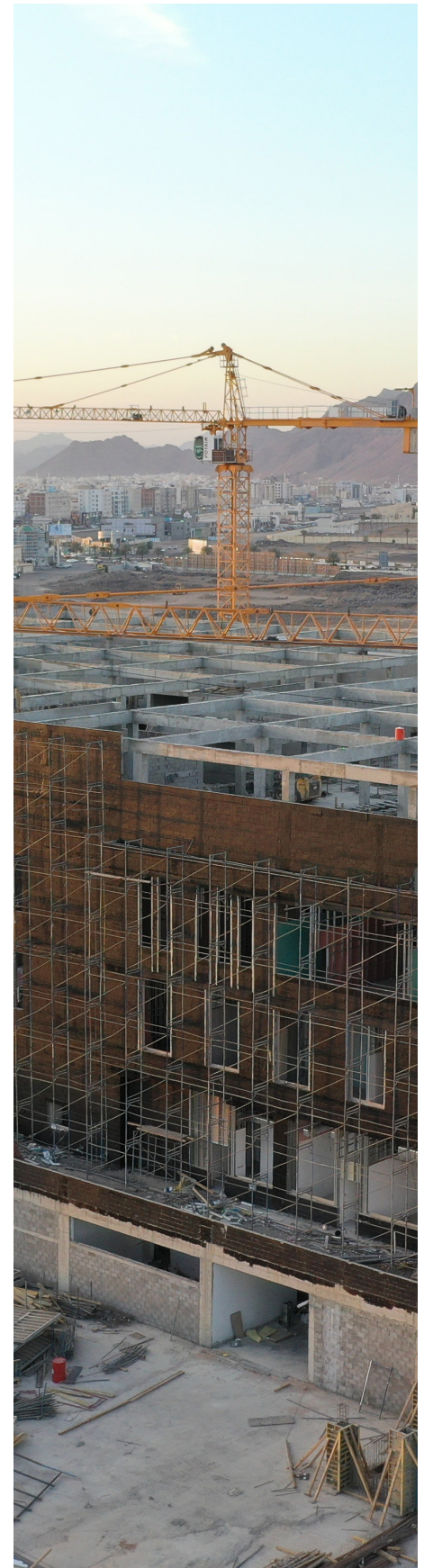


FIGURA 20: Esquema de implementación de BIM y estrategias de manejo de resistencias al cambio en la empresa CC+RR Arquitectos.

PASO 10: Definir roles BIM para alinear a los equipos según competencias y responsabilidades

De manera independiente del cargo, profesión o especialidad que una persona tenga en una organización, al momento de incorporarse en la cadena de valor de un proyecto o servicio desarrollado en BIM, asume responsabilidades BIM en torno a dicho proceso. Esas responsabilidades van de la mano con ciertas capacidades, algunas más estratégicas y metodológicas, y otras más técnicas y de software BIM. La descripción explícita de las competencias requeridas tanto a nivel de conocimientos, experiencias y habilidades han sido definidas en la Matriz de Roles BIM desarrollada por Planbim de Corfo (2017). Esta Matriz tiene por objetivo ser un instrumento que guíe a las empresas en caracterizar las capacitaciones BIM que requieren sus equipos.

Un Rol BIM caracteriza funciones y responsabilidades que se ejercen a lo largo del desarrollo de un proyecto ejecutado bajo la metodología BIM¹⁴. 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:



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

REVISIÓN EN BIM	MODELACIÓN EN BIM	COORDINACIÓN EN BIM	GESTIÓN EN BIM	DIRECCIÓN EN BIM
Visualizar y verificar la información (geometría, y datos) de los modelos desarrollados en BIM, para cada etapa del ciclo de vida del proyecto.	Desarrollar modelos BIM de proyectos y componentes según especialidad, utilizando diferentes modos de representación de la información e intercambio de ella.	Desarrollar el proceso de integración y flujo de información entre los diferentes actores de un proyecto según etapa. Validar e integrar modelos de distintas especialidades, prever conflictos y conciliar soluciones.	Liderar la planificación, desarrollo y administración de los RRHH y tecnológicos para la implementación de una metodología BIM de trabajo colaborativo en una organización, un proyecto de administración de un activo.	Liderar y fomentar la implementación de BIM en una organización, de acuerdo a las necesidades, estrategias y toma de decisiones relativas a proyectos e inversiones.
Experiencia en alguna de las siguientes responsabilidades según la etapa del ciclo de vida del proyecto: fiscalizar, desarrollar, validar, auditar, controlar y/o ejecutar.	Conocimiento y competencias sobre los objetivos técnicos y normativos de la especialidad a modelar, con integración multidisciplinaria y metodología BIM.	Conocimiento técnico y normativo genérico y sobre las especialidades a coordinar, como estas se ejecutan y estructuran en un ambiente digital BIM. Experiencia en el desarrollo de proyectos, según la etapa de ciclo de vida.	Conocimientos en BIM. Experiencia tanto en la planificación de proyectos, como en operación, estandarización y optimización de procesos tecnológicos, liderazgo de equipos.	Conocimientos sobre los beneficios y alcances de la metodología BIM. Experiencia en la gestión estratégica de proyectos de organizaciones.

FIGURA 21: Responsabilidades y experiencia previa de roles BIM, desarrollado por planbim de Corfo (2019)

¿Qué es un Rol BIM?

- Un Rol BIM 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 puede ser consultada en el Estándar BIM para proyectos públicos, intercambio de información entre solicitante y proveedores. Disponible: <https://planbim.cl/biblioteca/documentos/matriz-de-roles-bim/>
- Más ejemplos de su aplicación están disponibles en las fichas informativas de las empresas analizadas (ver capítulo 4).

PASO 11: Definir un plan de capacitación, actualización e inducción según los roles BIM

Las capacitaciones en BIM sólo suman capacidades a las competencias profesionales que la persona ya tiene. Estas formaciones no buscan suplir vacíos o brechas del área de la construcción en general, sólo vienen a sumar conocimientos y habilidades específicas de BIM. Los cinco Roles BIM suponen un modelo de capacitación escalado y progresivo, esto quiere decir que, en términos de capacitación para los diferentes roles estas 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. 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.

En el caso de la **Inmobiliaria Siena**, la implementación BIM viene impulsada por el área de arquitectura. Se comenzó por la búsqueda de especialistas que trabajaran en BIM, a la vez que se realizaron capacitaciones con entes externos: con Graphisoft para el uso de Archicad; como también en el manejo de archivos IFC; y en el uso de Solibri para las coordinaciones de los Modelos BIM. Junto a estas, se hicieron inducciones internas del uso de sus CDE (ambiente común de datos), por un lado, Sharepoint para el trabajo interno y por el otro el software Trimble Connect para la visualización en obra.

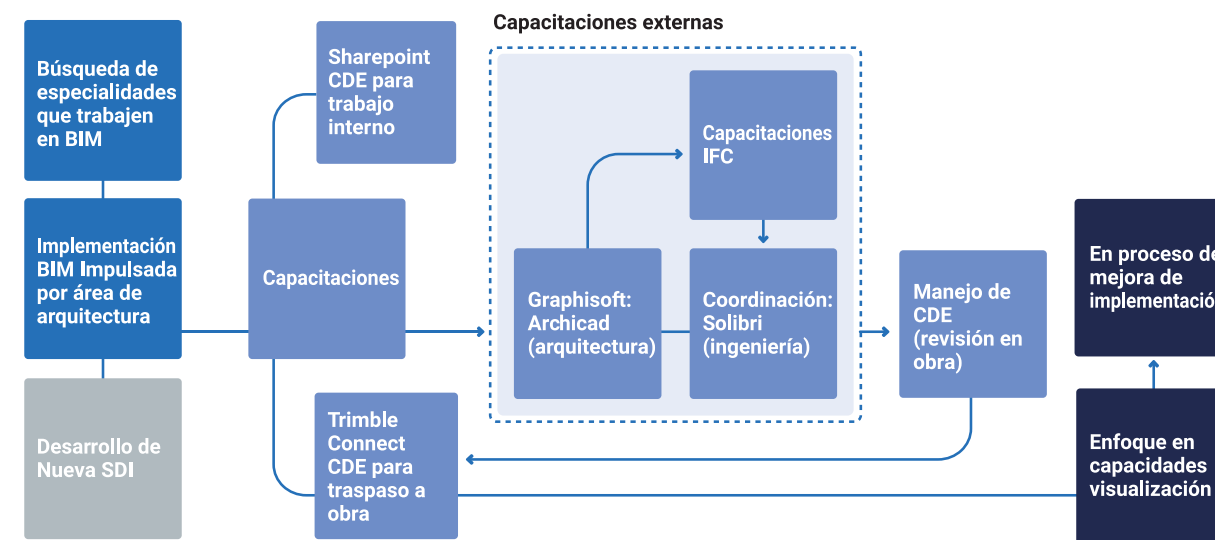


FIGURA 22: Esquema de implementación de BIM en la Inmobiliaria Siena.

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 **CC+RR 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 **MVQ Ingeniería Ltda.**, quienes mantienen un plan de mejora continua de las capacidades de su empresa a través de la generación de manuales y videos tutoriales a medida que surgen nuevas necesidades específicas en cada proyecto.

ROL BIM	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

Dropbox > 0. Biblioteca > Clases Revit Internas > Material Audiovisual >



FIGURA 23: Desarrollo material audiovisual para inducción BIM de la empresa MVQ Ingeniería Ltda.



PASO 12: Seleccionar especialistas y/o subcontratos según capacidad BIM

Muchas empresas colaboran con externos y gestionan subcontratos para el desarrollo de sus proyectos y/o servicios. En aquellos casos es necesario conocer la capacidad BIM de los proveedores y subcontratos, ya sea por medio de reuniones o encuestas. Se recomienda realizar un primer levantamiento de información que busca reconocer aquellos colaboradores externos que sí están trabajando en BIM, y que podrán colaborar en el desarrollo de los pilotos o primeros proyectos. También se sugiere poder comprender: el cómo están desarrollando los modelos BIM y la información que en ellos incorporan; si trabajan en base a algún estándar; reconocer su nivel de madurez; junto al tipo y cantidad de proyectos desarrollados en BIM.

Cuando la empresa **LD Constructora** comenzó a trabajar en BIM, se percató que muchos de sus colaboradores y subcontratistas no estaban preparados para el cambio. Por ello, su punto de partida fue poner en marcha de un "Plan de Capacitaciones". Por un lado, al equipo interno de la empresa se les formó por medio de cursos, a partir de estas capacitaciones se consiguió 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 licitaciones y gestión de la información. Por otro lado, también se realizaron capacitaciones a los subcontratos, haciendo inducciones sobre Usos BIM en proyectos, capacitando en herramientas como BIM360 y otros softwares, 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.



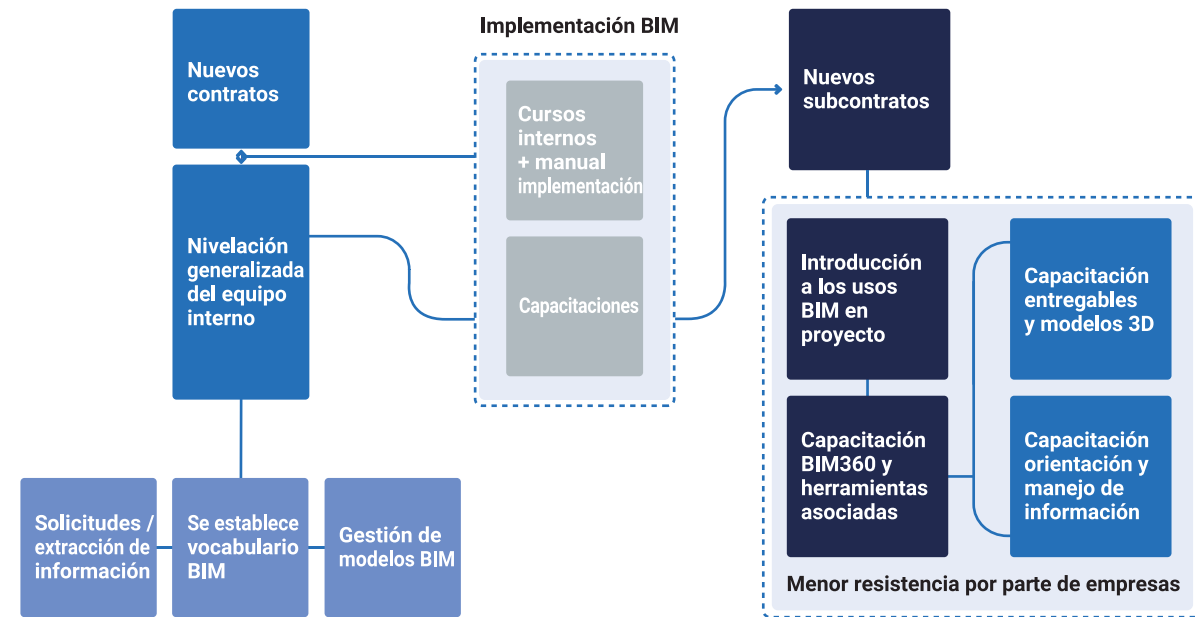


FIGURA 24: esquema de implementación de BIM y capacitaciones en la empresa Ld Constructora.

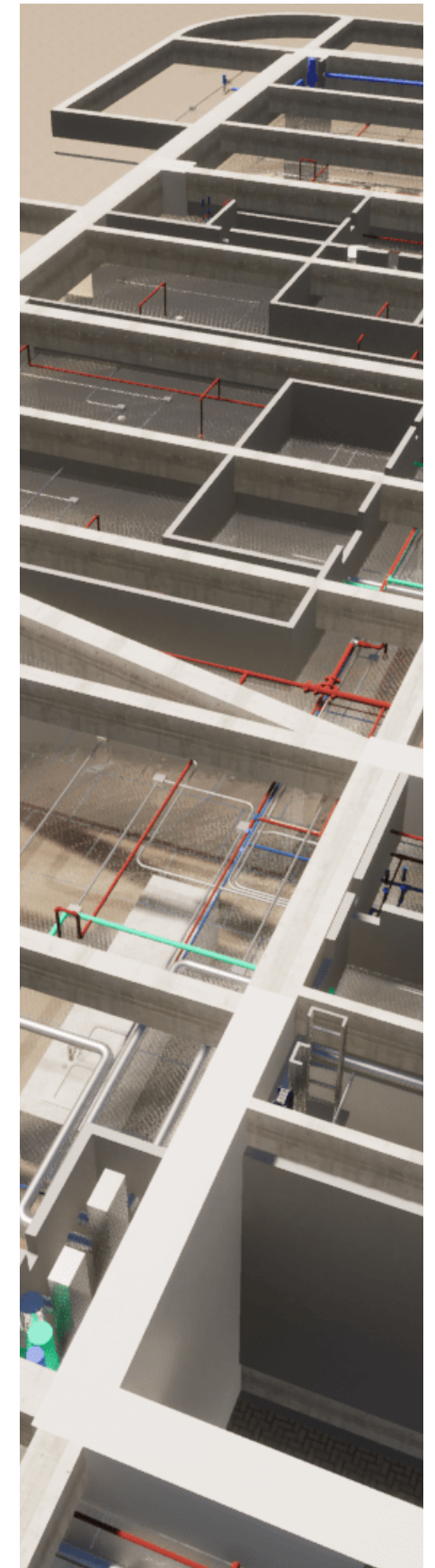
¿Qué evaluar?

- Entrega de modelos BIM con la información suficiente requerida en la SDI BIM
- Respeto de los formatos, codificación de proyecto y entregas
- Solución a interferencias en los plazos establecidos
- Cumplimiento de plazos
- Colaboración con otras especialidades
- Asistencia a reuniones de coordinación

PASO 13: Definir mecanismos de evaluación de desempeño según roles y respaldo de la experiencia BIM de la empresa

Además de evaluar a los colaboradores externos, se recomienda planificar y disponer una metodología para hacer seguimiento y trazabilidad de: (1) los proyectos en BIM que han desarrollado o participado la empresa, para armar su "Portafolio de Proyectos BIM" y (2) respaldar los cursos, acreditaciones y/o inducciones que vaya llevando a cabo cada profesional de la empresa, relevando también cómo ha sido su desempeño al asumir un determinado Rol BIM en un proyecto, para que de esta forma, parte de los conocimientos y experiencias adquiridas a lo largo del tiempo no se pierda y se pueda transmitir de manera efectiva en los siguientes proyectos.

En el Estándar BIM para Proyectos Públicos (Planbim 2019), se detalla que es conveniente conocer los recursos, capacidades y experiencia que aportará cada especialista o integrante en la cadena de valor de un proyecto, ya sea un colaborador interno o externo de la empresa. Para esto, se recomienda utilizar los formularios de "Recursos de los Equipos" -creados para cada Uso BIM- que se encuentran en las plantillas de PEB disponibles en el repositorio digital de PlanBIM³, y que pueden servir de referencia para la evaluación que se haga como empresa de los subcontratos, que permita generar un sistema de seguimiento interno. En estos formularios, se deben indicar cómo cumple el colaborador con los recursos, capacidades y experiencia previa para cada Uso BIM, referidos en las Fichas de Usos BIM, como se muestra en la siguiente figura:



B.3. Recursos de los equipos

Indique, para cada Uso BIM, los recursos que utilizará para el logro de los usos indicados anteriormente.

USO BIM 01

Levantamiento de condiciones existentes

Es el proceso de desarrollo de uno o más modelos BIM considerando las condiciones actuales de un sitio (o sus instalaciones) o un área específica dentro de una edificación o infraestructura. Este modelo se puede desarrollar de múltiples maneras, por ejemplo, a partir de escaneo láser o técnicas de topografía convencionales. Una vez que se construye el modelo, éste se puede consultar para obtener información, ya sea para una nueva construcción o un proyecto de remodelación (o ampliación).

Recursos del proveedor

Indique en la tabla el recurso disponible para el proyecto para producir los datos entregables en cada etapa del plan de trabajo. Indicar recurso por profesión y años de experiencia. Los recursos del proveedor para el proyecto deben indicarse completando la tabla a continuación. Los recursos se asignarán a los roles BIM como se define en la Matriz de Roles BIM.

Recursos	Cuenta con el Recurso	Disciplina	Especificación de Software o Hardware	Veración	Evidencia
Software de modelado de BIM	Si	3-Topografía y Georeferenciación 1-Topografía/Reconstrucción	Civil 3D/Infraworks		
Software de manipulación de nubes de puntos, de exploración láser, o fotogramétrico					
Equipo LIDAR o fotogramétrico					
Equipo de topografía convencional					
Hardware apto para procesar modelos BIM					
Infraestructura TI necesaria					

Rol BIM	Empresa	Responsable	Cargo	Profesión	Años de exp.	Evidencia
MA	HENLLEF	Hensleff	Gerente	Ing. Geomensor	20	Cent. Titular/Cat
MA	LEPLUE	Juan Pinar	Gerente	Constructor Civil	5	Cent. Titular/Cat
MA	SCPIA E.I.A	Freddy Pinar	Soño	Arquitecto	20	Cent. Titular/Cat
MA	WOLFENSC	Marta Perez	Asistente	Abogado	8	Cent. Titular/Cat

FIGURA 25: Tabla de recursos de los equipos, contenida en plantilla de PEB definitivo. PlanBIM (2019)

PASO 14: Planificar el levantamiento y difusión de lecciones aprendidas

Se sugiere llevar a cabo un plan o metodología para hacer seguimiento periódico de las lecciones aprendidas y levantadas a través de los proyectos, comunicándolas a los equipos de trabajo, con el objetivo de extrapolarlas a otros proyectos y colaboradores. La información que se recopile y los consensos convenidos, deberán difundirse al resto de los equipos por medio de una plataforma predeterminada, conocida y con accesibilidad para todos, con el fin de que dicho conocimiento adquirido no se pierda y poder facilitar la adquisición y la divulgación de nuevas prácticas.

A modo de ejemplo, se sugiere sistematizar información de proyectos relacionada con:

- Criterios generales y estándares utilizados
- Información y conocimiento sobre uso de herramientas tecnológicas y software
- Información y conocimiento sobre flujos de trabajo
- Mejores prácticas para plataformas de gestión documental
- Casos de éxito del uso del BIM y de métodos e instancias de trabajos colaborativos
- Publicación de resultados de proyectos pilotos, con indicadores y KPIs
- Repositorio de casos piloto y casos concretos post marcha blanca

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 **CC+RR Arquitectos**, quienes a través de su "Comité BIM" hacen revisiones de buenas prácticas y errores identificados en cada proyecto, que se comunican por medio de los comités al resto de los colaboradores.

En esta materia, tenemos el ejemplo de **LD Constructora**, quienes para su implementación BIM comenzaron por adaptar la metodología y Matriz de Bilal Succar a las necesidades de la empresa. Desde aquí se establecen medidores de desempeño y análisis de los avances, mejoras y lecciones aprendidas, con el enfoque puesto en la gestión integral de los proyectos. Crearon una matriz interna junto a otra de indicadores de gestión. Con estos dos instrumentos establecidos, se hizo una primera evaluación de Capacidades BIM de la empresa -la cual se repite anualmente-, donde 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 encontraron una estrategia de mejora continua por parte de la empresa, estableciendo la reevaluación de sus capacidades año a año.

Ver capítulo B3-Recursos de los Equipos, disponible en Formulario PEB: Plantillas de Plan de Ejecución BIM - PlanBIM

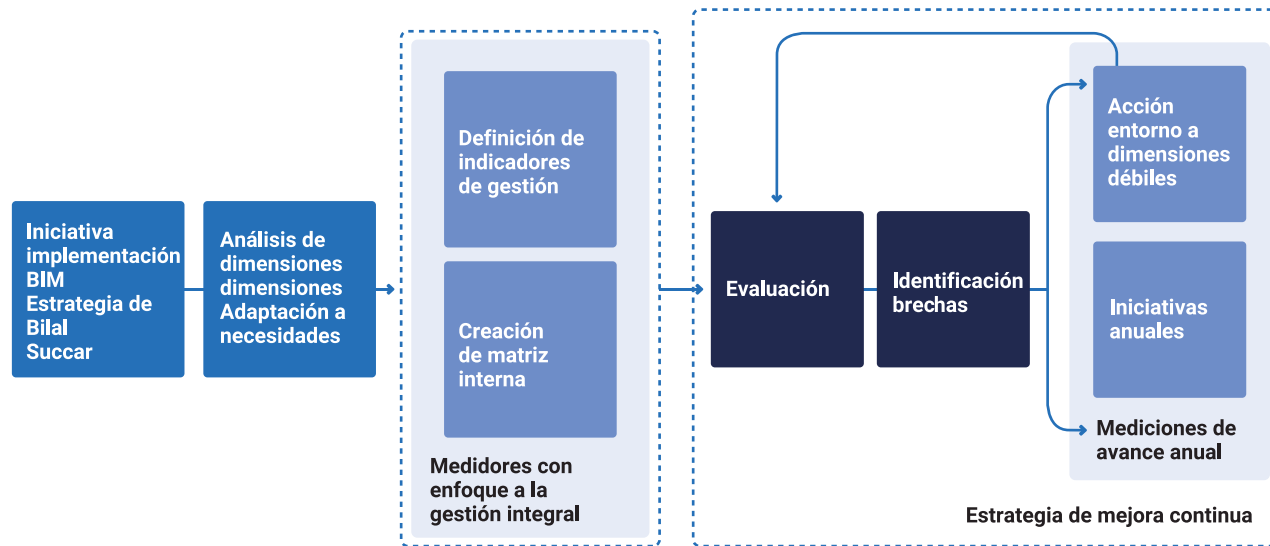


FIGURA 26: Esquema de implementación de BIM en la empresa Ld Constructora.

Pilar 3: Gestión de procesos y estandarización

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 deben planificar ajustes a los procesos actuales, haciéndose 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.

Un proceso indica un conjunto de fases sucesivas para llevar a cabo una operación, donde en 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 su 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.



PASO 15: Mapear los procesos y flujos de proyecto en que se aplican los usos BIM y métodos de colaboración

Un pilar clave de la metodología BIM recae en la correcta implementación de los nuevos procesos y la estandarización que se requiere, para que estos sean eficaces y eficientes. Para ello, se hace necesario establecer de manera temprana ciertas acciones e hitos críticos donde se aplicará la metodología BIM y se generarán entregables, con el fin de que permitan crear instancias formales de plena interacción de los equipos y actores que participan en cada una de las fases.

La empresa MVQ Ingeniería Ltda. basó su estrategia de adopción de BIM en torno a los procesos y la planificó en 4 etapas:

- **Etap 1, Levantamiento de Procesos:** Desarrollada en base a la ISO 9001 y sus procesos de mejora continua, consistió en hacer un levantamiento de sus mapas de procesos. En paralelo se realizaron capacitaciones y un trabajo de estandarización de sus sistemas de información y repositorio.
- **Etap 2 Planificación:** Se definió una Matriz de Riesgos que facilitó el acercamiento a nuevos proyectos pudiendo evaluar su factibilidad y cómo aproximarse a su desarrollo.
- **Etap 3 Aplicación BIM en Proyectos:** Se trabajaron aspectos de los Modelos BIM, incorporando estándares normativos e integrando sus modelos vía Cloud, pudiendo así colaborar con asesores externos y separando sus modelos por especialidades con la intención de reducir su tamaño para que fuesen más manipulables.
- **Etap 4 Mejora:** A futuro, la empresa tiene planes de generar automatizaciones a través del software Dynamo para agilizar, tanto sus procesos de proyecto como la obtención de datos asociados a estos.

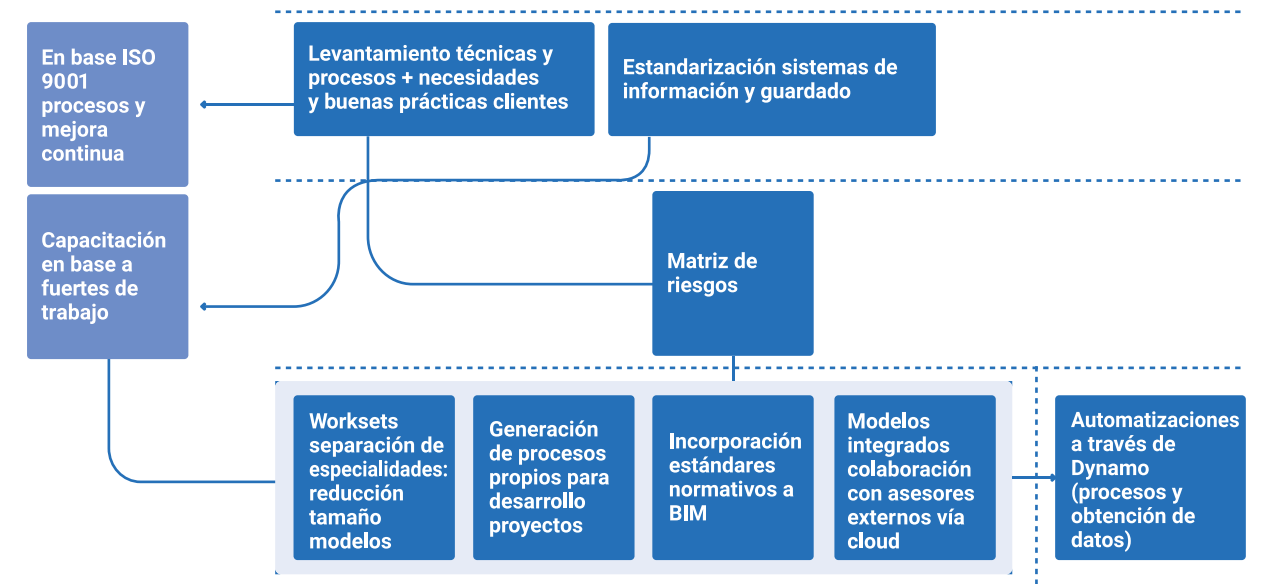


FIGURA 27: Esquema de implementación de BIM por etapas de la empresa MVQ ingeniería Ltda.

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:

- Los 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 todos.
- Reconocer 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 esta 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, los cuales 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.

PASO 16: Seleccionar los estándares BIM nacionales y/o internacionales a utilizar

Para realizar un adecuado manejo de la información geométrica y de datos de los Modelos BIM y de los proyectos, es importante contar con plan de estandarización que introduzca la práctica en los equipos, para trabajar en base a protocolos consensuados. Solo de esta manera se podrá asegurar que todos los actores que colaboran están entendiendo lo mismo y trabajando coordinadamente en torno a una base de datos consistente. Para ello, se recomienda la implementación de estándares como: nomenclatura, codificación, clasificación, nombramiento, 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 estableciendo su plan de ejecución siguiendo la ISO 19.650, desde aquí definieron los Roles según la Matriz de Roles establecida por Planbim; desarrollando sus propias plantillas de trabajo según lo establecido por la Universidad de PennState. Finalmente, su trabajo en torno a los Modelos BIM se establece en base a la definición de LOD y realizan sus traspasos de información a través de IFC, por medio de los softwares BIM de Navisworks y Tekla.

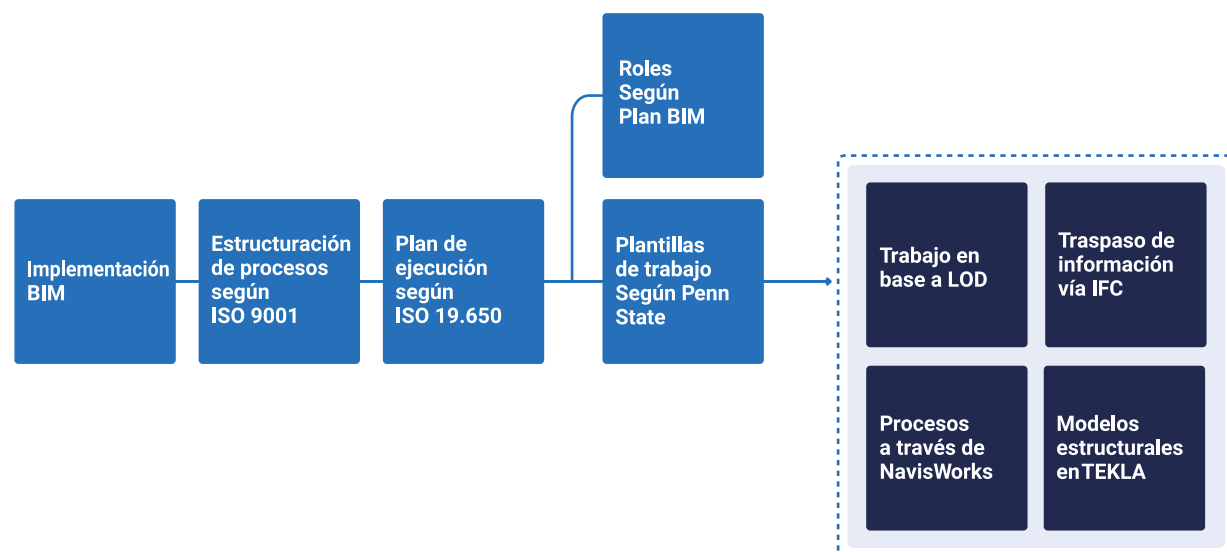


FIGURA 28: Estandarización y manual de implementación BIM en la empresa fourdplan.



- **Estándar BIM para proyectos públicos:** Estándar nacional que busca generar un requerimiento BIM desde el Estado que sea consistente y transversal. Su objetivo es facilitar la implementación BIM, tanto para las empresas privadas como para las instituciones públicas (Planbim, 2019). Este documento define: Usos BIM, Tipos de Información (TDI), Niveles de Información (NDI), Estados de Avance de Información de los Modelos (EAIM), entre otros. Lo que posibilita que hablemos un lenguaje común entre los actores involucrados en la industria de la construcción a nivel local. Es importante indicar, que está basado en estándares internacionales como la ISO 19.650, entre otros (Disponible en: <https://planbim.cl/download/estandar-bim-para-proyectos-publicos/>).
- **ISO 19.650:** Estándar internacional traducido al español y publicado como Norma Chilena en sus partes 1, 2, 3 y 5. El estándar ISO 19.650 se enfoca en el ciclo de vida de edificios e infraestructuras mediante la utilización de la metodología BIM. El foco de la parte 1 es la definición de los conceptos y principios, el de la parte 2, tiene que ver con la fase de desarrollo de los activos, la parte 3 es relativa a la fase de operación de los activos y la parte 5, habla sobre la seguridad para la gestión de la información. La parte 4, enfocada en el intercambio de información entre las partes aún no se encuentra disponible. (Disponible en: <https://ecommerce.inn.cl/search?q=19650>).
- **The New Zealand BIM Handbook:** Es un documento elaborado por el comité de Aceleración BIM de Nueva Zelanda y busca promover el uso de BIM a lo largo del ciclo de vida de los activos, crear un lenguaje común para la industria, aclarar el proceso para diseñadores y constructores, mejorar la coordinación, promover el valor de BIM, entre otros. El documento cuenta, además, con una serie de anexos entre los que se incluyen plantillas para el desarrollo de documentación estandarizada (Disponible en: www.biminnz.co.nz/nzbim-handbook).

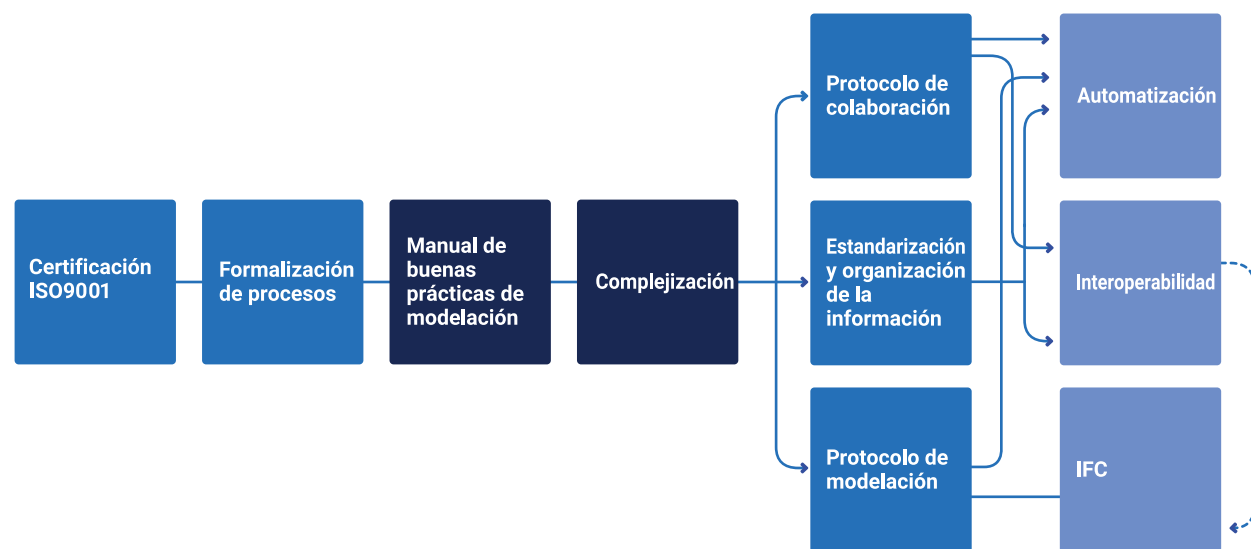
PASO 17: Desarrollar los protocolos BIM, plantillas y documentos base a utilizar

Muchas de las guías y estándares nacionales e internacionales, entregan documentos tipos que brindan una estructura base sobre la cual comenzar la implementación, así el proceso se ve menos propenso a errores, asegurando la integración con otros colaboradores y el correcto flujo de información. Gran parte de estos documentos y formatos, son tomados por las empresas y luego personalizados para generar su propio repositorio de manuales o fichas tipo, los cuales sirven de apoyo en el proceso de estandarización de la empresa.

En este contexto, la oficina **Badia + Soffia Arquitectos**, comenzó su proceso de implementación certificándose bajo la ISO 9001, formalizando así sus procesos por medio de 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.

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

- Etapa 0, Levantamiento de Procesos
- Etapa 1, Estandarización y Desarrollo de proyectos
- Etapa 2, Gestión de la Información
- Etapa 3, Modelo As-Built
- Etapa 4, Automatización



Es recomendable en una primera etapa considerar al menos los siguientes protocolos: (1) Estándares de entregas mínimas según fases y usos del BIM, (2) Controles de calidad mínimos de los modelos y de los entregables según dos fases y usos del BIM, (3) Documentación mínima requerida por el inicio de cada fase del proyecto, (4) Bibliotecas de objetos BIM estandarizados, (5) Acordar nomenclatura y nombramiento de archivos (6) Acordar código y colores de cada especialidad.

FIGURA 29: Esquema de implementación de protocolos BIM en Badia + Soffia Arquitectos

PASO 18: Definir para los proyectos un plan de trabajo BIM, ya sea por medio de una SDI BIM o un PEB

Al momento de desarrollar un proyecto en BIM, es crucial establecer ciertas definiciones entre quienes solicitan el proyecto en BIM -mandantes o clientes-, y quienes desarrollan los proyectos y Modelos BIM -proveedores, contratistas o especialistas-, con el objetivo de precisar cómo y con qué alcances se utilizará BIM para el desarrollo del proyecto y cuáles serán los requerimientos a considerar para la colaboración y la gestión de la información. Este flujo de información entre un mandante y un proveedor se ha definido en el "Estándar BIM para Proyectos Públicos" en base a dos documentos claves: una SDI BIM y un PEB.

La oficina **CC+RR Arquitectos** 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 de su PEB, por ello, en aquellos casos que el cliente no tenga definida una SDI BIM, ellos en conjunto con los mandantes desarrollan y acuerdan los alcances de BIM del proyecto y luego lo plasman en un PEB que forma parte de la propuesta.

CONTENIDO

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción 2. Plan general de ejecución BIM 3. Información del proyecto 4. Contacto profesionales clave 5. Objetivo proyecto / Usos BIM <ol style="list-style-type: none"> 5.1. Información de referencia 5.2. Comentarios adicionales del proyectista 5.3. Sumarios de requerimientos 5.4. Objetivos usos BIM 5.5. Matriz de responsabilidades BIM 6. Organigrama de roles / Equipo de trabajo 7. Procesos de diseño BIM <ol style="list-style-type: none"> 7.1. Usos de los modelos 7.2. Flujo desde anteproyecto a diseño final 7.3. Gestión del modelo 7.4. Inicialización de modelos y plantilla 7.5. Configuración de modelos y plantilla <ol style="list-style-type: none"> 7.5.1. Norte real y coordenadas compartidas 7.5.2. Norte de modelo 7.5.3. Sistema de referencia local 7.5.4. Rejillas 7.5.5. Niveles 7.5.6. Navegador de proyectos 7.5.7. Workset / Subproyectos 7.5.8. Nomenclatura de subproyectos 7.5.9. Nomenclatura de familias 7.5.10. Sistemas MEP 7.5.11. Unidades 7.5.12. Fases 7.5.13. Filtros de fase 7.5.14. Simbología 7.5.15. Mosaico 7.5.16. Viñeta 7.5.17. Parámetros compartidos | <ol style="list-style-type: none"> 7.5.18. Dynamo 7.6. Producción de planos y documentación 2D 7.7. Modelos de documentación 7.8. Niveles de desarrollo LOD 7.9. Fasaeado (4D) 7.10. Cubicaciones y mediciones (5D) 8. Sistema de intercambio de archivos BIM <ol style="list-style-type: none"> 8.1. CDE (Repositorio común de datos) 8.2. Codificación de elementos <ol style="list-style-type: none"> 8.2.1. Cajas de referencia y mosaico de datos 8.2.2. Planos y otros entregables 8.2.3. Parámetros en viñetas (Bloques de título) 8.2.4. Elementos BIM 8.2.5. Codificación de sistemas 8.2.6. Filtros de sistemas 8.3. Exportación IFC 9. Requerimientos de datos BIM 10. Sistema de control de calidad <ol style="list-style-type: none"> 10.1. Revisión de modelos 11. Infraestructura de trabajo (Tecnología) <ol style="list-style-type: none"> 11.1. Software BIM 12. Estructura de modelos <ol style="list-style-type: none"> 12.1. Listado de modelos 13. Entregables del proyecto <ol style="list-style-type: none"> 13.1. Entregables 14. Metodologías de los entregables <ol style="list-style-type: none"> 14.1. Creación de caches de Navisworks (modelos NWC) 14.2. Estrategia de coordinación y gestión de incidencias 14.3. Detección de interfaces 15. Buenas prácticas de modelado <ol style="list-style-type: none"> 15.1. Reglas generales 15.2. Familias 15.3. Habitaciones 15.4. Configuración de los modelos <ol style="list-style-type: none"> 15.4.1. Trabajo colaborativo |
|---|--|

FIGURA 30: Índice del plan de ejecución BIM (PEB) de la empresa CC+RR Arquitectos.

La Solicitud de Información BIM o SDI BIM, es un documento que define por qué y para qué se utilizará BIM en un proyecto, lo desarrolla el mandate o quien solicitará BIM a un especialista externo. Este requerimiento puede ser denominado de diversas formas según la organización, por ejemplo, términos de referencia BIM, bases administrativas, entre otras, y debe indicar claramente y de manera diferenciada los objetivos de la utilización de BIM en el proyecto, los entregables que se solicitarán y los Usos BIM. Debe establecer claramente los entregables BIM, indicando, para cada uno, sus formatos y soportes de entrega. Estos entregables deben incluir como mínimo:

- Plan de Ejecución BIM: PEB de Oferta y/o Definitivo
- Modelos BIM: Se debe definir específicamente cuales modelos se solicitan
- Documentos relacionados a los modelos
- Usos BIM
- Estados o hitos de entrega
- Tipos de Información (TDI) de los Modelos BIM
- Niveles de Información (NDI) de las entidades de los Modelos BIM

El Plan de Ejecución BIM o PEB, es un documento que debe generar cada proveedor y que, a partir de los aspectos solicitados en la SDI BIM, se debe enfocar en:

- Definir el proceso de ejecución del modelado y gestión de información del proyecto
- Especificar los procedimientos de intercambio de información, con sus responsables respectivos
- Establecer la infraestructura tecnológica y las competencias que tiene el proveedor

En el caso de un proyecto que se inicia con una licitación deben existir dos PEB, un PEB de Oferta y un PEB Definitivo que realizará el Proveedor que se adjudique la licitación. El PEB de Oferta debe incorporar, entre otra información, los siguientes puntos:

- Información básica del proyecto
- Objetivos de la utilización de BIM en el proyecto
- Usos BIM en conjunto con la infraestructura tecnológica y competencias del equipo para desarrollarlos
- Empresas participantes del proyecto con sus entregables generales y sus formatos en concordancia con el programa del proyecto
- Estrategia general de colaboración

PASO 19: Definir los alcances técnicos, geométricos y de información de los modelos BIM, y los métodos de modelación

AParte clave de la estructuración de los nuevos procesos BIM, se formalizan a través de la redacción y generación de entregables BIM, que se suman a la documentación actual y tradicional de un proyecto, hasta que efectivamente parte de la documentación en papel sea completamente reemplazada por la digital. La creación de Modelos BIM supone un esfuerzo importante en el orden y estructuración de la información, por esta razón es que se han desarrollado las siguientes definiciones:

- **Modelos BIM:** Es una representación digital tridimensional (3D) basada en entidades, rica en datos, creada por un actor del proyecto utilizando una herramienta de software BIM. Existen diferentes tipos de modelos BIM, que pueden ser generados por distintos actores durante el proyecto. En el estándar Nacional BIM, se han definido 9 Tipos de modelos BIM que se pueden generar, tanto para proyectos de edificación como infraestructura y se detallan en la siguiente tabla:

Modelo BIM	Sitio	Volumétrico	Arquitectura o Diseño de Infraestructura	Estructura	MEP	Coordinación	Construcción	As-Built	Operación
Edificación									
Infraestructura									

FIGURA 31: Tipos de modelos BIM definidos en el estándar BIM para proyectos públicos. PlanBIM (2019).

Productividad



Productividad

- **Entidades BIM:** Una entidad de modelo es un elemento virtual que representa un objeto físico o abstracto de construcción, que puede ser o no paramétrico, tanto en 2D como 3D¹⁵. Las entidades deben ser guardadas de manera estructurada en carpetas según especialidades y tipos.
- **Bibliotecas BIM:** La creación de una biblioteca estructurada y estandarizada que sea el repositorio de las entidades modeladas según la información requerida por la empresa, hace que el proceso de trabajo sea más eficiente, pues evita el trabajo repetitivo de generar entidades nuevas por cada proyecto que se desarrolla.

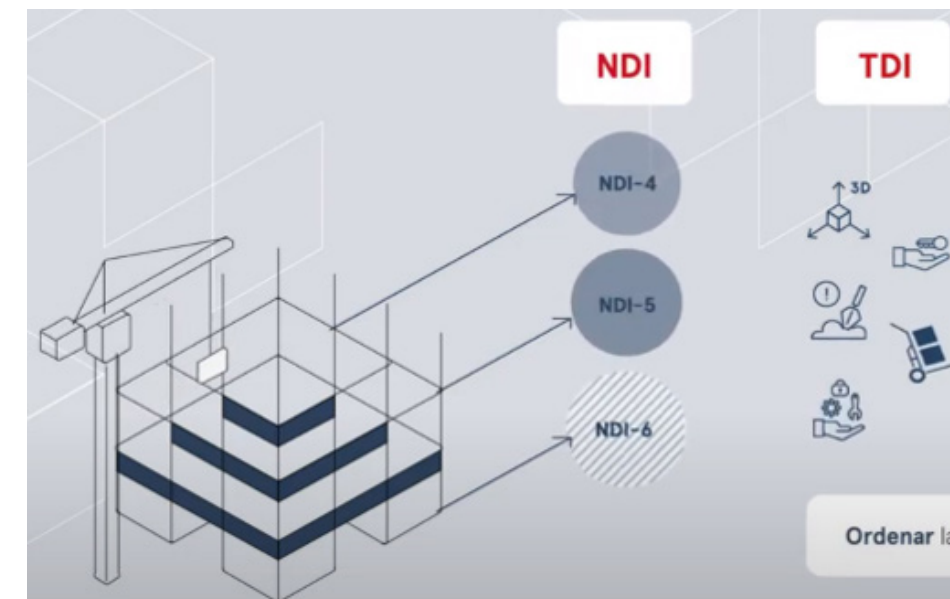


FIGURA 32: TDI y NDI de los de los modelos BIM. PlanBIM, 2021, 0m14s.

- **NDI:** Los Niveles de Información son los grados de profundidad que puede tener, tanto la información geométrica como no geométrica contenida en las entidades o familias que componen los modelos BIM, según la etapa de proyecto en que se requiera. A nivel internacional se utiliza comúnmente el término LOD, que tiene distintas acepciones y definiciones en los diferentes países¹⁶. En el estándar nacional, se diferencian seis niveles por los cuales puede pasar la información de las distintas entidades de los modelos.
- **TDI:** Los Tipos de Información definidos en el Estándar nacional son quince (15) grupos de datos que pueden estar contenidos en las entidades de los modelos, según los distintos Usos BIM señalados anteriormente. Estos datos están organizados según la utilización que se le puede dar a la información durante el ciclo de vida del proyecto.

15. Bilal Succar. BIM Dictionary. <https://bimdictionary.com/es/model-component/1/>

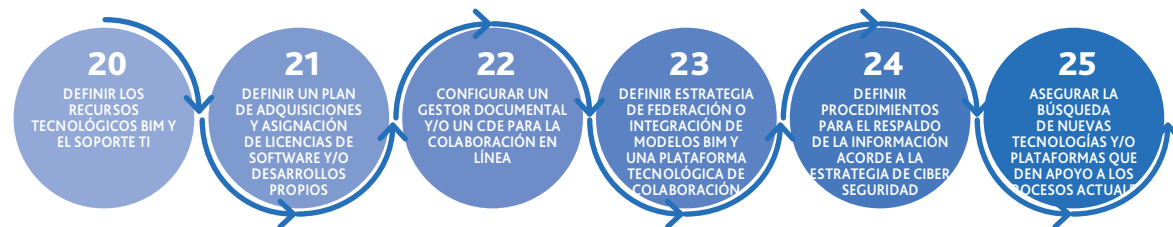
16. Por ejemplo, en Reino Unido se utiliza para referirse a Level of Detail (Nivel de Detalle) o Level of Definition (Nivel de Definición), mientras que, en Estados Unidos, se utiliza la definición de LOD de la AIA, como Nivel de Desarrollo. En el presente estándar se utilizará el término Nivel de Información (NDI) basado en el estándar desarrollado por The American Institute of Architects, (AIA) y por BIMForum USA.

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 soporte 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 recibir los nuevos softwares BIM que habrá que utilizar.
- Dotarse del software adecuado para el desarrollo de los Usos BIM priorizados, diferenciando que no todos los Roles necesitan los mismos softwares.
- Disponer de Entornos Comunes de Datos (CDE) donde compartir Modelos, documentos y gestionar las comunicaciones. Estos sistemas deberán ser accesibles, en línea, teniendo 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.

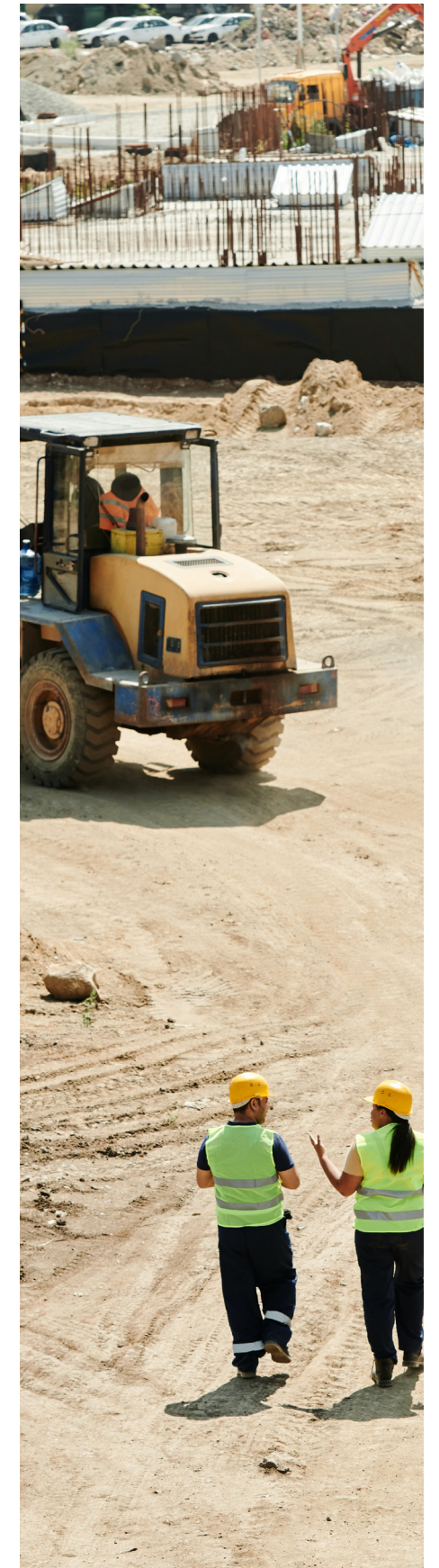
En obra, es aconsejable también dotarse de ciertas instalaciones que permitan conducir o alojar reuniones multidisciplinarias en torno a modelos digitales. Estos espacios, conocidos como "BIM Rooms", tienen requerimientos específicos que, a pesar de no ser especialmente exigentes, no son habituales en las empresas.



PASO 20: Definir los recursos tecnológicos BIM y el soporte TI

Para la implementación de la adopción de BIM es crucial comprender qué se hará en BIM y priorizar los recursos necesarios para dotar a los colaboradores, con los siguientes recursos:

- **Software BIM:** Existen una gama variada de herramientas tecnológicas para desarrollar Modelos BIM, ya sea para, proyectos eléctricos o sanitarios, análisis energético, entre muchas otras. Junto con ello, cada vez hay más desarrollos de aplicaciones y programaciones que se suman a las soluciones tecnológicas que puedan ser útiles para llevar a cabo los Usos BIM priorizados. Cabe decir que, el BIM necesita de un ecosistema de software, de diferentes características según la función que desarrollan y no todos los Roles necesitan el mismo software.
- **Hardware:** O computadores, tablets, pantallas táctiles y servidores que serán necesarios para dar suficiente soporte a los softwares priorizados.
- **Redes:** Que faciliten la conectividad a través de internet; el trabajo colaborativo en la nube; y el respaldo seguro de la información en todo momento y lugar. Este sistema de Gestor Documental y/o CDE, incluirá herramientas que faciliten la comunicación entre agentes internos y externos de la empresa en un entorno colaborativo.
- **Soporte TI:** En paralelo a la priorización de estos recursos, es importante prever que se podrá contar con soporte técnico y especializado, sobre todo en un inicio en todo lo relacionado con los softwares. Este soporte puede ser interno o externo a la organización.



Dividiendo por especialidades, un desglose de software de diseño puede ser:

- Topografía: Civil3D, Istram, MDT, etc.
- Movimientos de tierras: Civil3D, Istram, MDT, etc.
- Geotecnia y tratamientos del terreno: GINT (Bentley), modulo geotecnia Civil3D, etc.
- Estructuras y super-estructuras: Revit, Tekla structures, Allplan, etc.
- Arquitectura: Revit, Allplan, ArchiCad, etc.
- Instalaciones: Revit-MEP, Civil3D, CYPE, etc.
- Pavimentos: Revit, Civil3D, OpenRoads Designer, PowerCivil, etc.
- Drenaje: Civil3D, Istram, PowerCivil, etc.
- Servicios afectados: Civil3D, PowerCivil, Revit, etc.
- Trazado: Civil, Istram, OpenRoad Designer, etc.

A continuación, se adjunta un listado con algunos de los programas de visualización y revisión de modelos más conocidos. Su función fundamental es la visualización 3D de los modelos BIM, así como la visualización de la información no gráfica. En la mayoría de los casos conllevan la posibilidad de generar informes de revisión mediante bcf's, y generación de detección de interferencias. En algunos casos permiten la exportación de datos en formato xls para el tratamiento de la información:

- Naviswork.
- BIMCollab.
- BIM Vision.
- • 80 •
- Simple BIM.
- Solibri.
- UsBIM.
- Trimble Connect.

Un software BIM es aquel que permite:

- La generación de modelos tridimensionales de información de las soluciones proyectadas.
- La exportación de información geo-posicionada (o en un sistema de coordenadas a convenir).
- La extracción de documentación, como planos y mediciones, asociados a los elementos modelados.
- La exportación de información a ".ifc", formato openBIM de referencia, visualizable con herramientas ajenas al software en cuestión (tanto gratuitas como de pago).
- La exportación sin pérdida de los sets de propiedades requeridos por el cliente.

PASO 21: Definir un plan de adquisiciones y asignación de licencias de software

A nivel internacional y nacional, se ha reconocido que una de las mayores barreras a la masificación de BIM es sido el alto costo de las licencias. Un factor que puede incidir en la decisión de qué software utilizar tiene directa relación con la administración eficiente de ellas. Por ello, se recomienda ejecutar un plan y asignar un responsable de administrar las licencias y el uso de los recursos tecnológicos, lo cual puede ser una asignación dinámica de acuerdo a requerimientos de proyectos y roles, y no necesariamente licencias estáticas por puesto de trabajo.

Al comienzo de la implementación BIM en la empresa **Sabbagh Arquitectos**, se optó por utilizar el software Revit de Autodesk. Posteriormente, como parte de la búsqueda de eficiencia en los softwares, tanto en su uso como en la relación inversión/productividad, se evaluó un cambio de plataforma. En este caso, el software Archicad creado para la especialidad de arquitectura, ofrecía para la oficina una mayor flexibilidad en sus mecánicas de modelado haciéndolo más compatible con su metodología de trabajo. En paralelo a ello, un alza acelerada en el costo de las licencias contribuyó a la toma de decisión de este cambio.

En **Sabbagh Arquitectos**, se combinan continuamente métodos analógicos y digitales para el diseño y desarrollo de proyectos. La exploración formal se inicia combinando dibujos, croquis, maquetas y modelos digitales que se traducen en una propuesta arquitectónica, y luego a partir de ésta, se desarrolla un modelo BIM. El modelo incorpora todo el detallamiento del proyecto, calce de programa y cumplimiento normativo y desde este, se extrae toda la documentación entregable del proyecto. Esta técnica mixta (manual / digital) acompaña a todo el proceso de diseño y desarrollo del proyecto siendo eficiente en el análisis e iteración de alternativas.

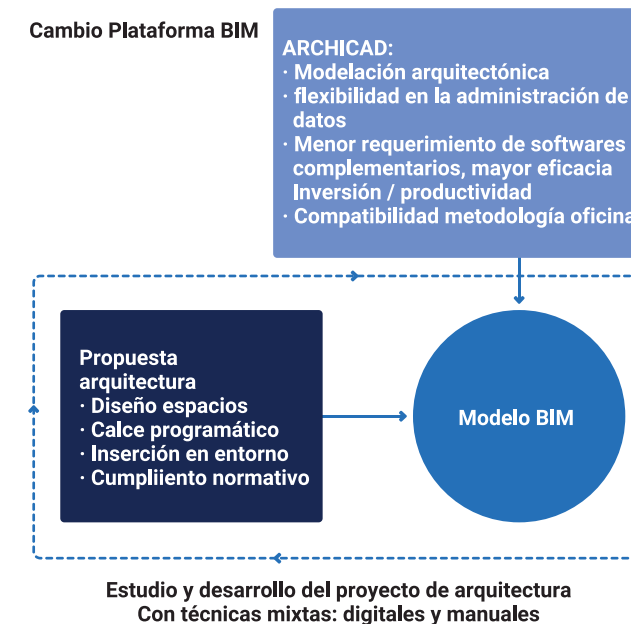


FIGURA 33: Esquema del proceso de desarrollo de proyectos y adopción de software de la empresa Sabbagh Arquitectos.

Un mapa de software define los programas que se emplearán en las distintas tareas dentro del desarrollo de los modelos y de la información en general: modelado de las distintas disciplinas, realización de los Usos BIM asignados a las distintas fases del ciclo de vida del activo, verificación de dichos Usos para aseguramiento del cumplimiento de los objetivos, etc. Todas estas actividades se han de realizar utilizando softwares específicos y seguramente de casas comerciales distintas. Por ello, se recomienda la definición de un esquema que relacione los Usos, disciplinas, Roles, tareas, etc. con los softwares a emplear. Es importante dejar definido el mapa de software al comienzo de los trabajos de modelado para evitar en lo posible una mala interoperabilidad entre software de distintas casas comerciales.

PASO 22: Configurar un Gestor Documental y/o un CDE para la colaboración en línea

Para el correcto desarrollo de proyectos es necesario 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. Existen distintas maneras de unir la información de los Modelos generados por los diversos actores del proyecto. Por esto, de acuerdo al Estándar BIM para proyectos públicos se debe seleccionar un método de consolidación, que debe ser conocido por todo los involucrados. El modelo de coordinación debe ser realizado a través de la consolidación de, al menos dos otros modelos, ya sea de arquitectura o diseño de infraestructura con estructura y/o MEP. Esta consolidación debe realizarse por medio de modelos federados o integrados.

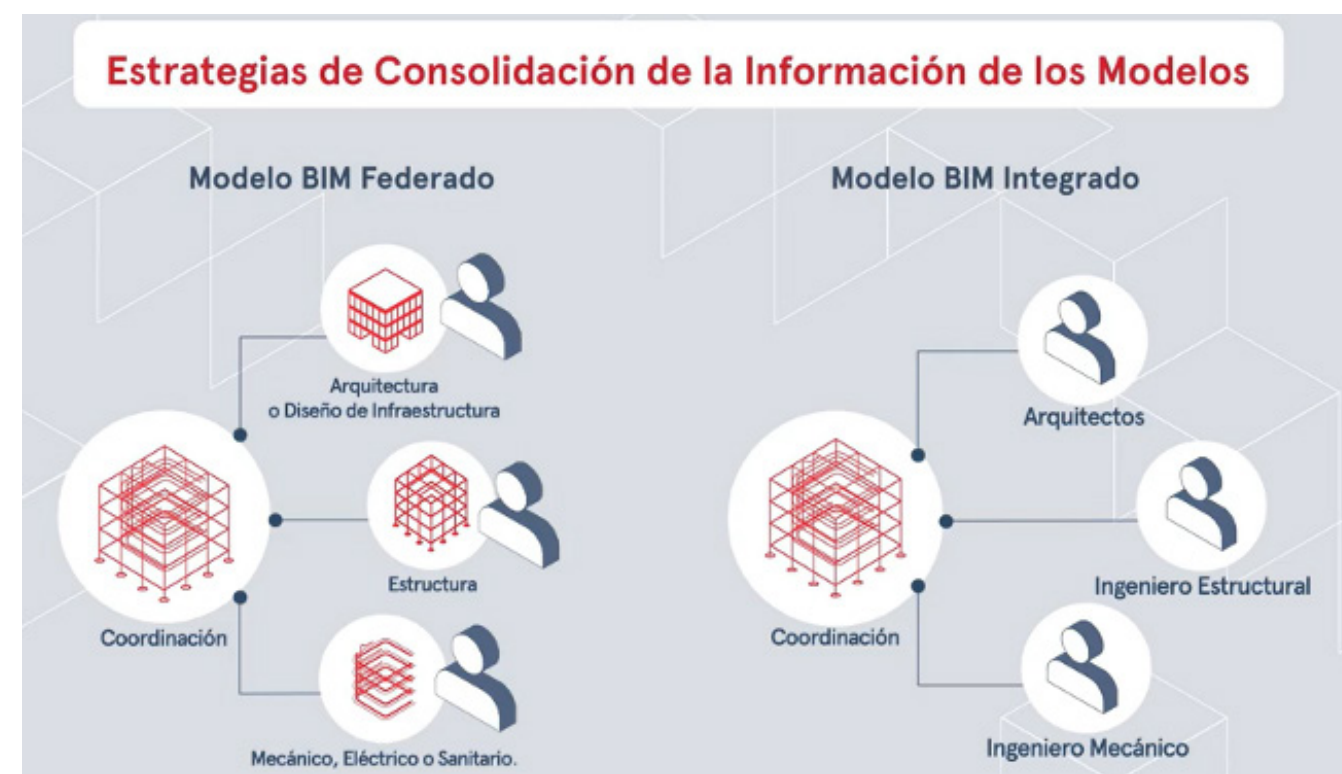


FIGURA 34: Esquema colaboración con modelos, PlanBIM, 2021, 2m15s.

- **Modelo BIM federado:** Modelo creado a partir de información contenida en archivos separados. Esta información puede provenir de distintos actores, el uso de links a otros modelos lo determina como Modelo Federado.
- **Modelo BIM integrado:** Modelo compuesto por la información de las distintas disciplinas del proyecto, contenida en una única base de datos. Para llevar a cabo la colaboración por medio de modelos BIM Federados, se recomienda utilizar una plataforma común o ambiente que se conoce como Entorno de Datos Compartidos (CDE). Este debe permitir que los actores del proyecto accedan a la información para realizar sus diferentes funciones. Puede ser implementado de diferentes maneras, hay entornos gratuitos y otros pagados con cupos asignados por roles en cada proyecto.

Junto a Docs se utiliza la plataforma Collaborate Pro para la coordinación y colaboración con externos. A través de esta han conseguido agilizar sus capacidades de revisión entre especialidades, el mandante y la obra. Además, les ha resultado ventajosa en lo que concierne a la comprensión del proyecto, agilizando la producción en obra y disminuyendo la cantidad y el tiempo de resolución de RDIs.

La oficina **Badia + Soffia Arquitectos** establece como CDE la plataforma BIM360, utilizando la aplicación Docs para el trabajo interno de la oficina, generando instancias particularmente fluidas de revisión y corrección del proyecto, a la vez que esta les permite una fácil revisión del modelo. Junto a esto, Docs mantiene un respaldo del historial de cambios, por lo que se vuelve una herramienta particularmente útil a la hora de recuperar información en diferentes etapas del proyecto.

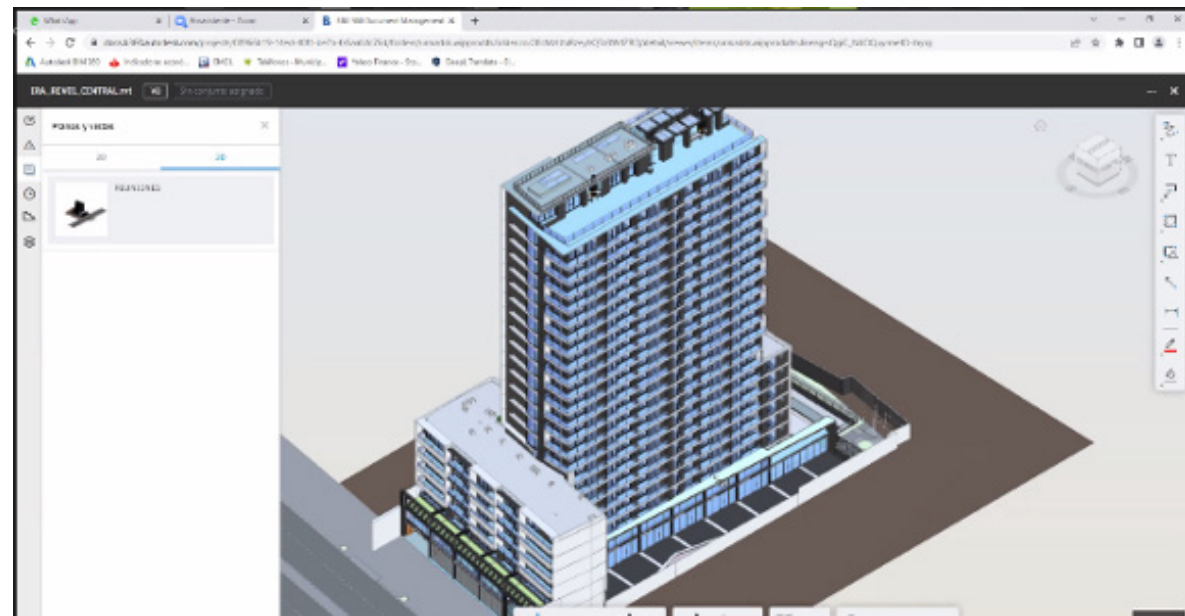


FIGURA 35: Captura de pantalla de proyecto desarrollado por Badia+Soffia y visualizado en BIM360

Dentro de la ISO 19650 – 1:2019, normativa de referencia para la implantación de la metodología BIM, se define entorno común de datos (CDE) como “la fuente de información acordada para cualquier proyecto o activo, para recopilar, gestionar y difundir cada contenedor de información a través de un proceso gestionado”.

PASO 23: Definir estrategia de federación o integración de modelos BIM y una plataforma tecnológica de colaboración

El CDE permite tener una fuente única de información para recopilar, gestionar y difundir documentos y modelos entre los actores del proyecto, a través de un proceso estandarizado. A continuación, se definen los requerimientos mínimos a cumplir en un CDE desde un punto de vista conceptual.

- Debe ser un entorno común donde alojar y compartir información digital del contrato de forma estructurada.
- Debe posibilitar la gestión de archivos en formatos abiertos, garantizando la interoperabilidad entre los diferentes actores que participan en los contratos.
- Debe estar organizado respecto a un convenio de carpetas, codificación de archivos y protocolos de intercambio de información prefijado, normalmente en el PEB del contrato o en el plan de calidad de la organización.
- Debe permitir el acceso selectivo de participantes a la información, generando protocolos de accesibilidad por niveles de responsabilidad.
- Debe estar gestionado por uno o varios responsables (BIM manager, BIM coordinador, o DATA manager, en función del tamaño del contrato), que velará por su correcto funcionamiento, la seguridad y calidad de la información almacenada.

En lo que este tema respecta, la Inmobiliaria Siena establecieron para su funcionamiento 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.



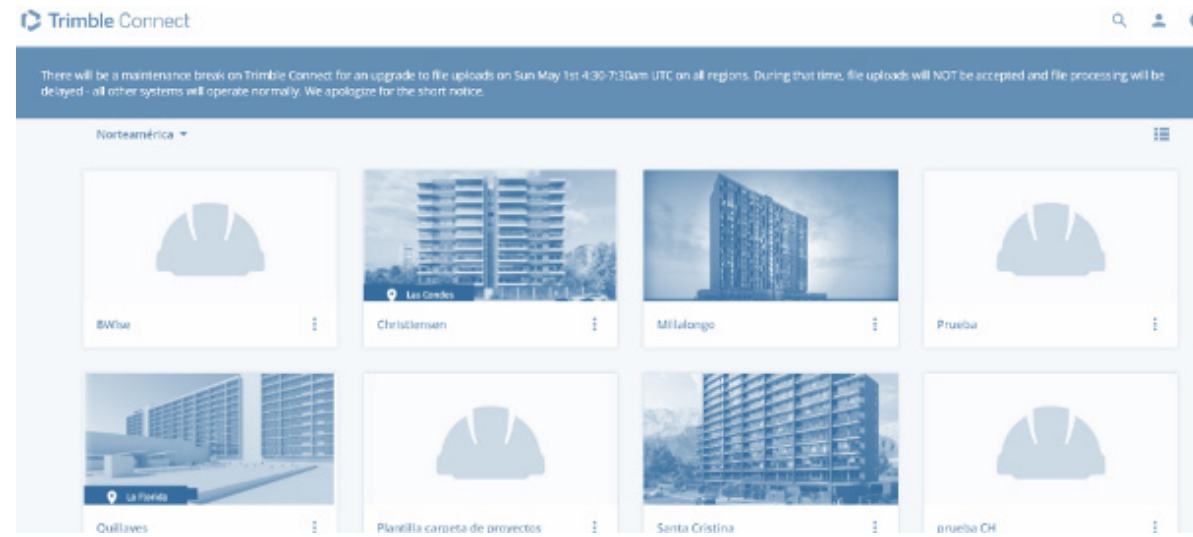


FIGURA 36: Captura de pantalla de la página de inicio de trimble connect utilizada como CDE de traspaso a obra por las Inmobiliaria Siena.

Existe un protocolo de utilización del CDE que alinea a los colaboradores y cuenta con el siguiente índice:

- Introducción (Explicación de la importancia del por qué se requiere un uso estructurado del CDE)
- Estructura y consideraciones (Qué información va en cada estado)
- Trabajo en progreso
- Compartido
- Publicado
- Archivado
- Creación del CDE de un proyecto:
 - En Autodesk Construction Cloud (Ex BIM 360)
 - Otros CDE (Aconex, Project Wise, etc.)
- Permisos:
 - De la creación y edición del CDE de un proyecto
 - De usuarios
- Ubicación de las plantillas dentro del repositorio de información estandarizada.

PASO 24: Definir procedimientos para el respaldo de la información acorde a la estrategia de ciber seguridad

Un CDE generalmente contiene un sistema de gestión documental que facilita la transferencia de información entre los actores de un proyecto. La información de un proyecto puede estar localizada en múltiples ubicaciones y el CDE permite que el flujo de trabajo esté distribuido en diferentes sistemas informáticos o plataformas tecnológicas. Esto quiere decir, que el CDE puede estar conformado por una plataforma o por la suma de distintos sistemas que permitan colaborar, gestionar, registrar y dar trazabilidad a la información transferida entre los actores.

Además, debe considerar la seguridad y la calidad de la información. Con el fin de poder asegurar un traspaso de información entendible y acordado por todas las partes. Se recomienda la aplicación del esquema de estados para un CDE estructurado según la Norma ISO 19.650, la que nos señala lo siguiente:

- **Plataforma de colaboración:** Esta plataforma debe permitir trabajar con información unificada y centralizada, siguiendo la estrategia de consolidación seleccionada (modelos federados o integrados), administrando y respaldando los modelos BIM de manera segura.
- **Plataforma de gestión documental:** Esta plataforma debe permitir el control de los procesos de intercambio de documentación y modelos BIM, gestionando los cambios y haciendo el seguimiento de los costos y tiempos del proyecto.

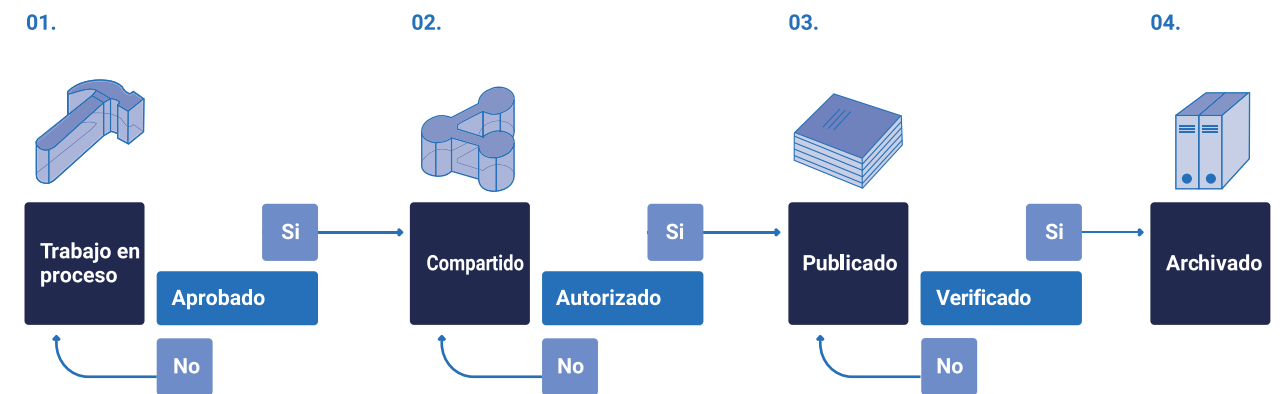


FIGURA 37: Esquema de repositorios de información según ISO 19.65017. Guía BIM de la Dirección General de Movilidad e Infraestructuras Viarias de Extremadura

- **Trabajo en Curso o Work In Progress (WIP):** El estado Trabajo en Curso se usa para la información que está desarrollando un equipo. Por lo tanto, contiene documentos de trabajo, por disciplina, no validados ni verificados en el conjunto del proyecto, tales como esquemas, conceptos en desarrollo y modelos parciales, es decir, se utiliza para contener información no aprobada y en desarrollo¹⁰.
- **Compartido:** La finalidad del estado Compartido es permitir el desarrollo colaborativo del modelo de información. Así, en esta área del CDE los equipos comparten información entre sí y contiene por lo tanto datos aprobados por el coordinador BIM de cada disciplina y aptos para ser usados por otros equipos para coordinarla con su información, de manera de realizar este trabajo colaborativo. La información Compartida debe ser visible y accesible por todos, pero no editable. Si se requiere la edición de un contenedor de información se debe devolver al estado Trabajo en Curso para que su autor pueda editarlo y enviarlo de nuevo.
- **Publicado:** El estado Publicado se utiliza para información que ha sido autorizada para su uso. Así, esta área la alimenta el Cliente con información verificada y autorizada por el Coordinador de proyectos BIM de su organización o la Gerencia técnica.
- **Archivado:** Se utiliza para material en desuso o reemplazado, a modo de respaldo de la información y para mantener la trazabilidad e historia de la información generada. Además, se aloja en esta carpeta el modelo As built.



PASO 25: Asegurar la búsqueda de nuevas tecnologías 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 destacado en este ámbito, es la empresa **Delporte Ingenieros**, quienes ya estaban familiarizados con estos desde antes de la adopción de BIM y para quienes ha sido de gran importancia su aplicación. A partir de estos desarrollos, han creado herramientas de apoyo aplicables desde el control documental hasta el desarrollo mismo de los proyectos.

Desde antes de implementar BIM la empresa ya utilizaba automatizaciones para la ejecución de sus proyectos en AutoCAD, por lo que desde los inicios en BIM 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 el seguimiento del desarrollo paso a paso de cada especialidad e incluso una plataforma propia para la gestión de RDIs.

A su vez, han llevado a cabo desarrollos que les permite modelar de manera automatizada partes estructurales apegados a la normativa, para las enfierraduras y cubicaciones de los elementos de hormigón. Esto se ha elaborado utilizando las API nativas de las aplicaciones de Autodesk (c# y Dynamo). Del mismo modo, estos desarrollos han permitido correcciones a la visualización de proyecto para la generación de entregables.



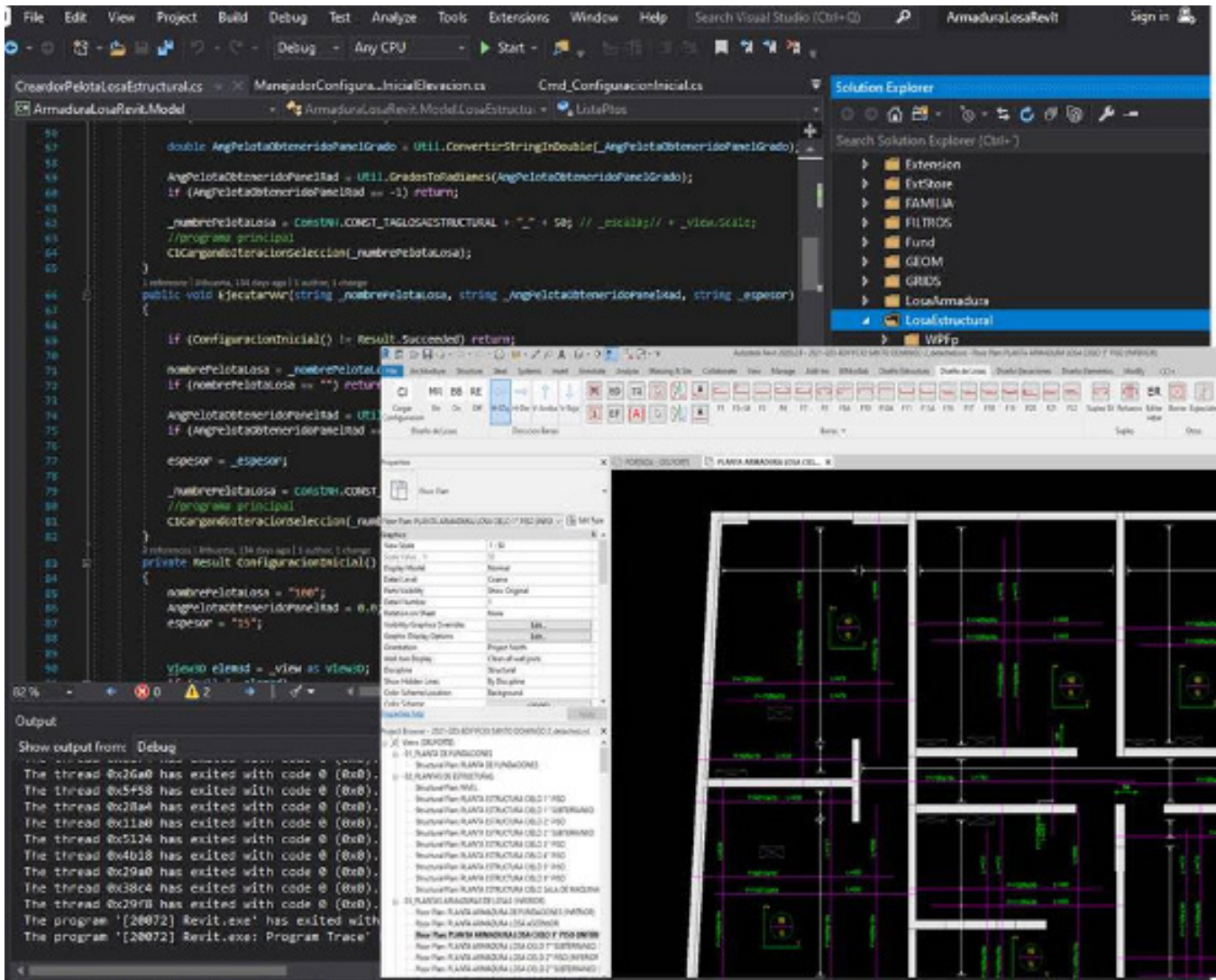


FIGURA 38: Captura de pantalla de automatizaciones desarrolladas por la empresa Delporte Ingenieros.

Casos de éxito



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 implementación, 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 a 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 Fernanda Urzúa
ARQUITECTURA	Badia y Soffia Arquitectos	Felipe Soffia Juan Pablo Badia
	Carvajal Casariego Riesco CC+RR Arquitectos	Juan Casariego Córdoba José Riesco Francisco Manríquez
	Sabbagh Arquitectos	Felipe Sabbagh
INGENIERÍA ESTRUCTURAL	Delporte Ingenieros	Cristian Delporte Cristian Cornejo Lorca
	VPA Ingeniería	Enzo Valladares Florencia Coppellotti
START UP	Fourdplan	Daniel Molina
CONSTRUCTORA	LD Constructora	Matías Valcarce Alejandro Escandar
ITO	Zañartu Ingenieros Consultores	Sergio Clavería Gutiérrez Alejandro González Miriam Madrid
ESPECIALIDADES	MVQ Ingeniería Ltda	Jorge Iván Quezada Levil
	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

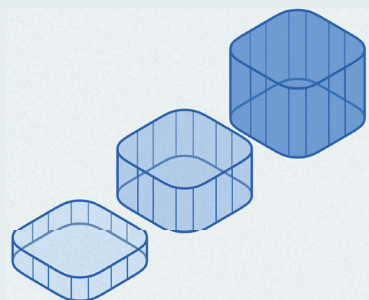
Juan Pablo Badia

Felipe Soffia

badia-soffia.cl

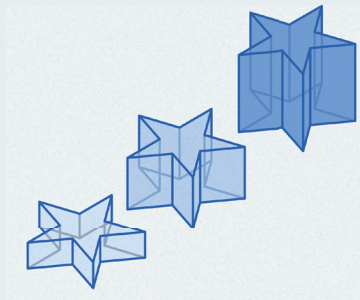


Objetivos BIM planteados



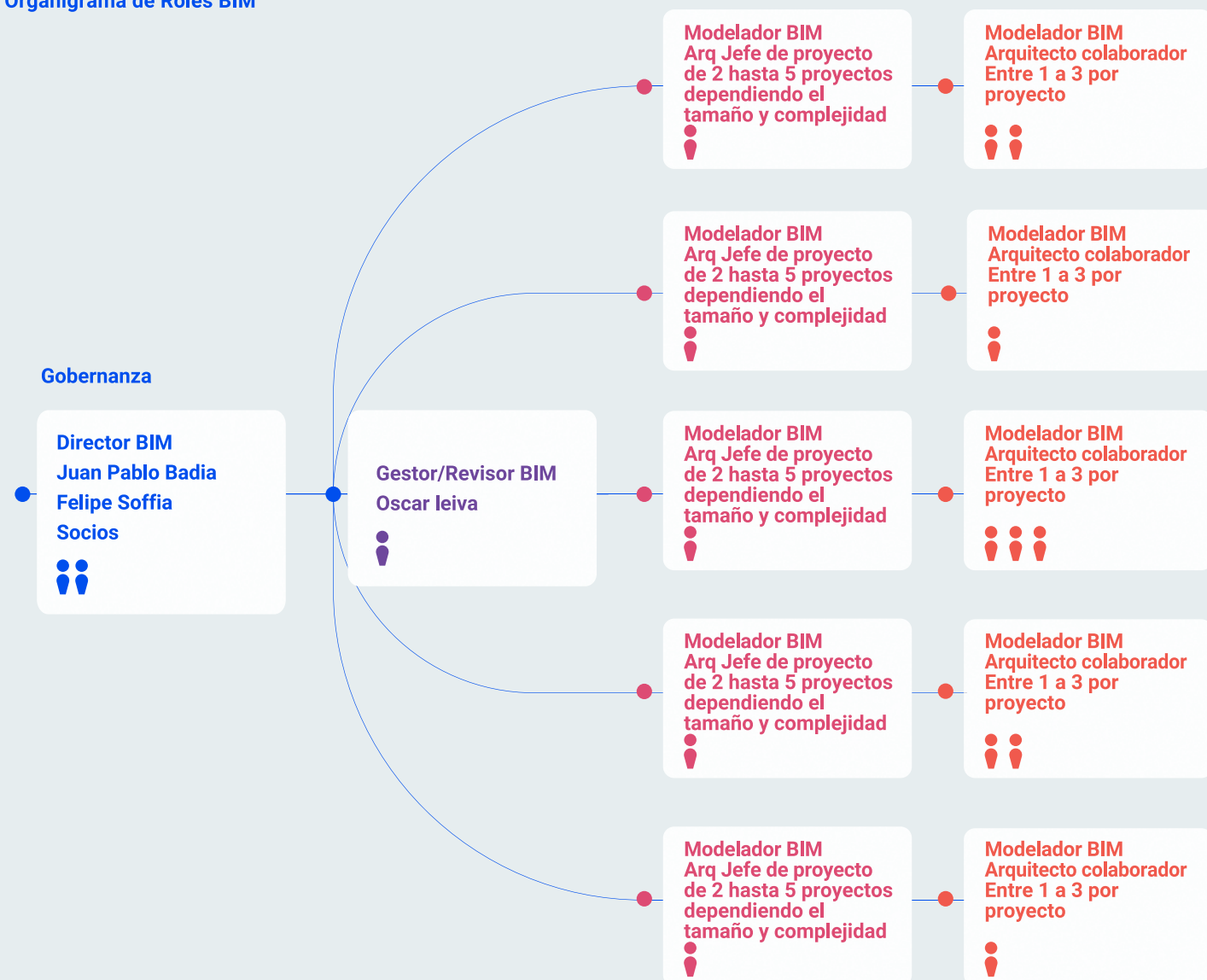
- Mejorar la eficiencia y eficacia
- Mejorar la visualización de proyectos
- Minimizar los errores y lagunas de información
- Elevar la calidad de los productos entregados
- Eliminar las incertezas de los proyectos
- Mejorar la calidad de la información, sin indefiniciones, proyectos completos

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



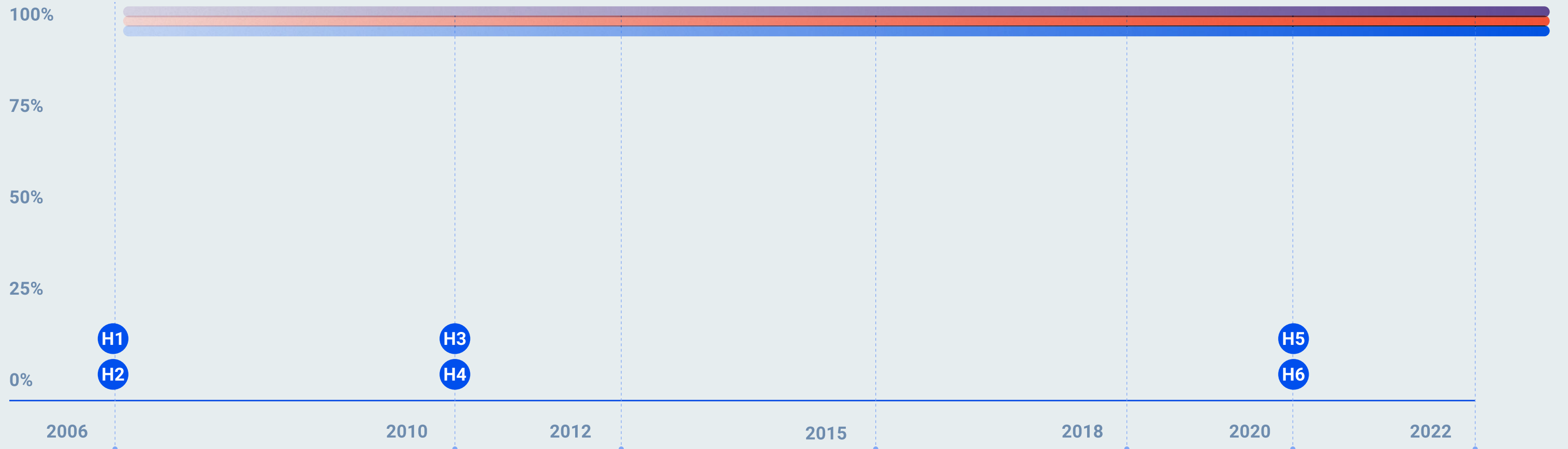
% de personas capacitadas en la teoría o práctica del BIM, del total de prsonas involucradas en el desarrollo de proyectos.



% 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
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

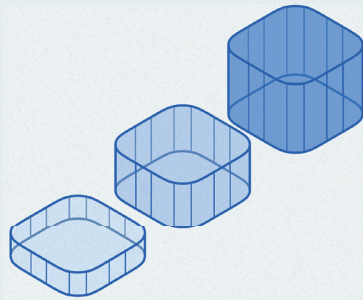
Juan Casariego

José Riesco

ccrrarquitectos.com

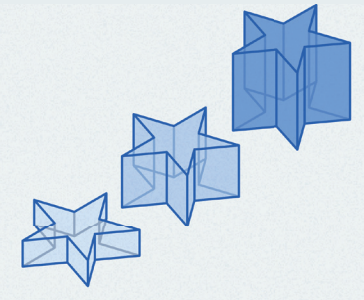


Objetivos BIM planteados



- 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

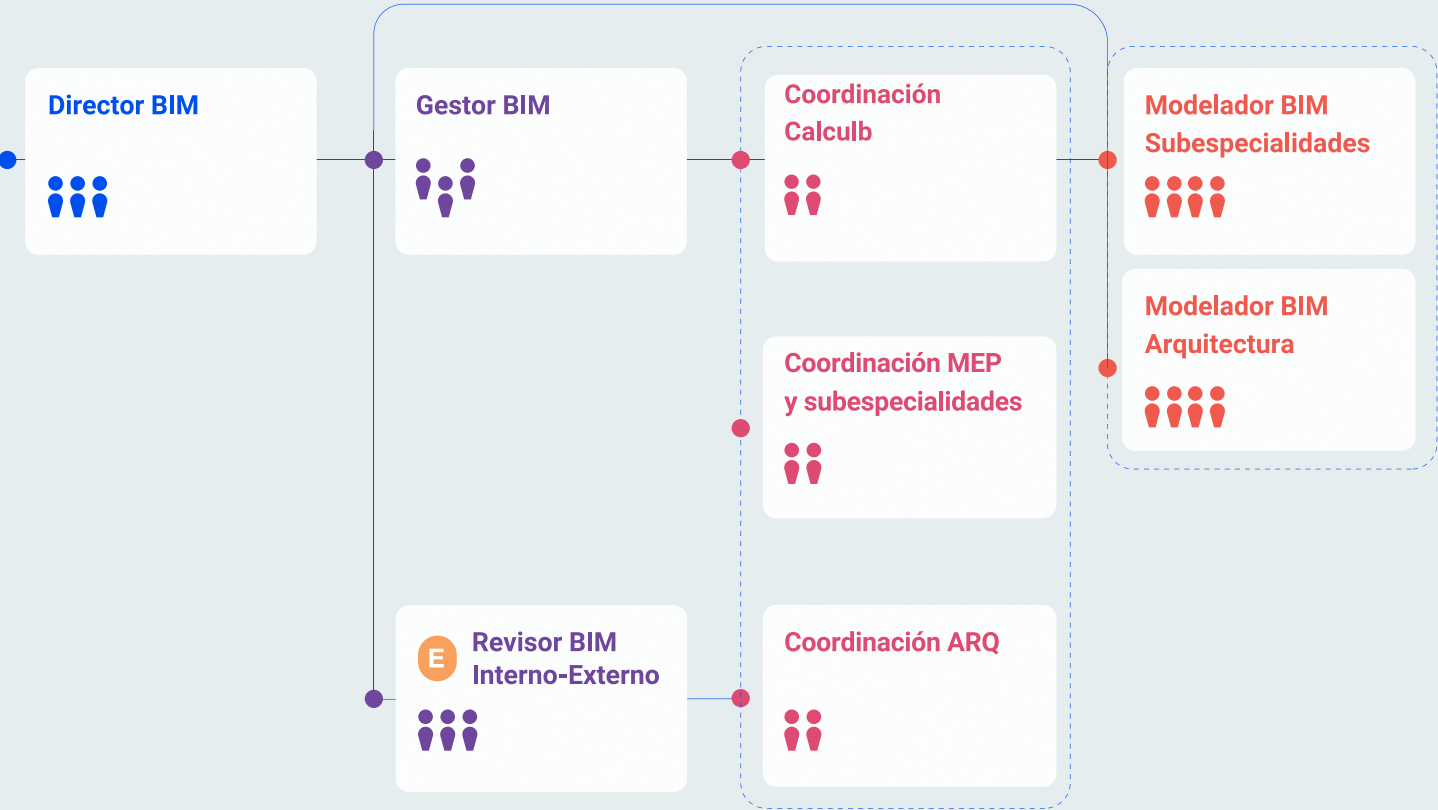
Beneficios BIM percibidos



- 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



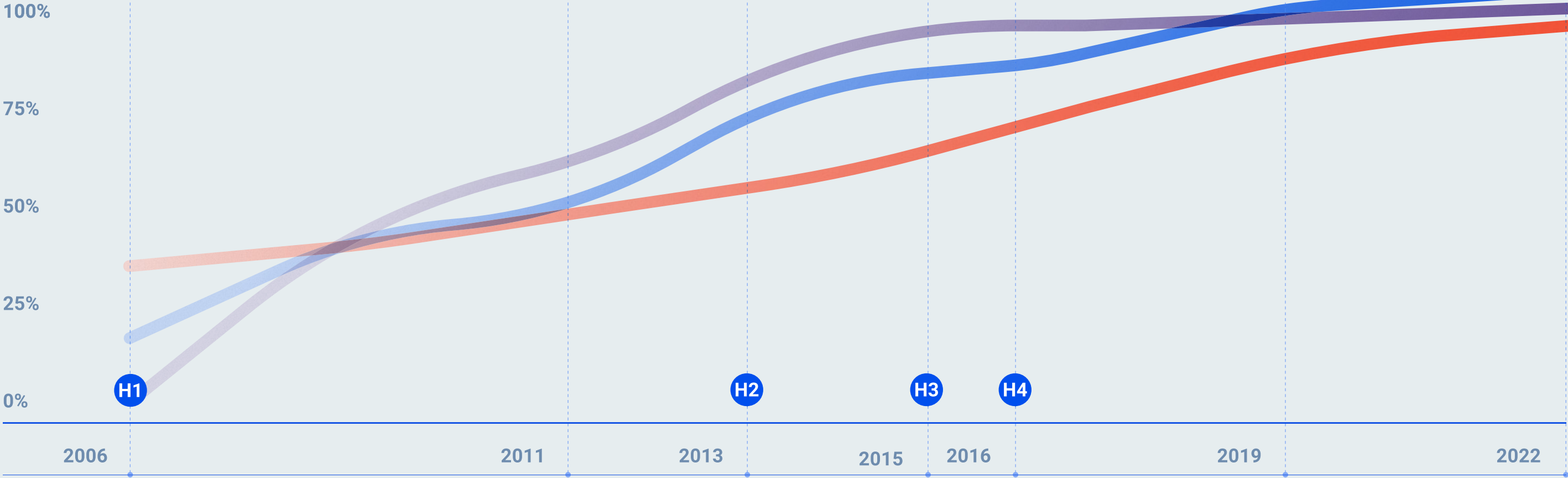
% de personas capacitadas en la teoría o práctica del BIM, del total de prsonas involucradas en el desarrollo de proyectos.



% 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

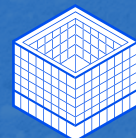
Empresa nativa de Ingeniería Estructural con 25 años de experiencia en el mercado, la nómina es de alrededor de 40 personas entre Gerencias, Producción y Administración. Desde el año 2016 incorpora software BIM al desarrollo de Ingeniería Estructural, luego 2018 incorpora como servicio la Gestión y Coordinación 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

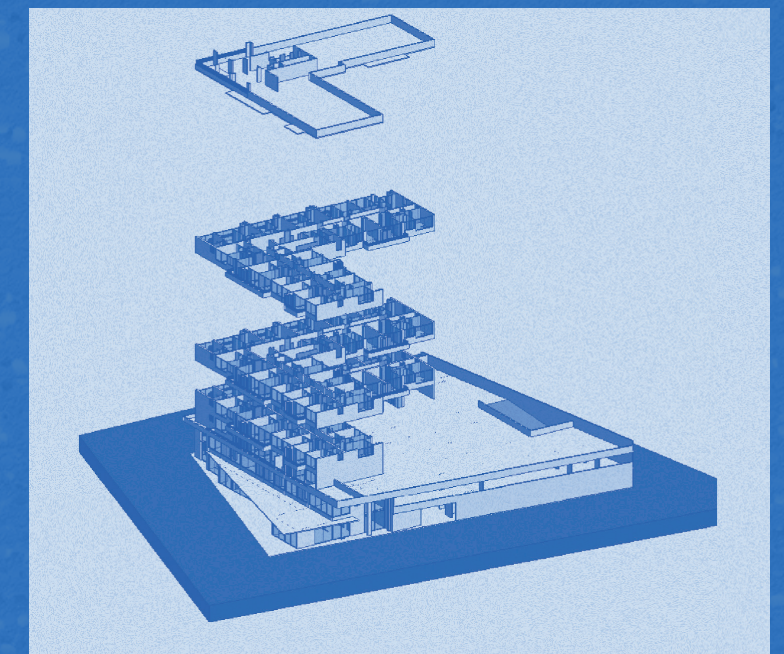
Dueño

Cristian Delporte

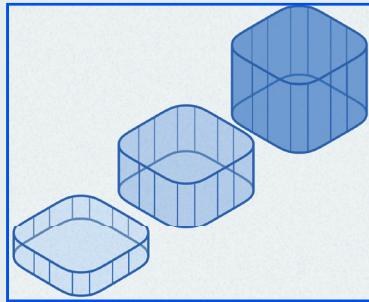
Equipo BIM

Cristian Cornejo

Gerardo Jirón

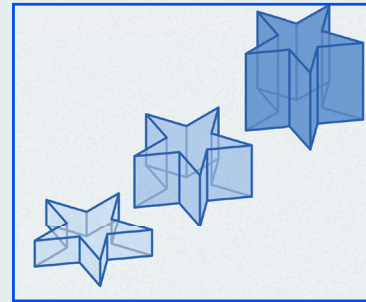
delporte.cl

Objetivos BIM planteados



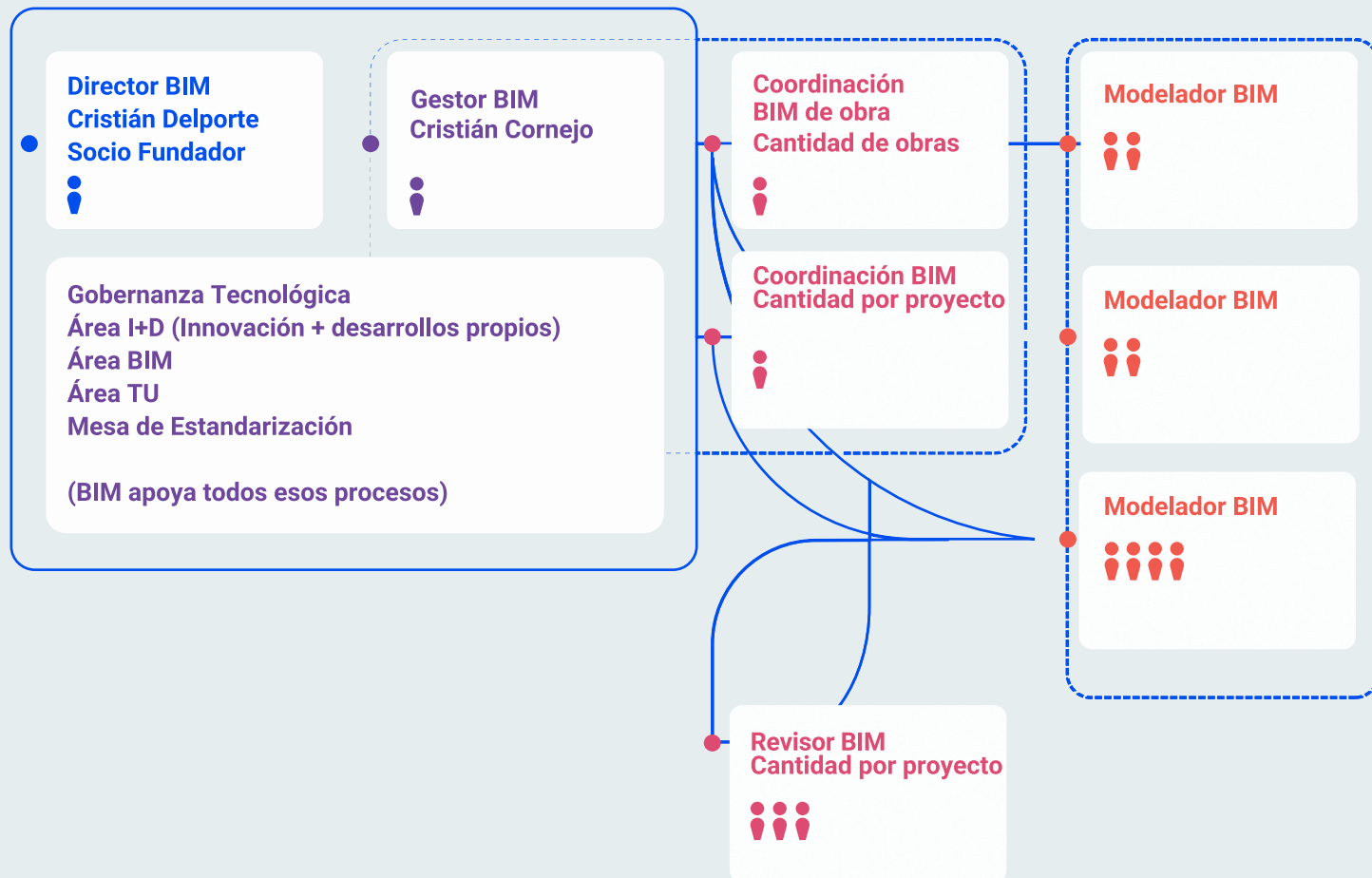
- Mejorar la calidad del diseño
- Mejorar la coordinación de los proyectos
- Disminuir RDIs de Obra
- Mejorar la economía de los proyectos
- Mejorar los tiempos de desar

Beneficios BIM percibidos

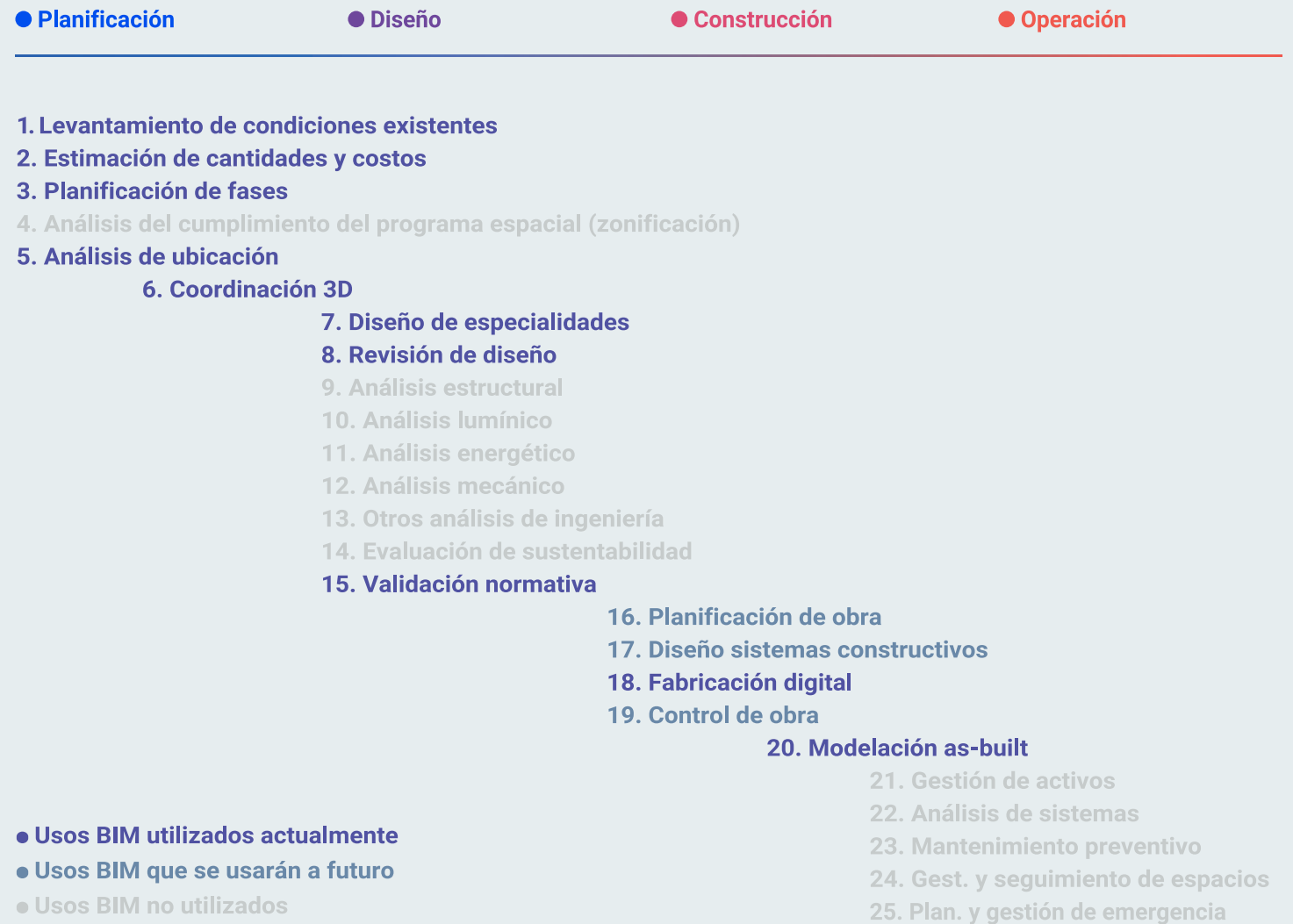


- Mejora el entendimiento de la Arquitectura de los proyectos
- Mejora la eficiencia y precisión en trazado de especialidades respecto a la Arquitectura del proyecto
- Menos RDIs de obra
- Mejora la comunicación entre los involucrados de proyecto

Organigrama de Roles BIM



Usos BIM



Línea de tiempo

Implementación

BIM



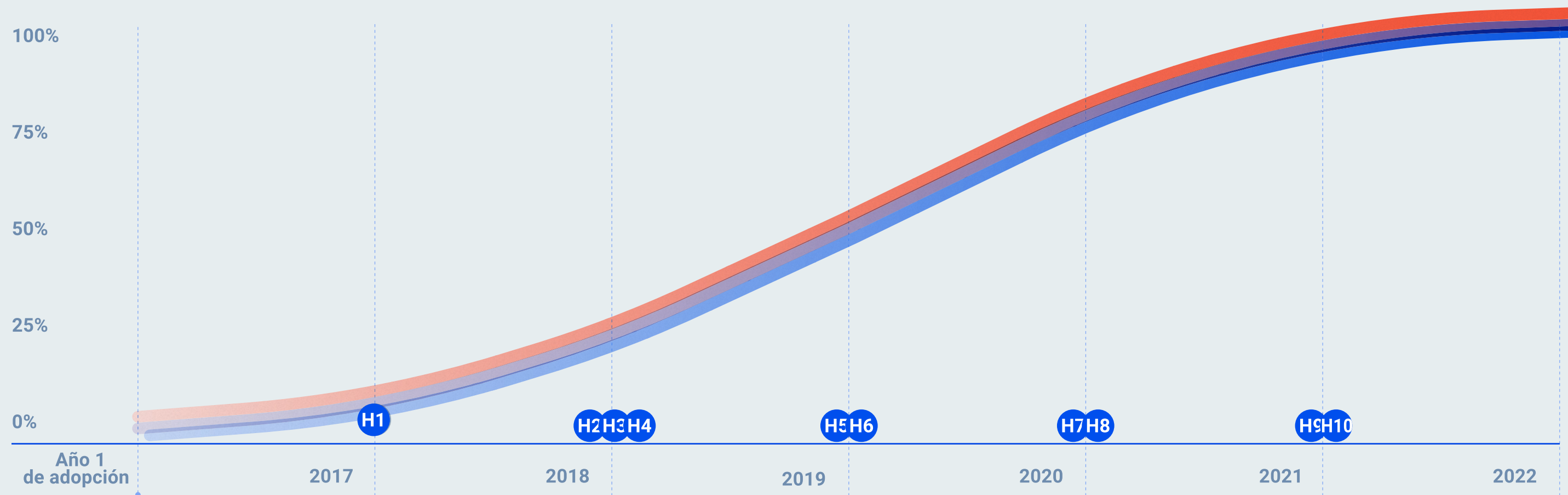
% de personas capacitadas en la teoría o práctica del BIM, del total de prsonas involucradas en el desarrollo de proyectos.



% 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

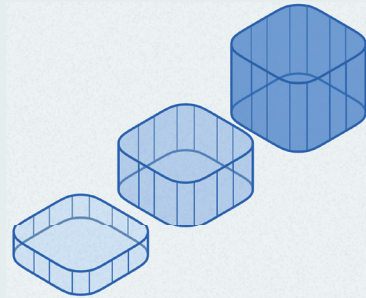
Daniel Molina

Francisco Muñoz

fourdplan.com

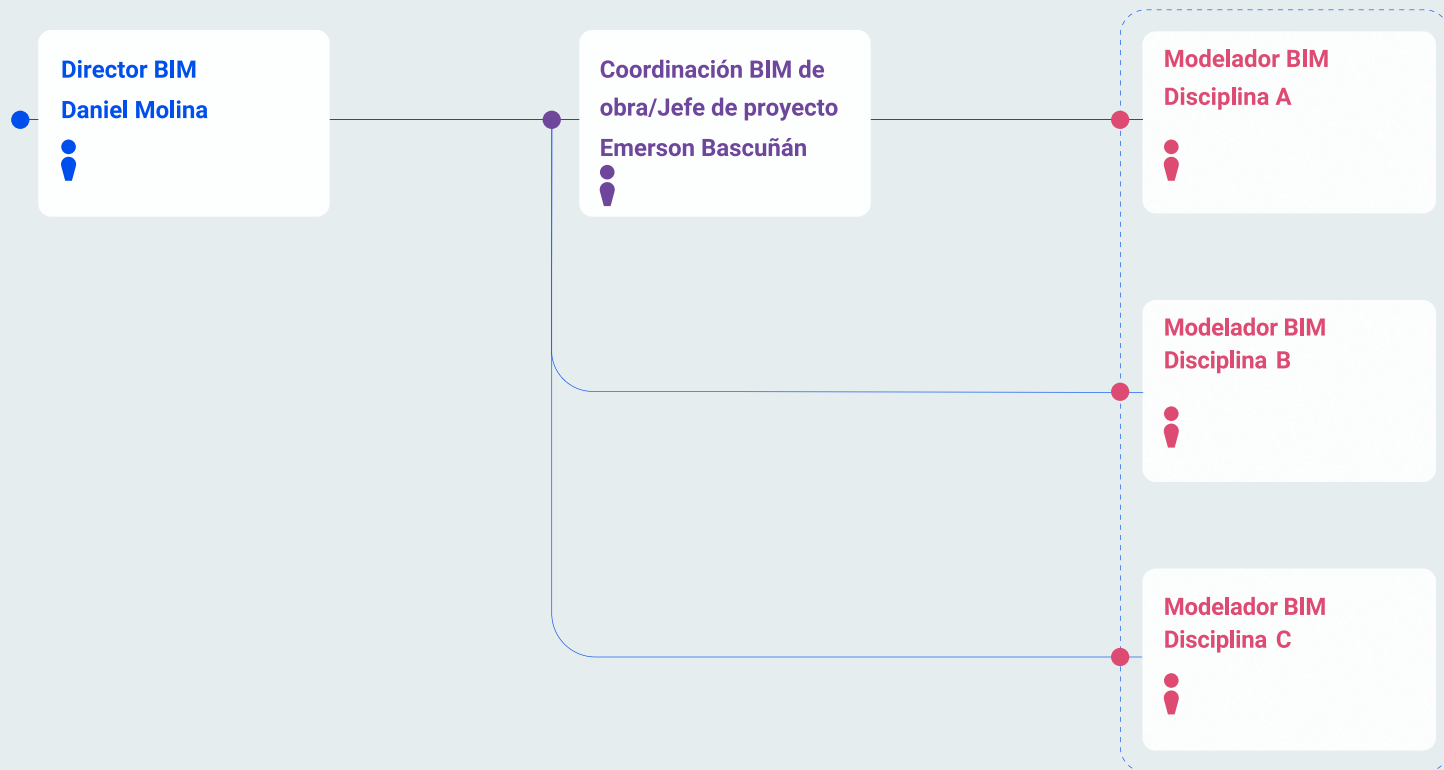


Objetivos BIM planteados

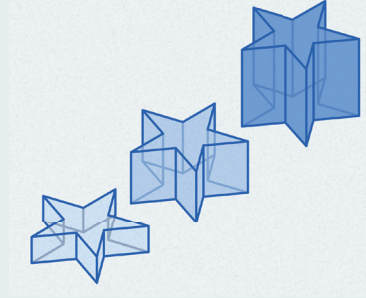


- Mejorar la secuencias constructivas y control de obra utilizando BIM
- Aumentar la productividad y ritmo en el proceso constructivo
- Reducir los plazos y los costos
- Disminuir el tiempo de coordinación de especialidades
- Solucionar el 100% de las RFI
- Resolver el 100% de las interferencias
- Desarrollar 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

Organigrama de Roles BIM

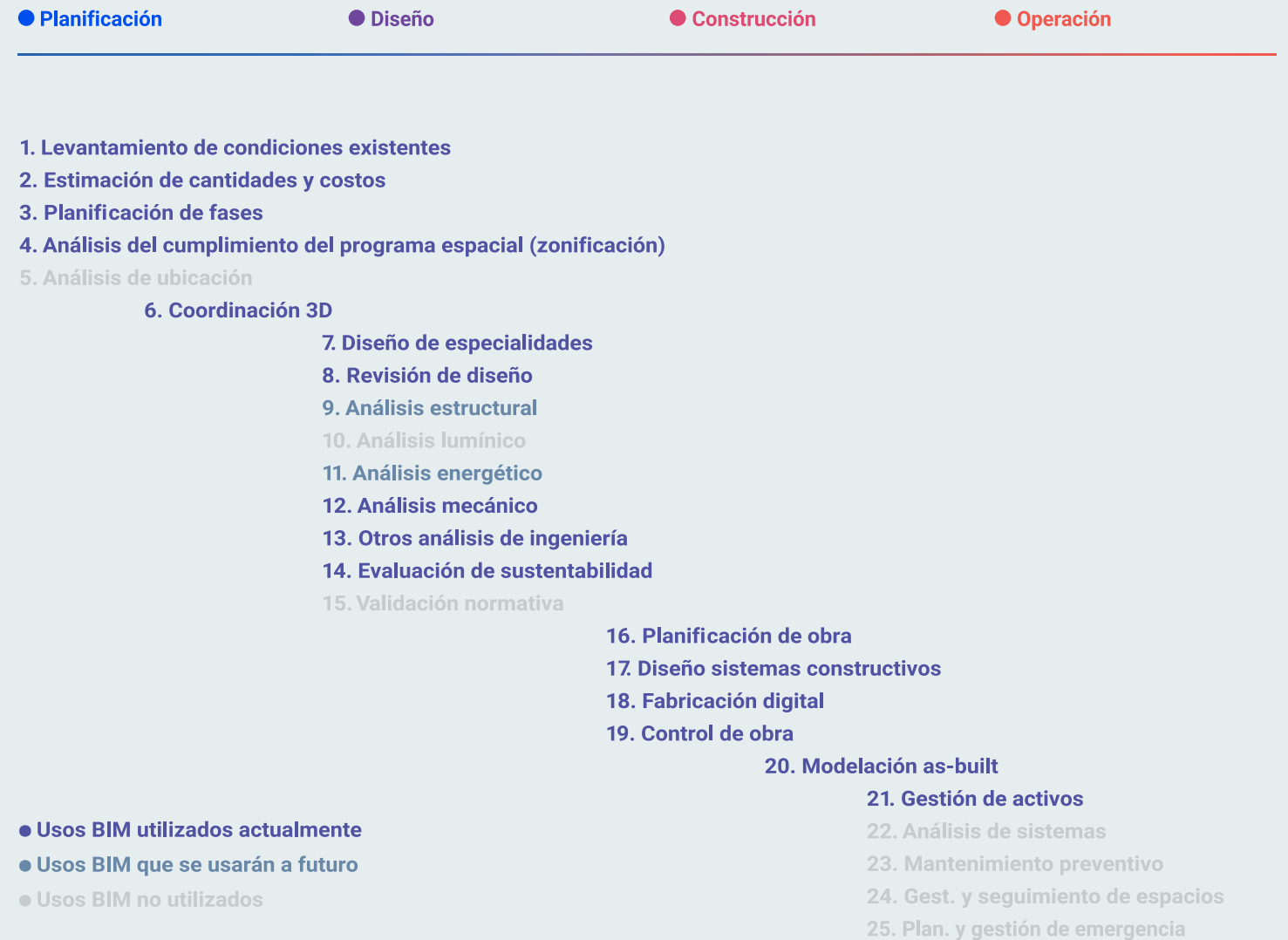


Beneficios BIM percibidos



- 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

Usos BIM



Línea de tiempo

Implementación

BIM



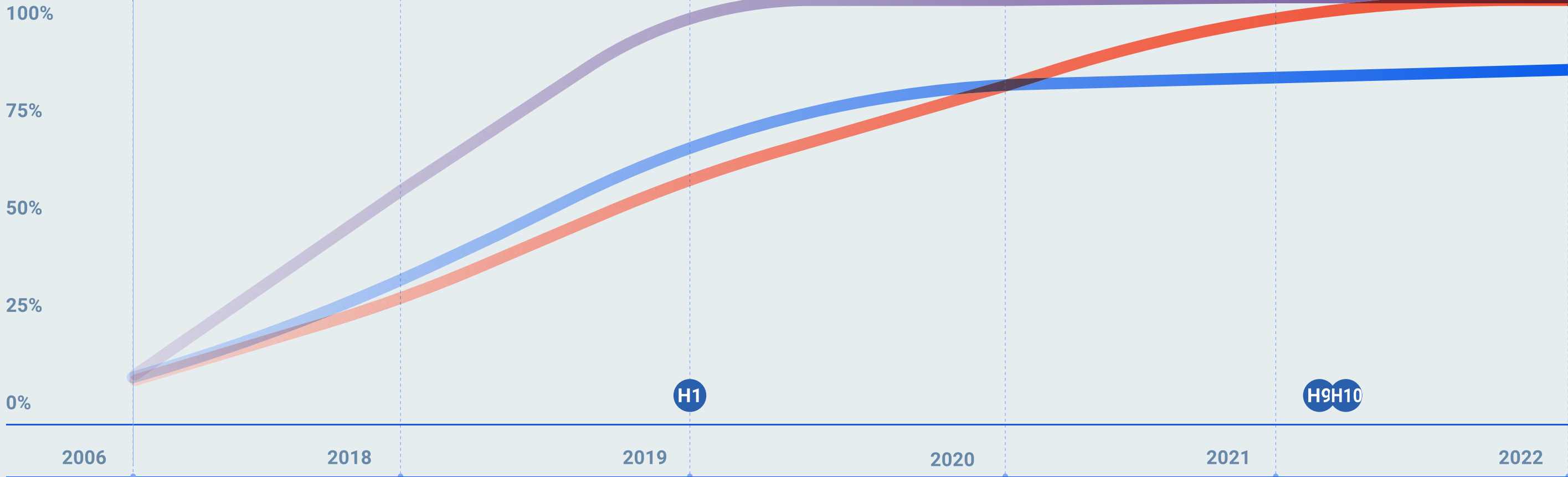
% de personas capacitadas en la teoría o práctica del BIM, del total de prsonas involucradas en el desarrollo de proyectos.



% 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.

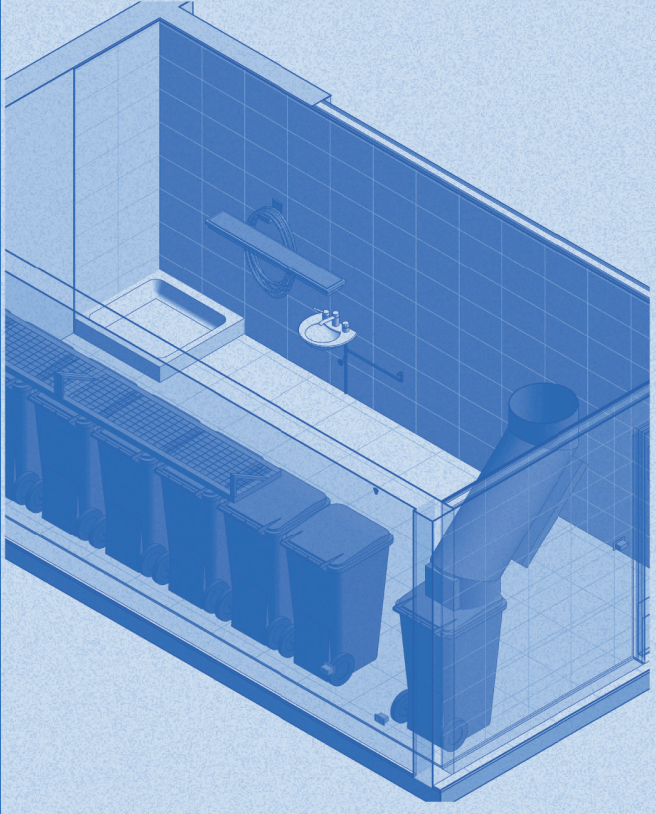


Hito 1
Proyecto Piloto BIM

ESPECIALIDADES

Nº5 Grupo BIM

Grupo BIM

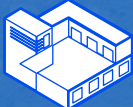


Nombre proyecto
Tempo Mackenna
Proyecto de gestión de residuos domiciliarios
Año
2024

Principales tipologías de proyectos que desarrolla la empresa



Vivienda en altura



Comercial y retail



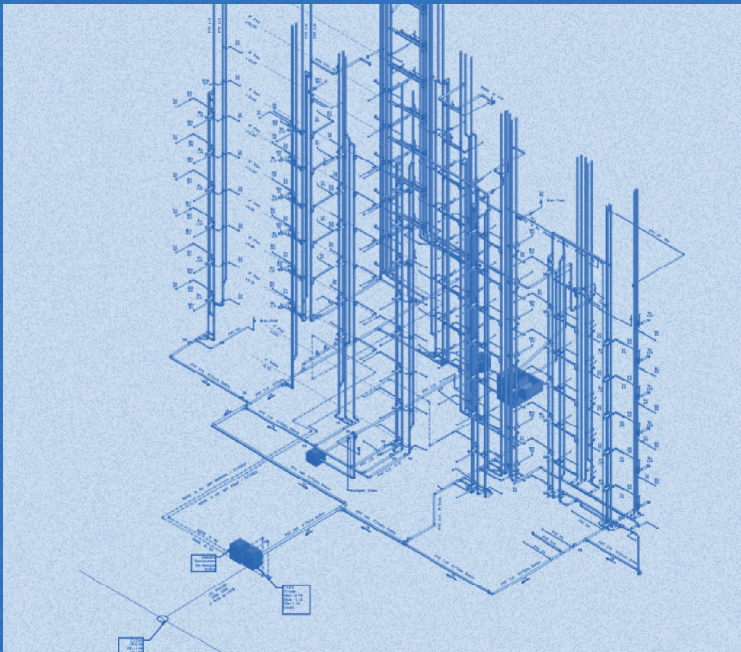
Hospitalario y salud

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

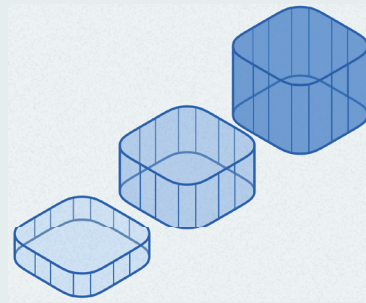
Socios de la empresa

José Ernesto Silva Parra

grupobimingenieria.com

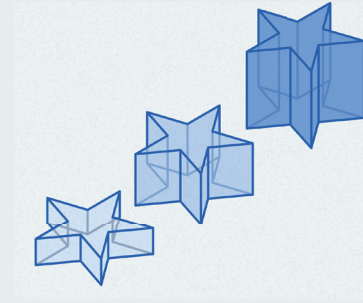


Objetivos BIM planteados



- 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

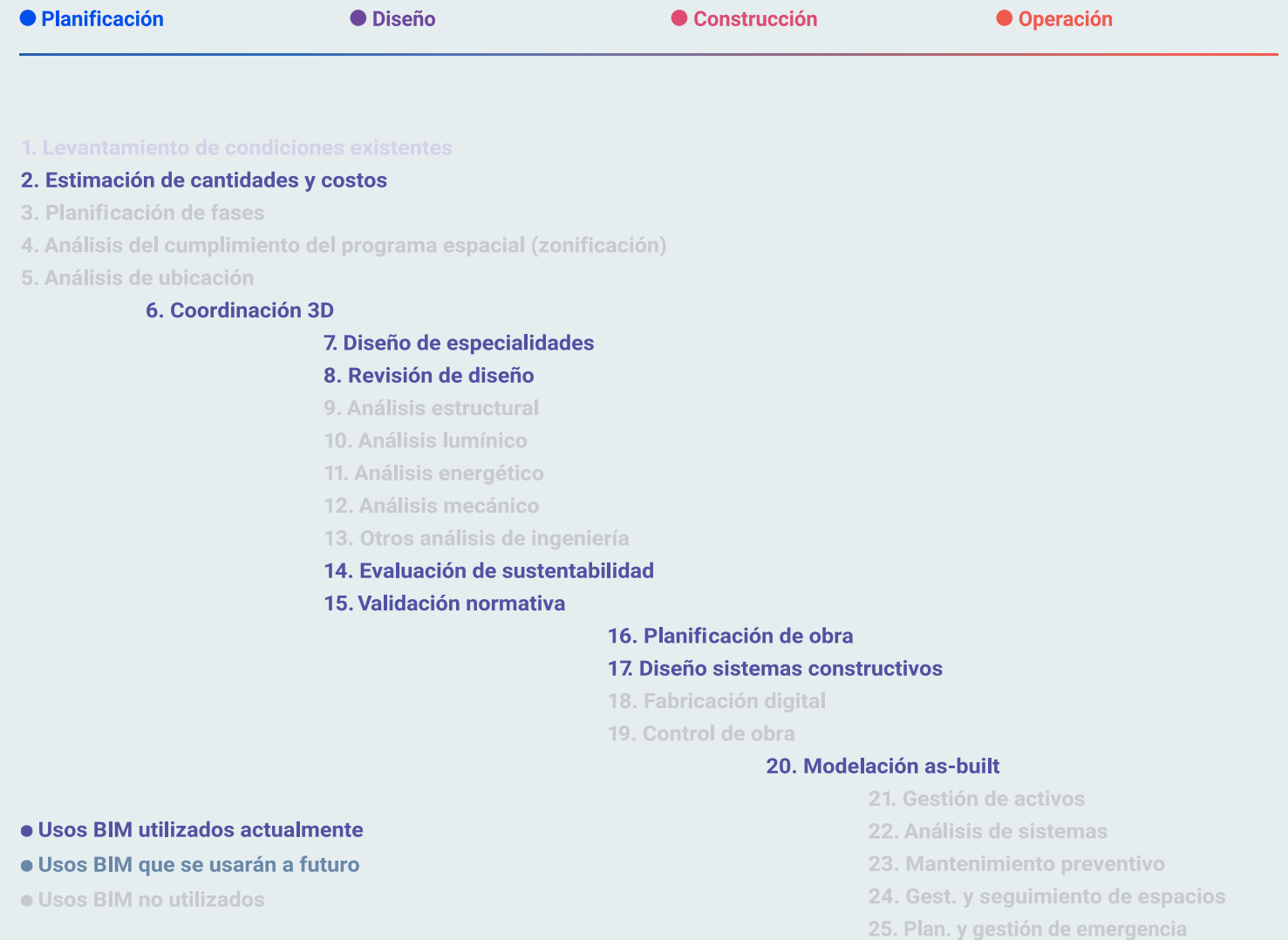


- Mayor detalle y claridad en la entrega de nuestros proyectos
- Reducción de errores e incongruencias en el desarrollo de proyectos

Organigrama de Roles BIM



Usos BIM



Línea de tiempo

Implementación

BIM



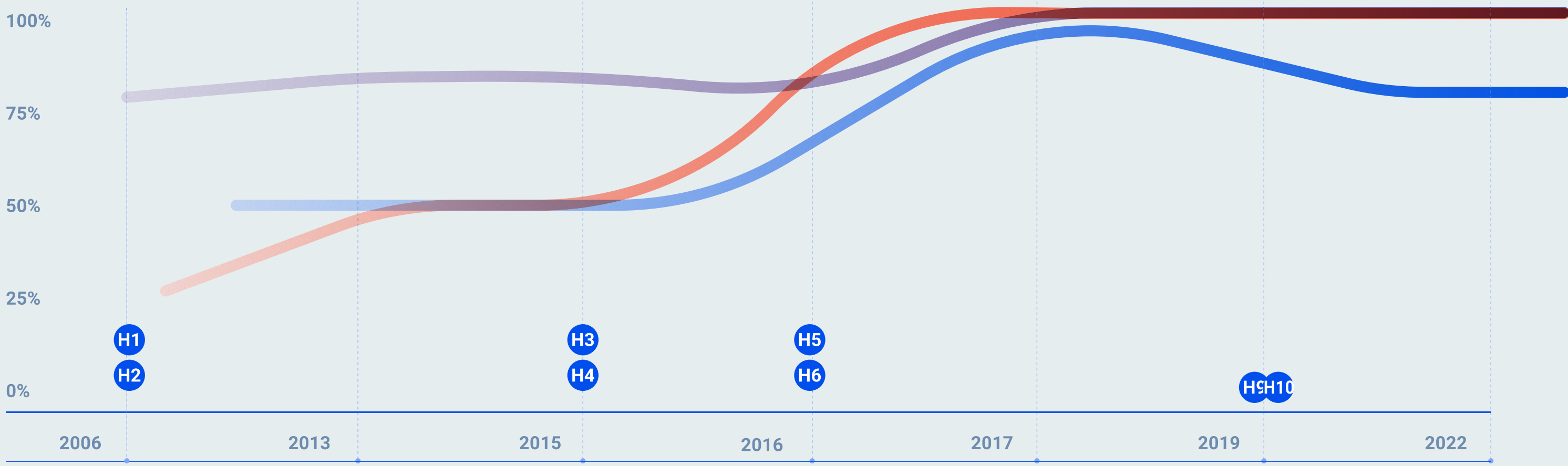
% de personas capacitadas en la teoría o práctica del BIM, del total de prsonas involucradas en el desarrollo de proyectos.



% 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

H9
H10

CONSTRUCTORA

Constructora LD



Nº6 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

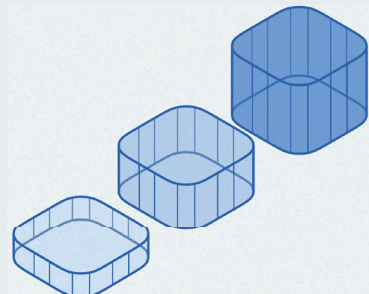
Alejandro Escandar

Matías Valcarce

ldconstructora.cl

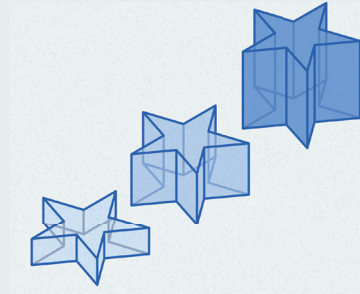


Objetivos BIM planteados



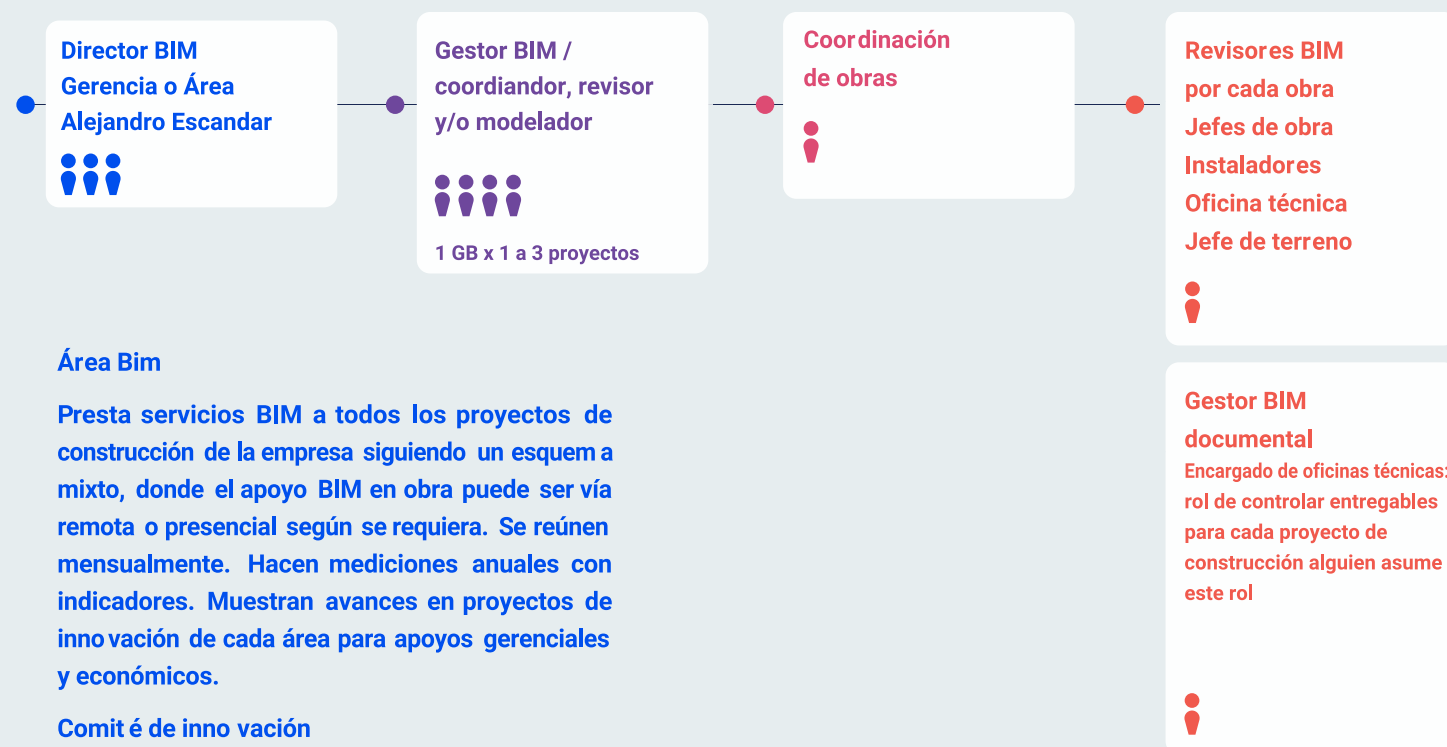
- Ñ Aumentar la productividad
- Ñ Mejorar la constructibilidad
- Ñ Reducir costos
- Ñ Mejorar el cumplimiento de plazos
- Ñ Mejorar la calidad de producto
- Lograr una buena ejecución para un buen funcionamiento futuro del edificio en mantenimiento y operación
- Anticipar conflictos y descordinaciones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



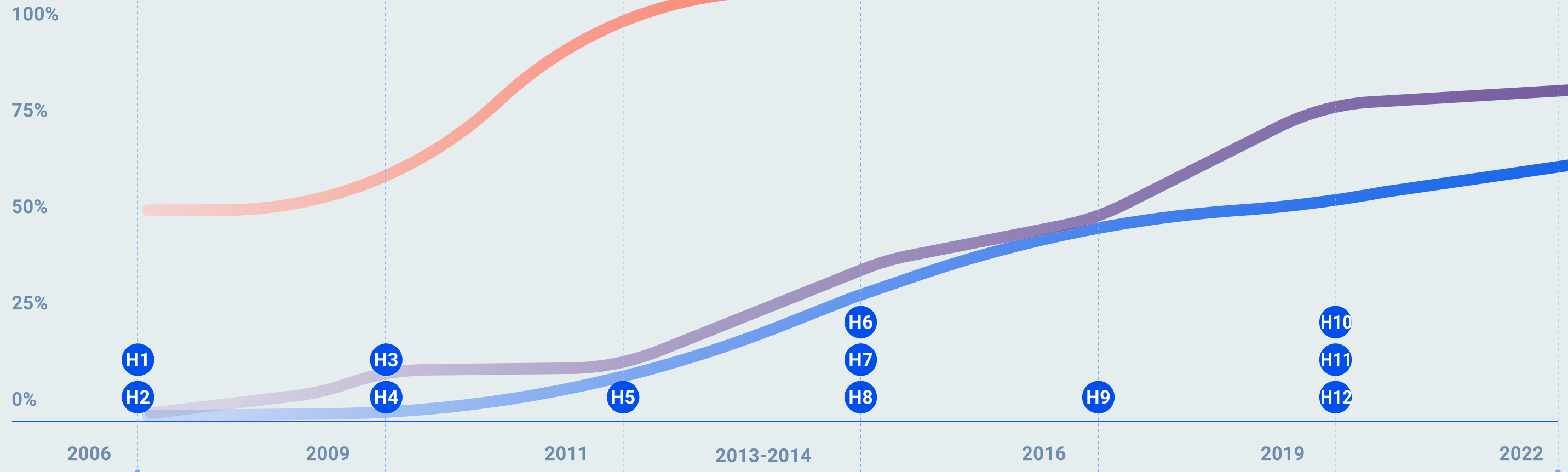
% de personas capacitadas en la teoría o práctica del BIM, del total de prsonas involucradas en el desarrollo de proyectos.



% 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.



Hito 1
Proyecto Piloto BIM

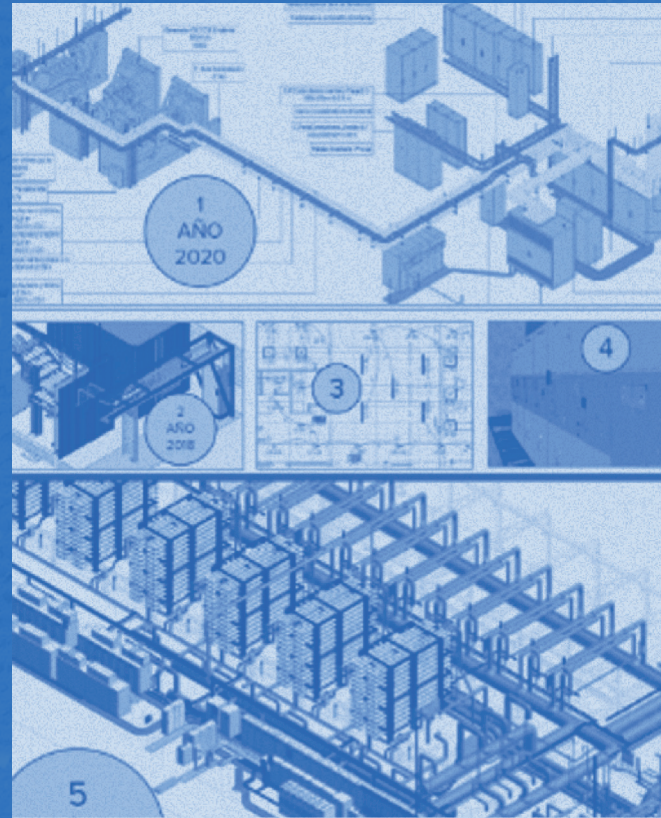
Hito 2
Documentar una Estrategia o Plan
de Implementación BIM

Hito 3
Proyecto emblemático BIM

Hito 4
Desarrollar SDI BIM o un PEB

ESPECIALIDADES

MVQ Ingeniería LTDA.



Nº7 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

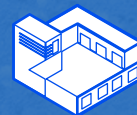
MVQ Ingeniería LTDA.

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

Principales tipologías de proyectos que desarrolla la empresa



Industrial y montaje



Comercial y retail



Educación

Socios

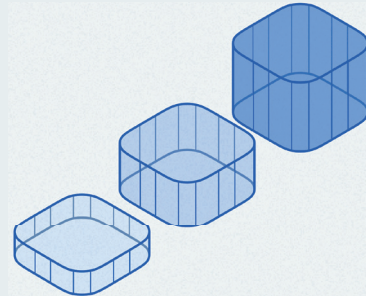
Jorge Iván Quezada Levil

Erika Ximena Méndez Vera

mvq.cl

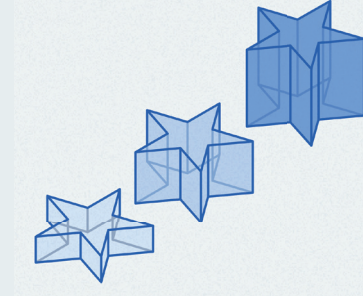


Objetivos BIM planteados



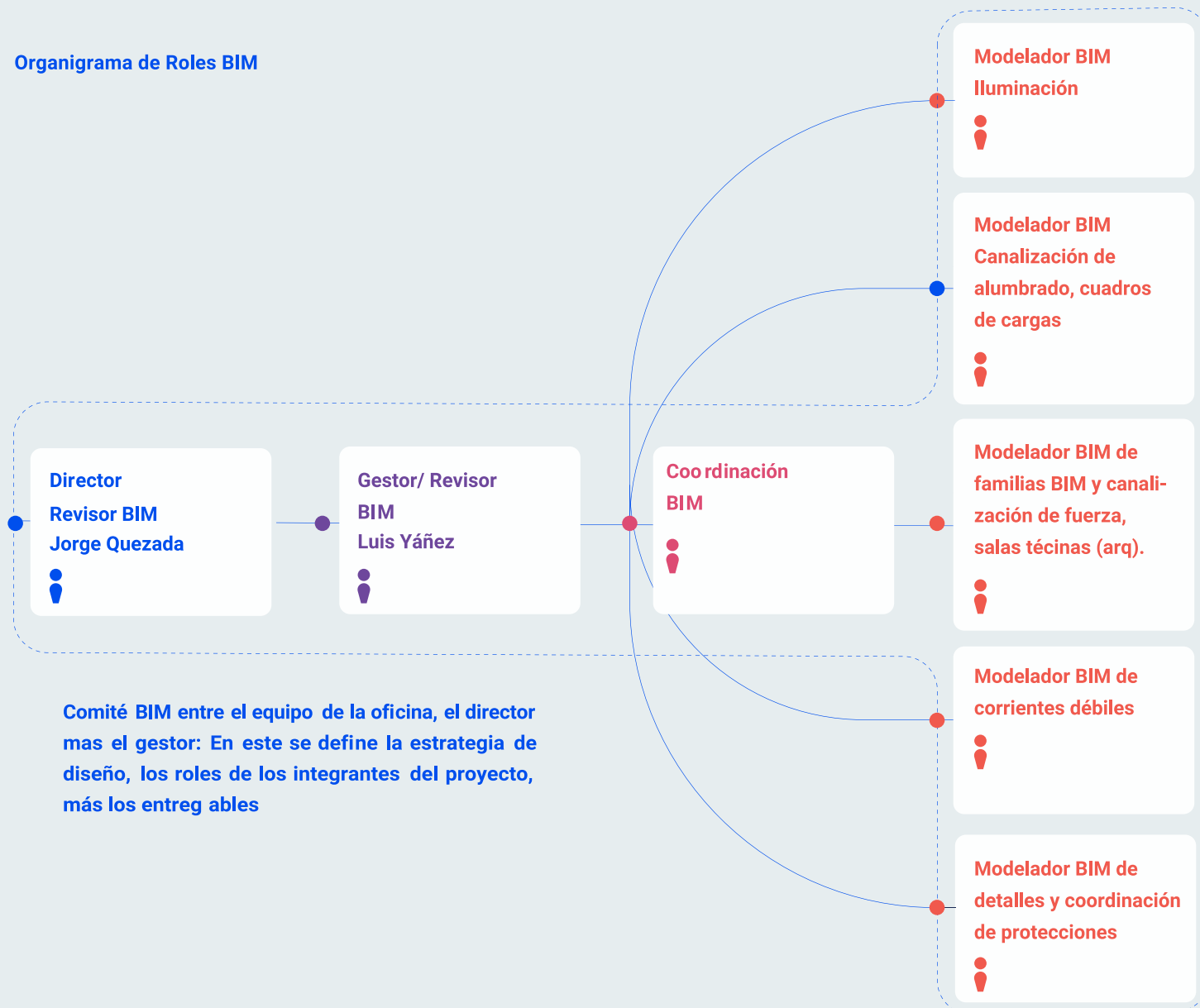
- Desarrollar un proyecto controlado, detallado, con bajas indefiniciones de proyecto
- Mejorar la calidad de la documentación entregada a los licitantes del proyecto
- Apoyar a arquitectura en las definiciones de los espacios propios de la especialidad como es el caso de las salas eléctricas
- Generar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

Beneficios BIM percibidos

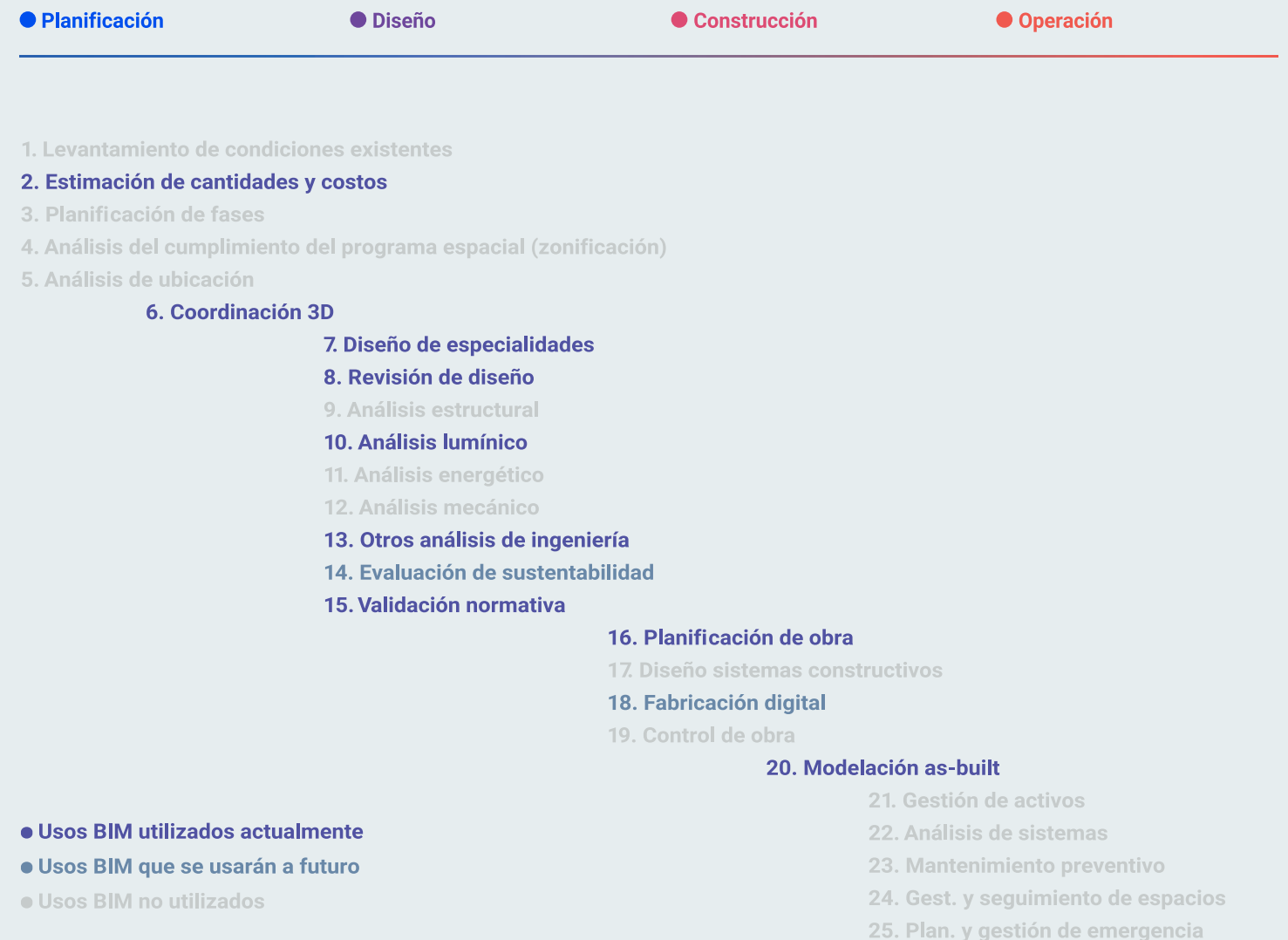


- Mejor control de los documentos generados
- Mejor comprensión del proyecto por parte de los subcontratistas
- Ayuda a tomar decisiones de diseño comparando el costo en etapas tempranas
- Mayor eficiencia energética del proyecto
- Replantear la forma de enfrentar el proyecto
- Permite trabajar a distancia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

Organigrama de Roles BIM



Usos BIM



Línea de tiempo

Implementación

BIM



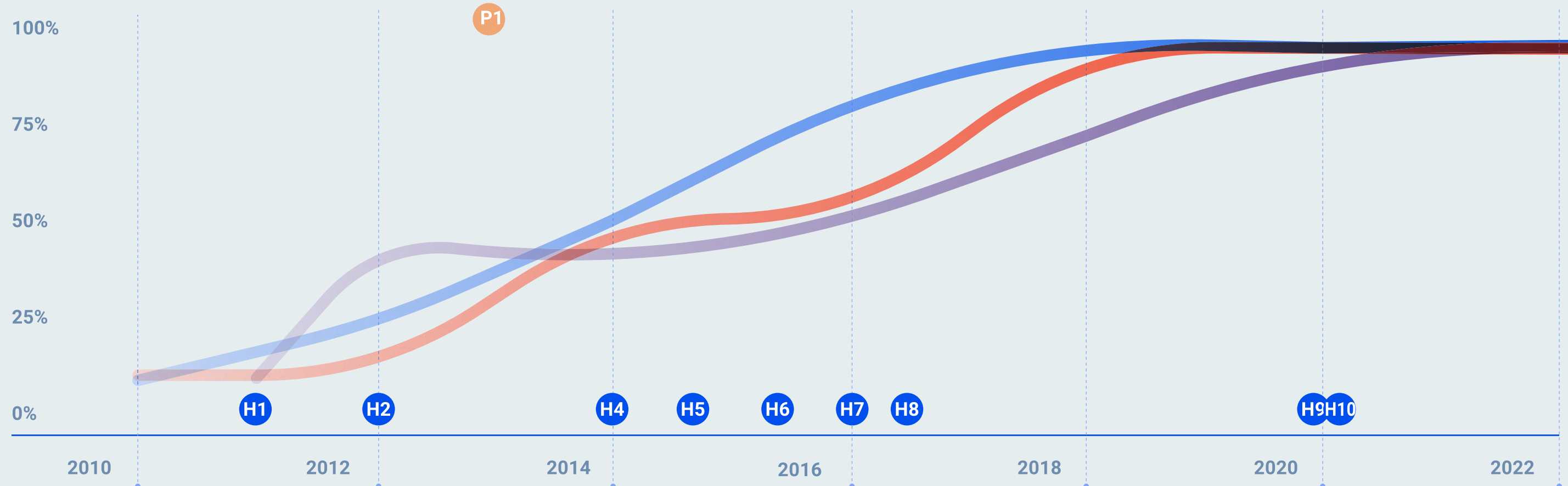
% de personas capacitadas en la teoría o práctica del BIM, del total de prsonas involucradas en el desarrollo de proyectos.



% 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

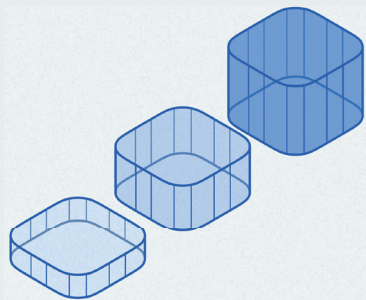


Comercial y retail

sabbagharquitectos.com

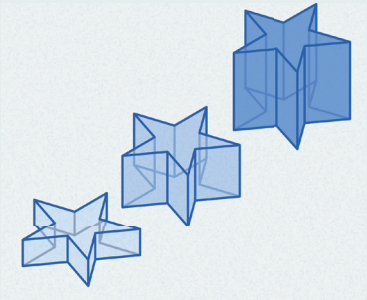


Objetivos BIM planteados



- 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

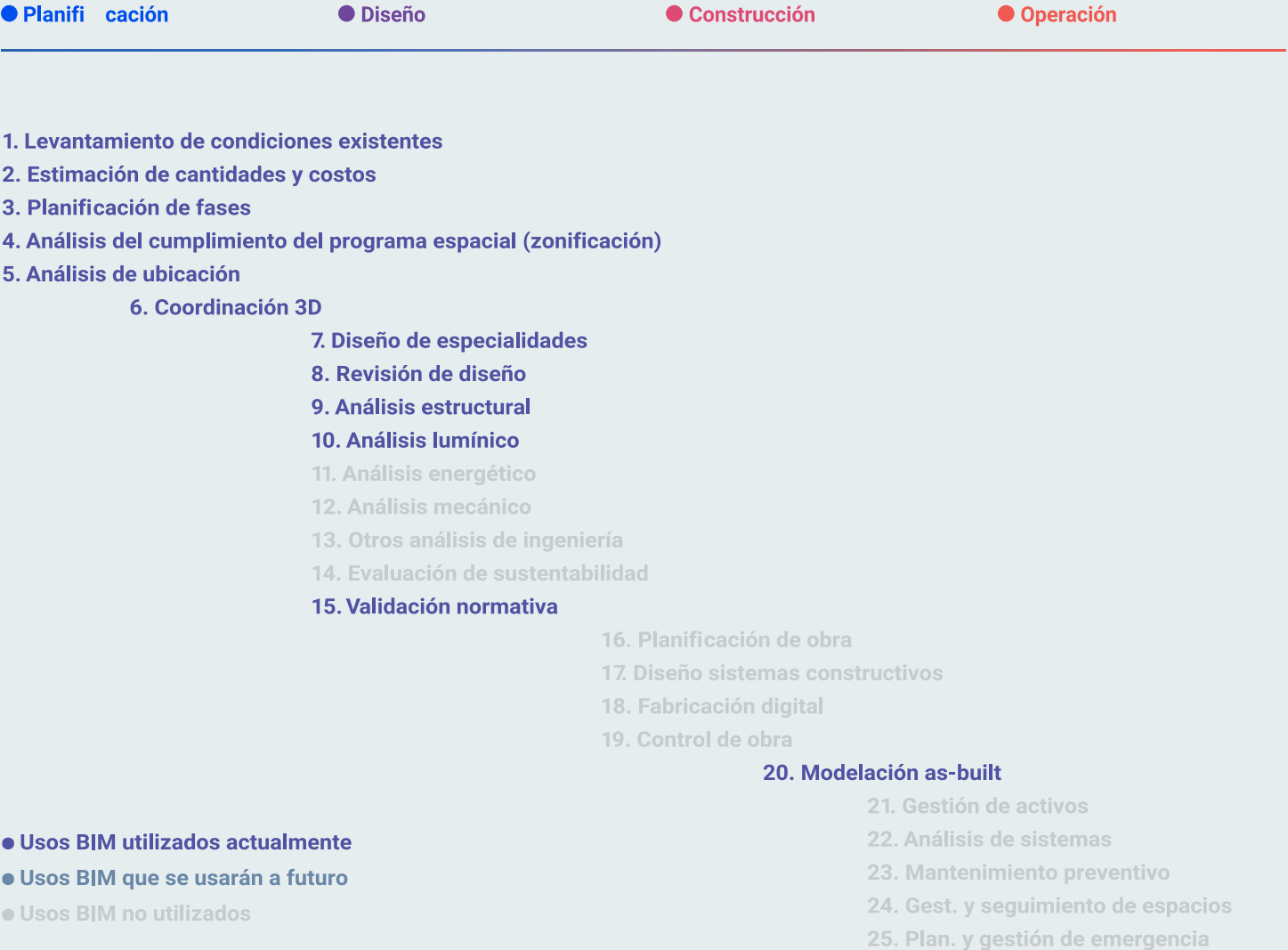


- Mejora en la coordinación
- Se profundiza la capacidad de desarrollo del diseño temprano/preliminar
- Mantenimiento del proceso creativo del diseño simbiosis entre el trabajo análogo (croquis, plano técnico, desarrollo de maquetas) integrándolo en el trabajo en BIM

Organigrama de Roles BIM



Usos BIM



Línea de tiempo

Implementación

BIM



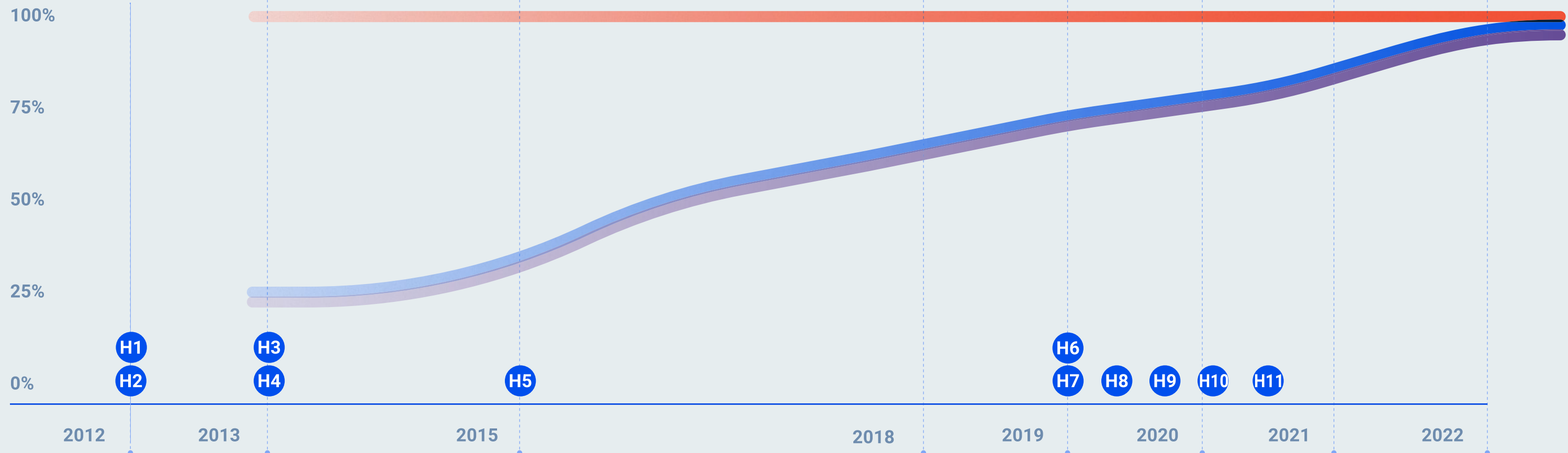
% de personas capacitadas en la teoría o práctica del BIM, del total de prsonas involucradas en el desarrollo de proyectos.



% 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



Nº9 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

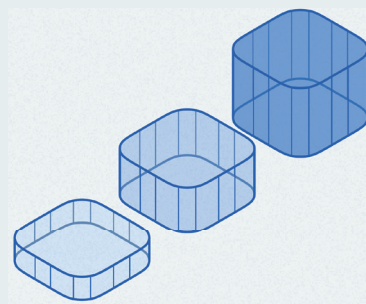
Pathfinder

Bim Siena

siena.cl

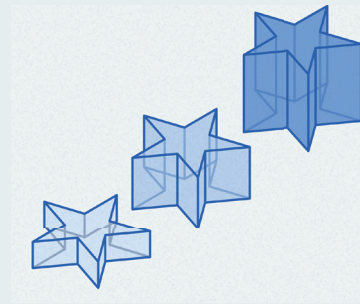


Objetivos BIM planteados



- 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

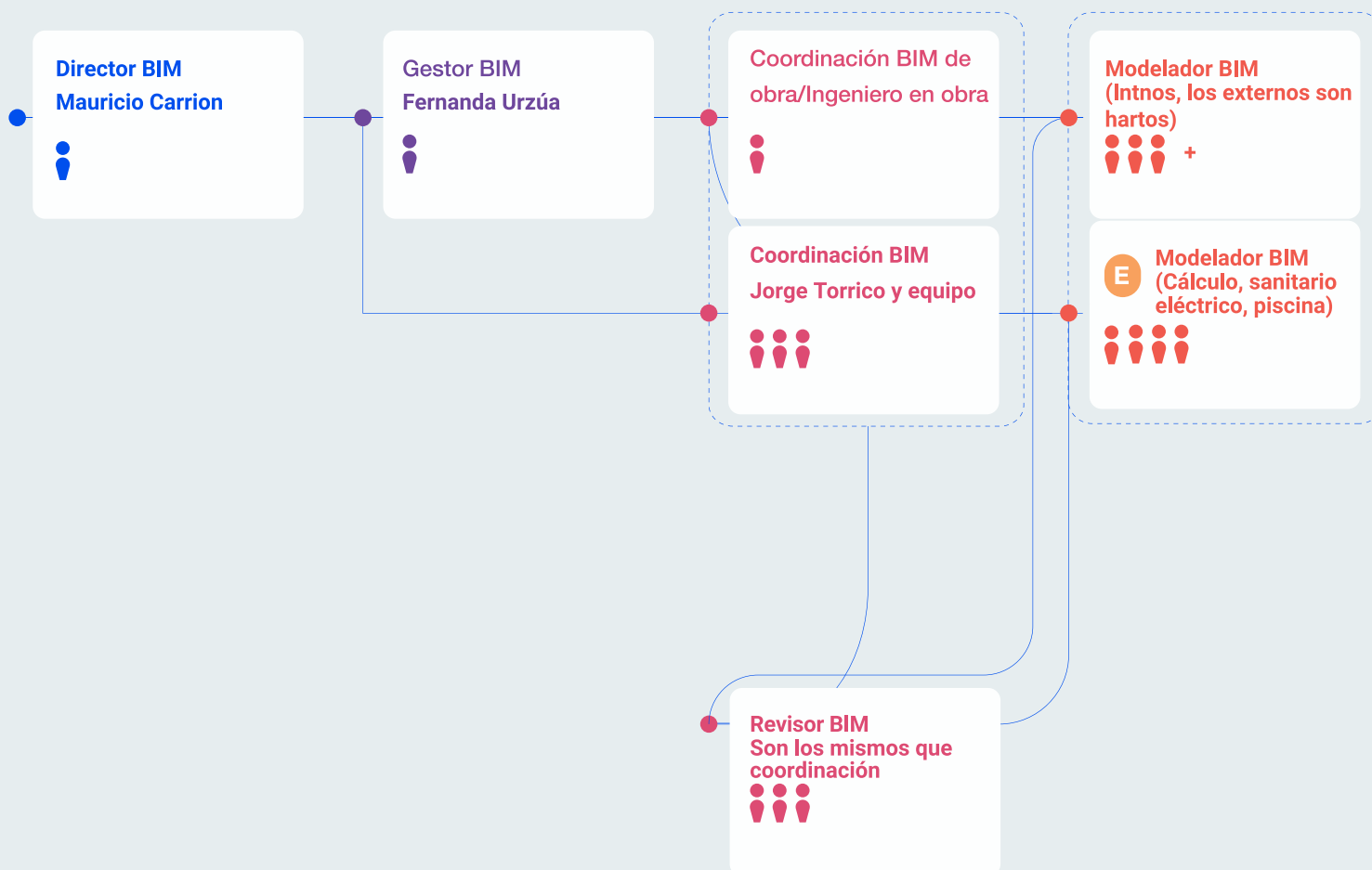
Beneficios BIM percibidos



- 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



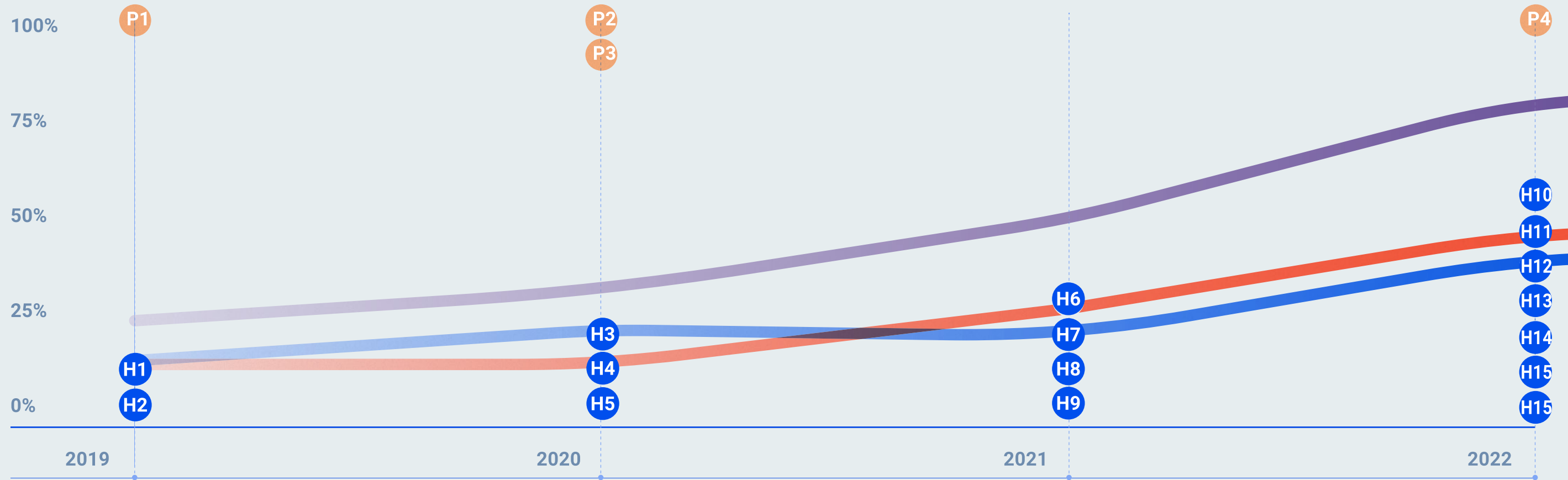
% de personas capacitadas en la teoría o práctica del BIM, del total de prsonas involucradas en el desarrollo de proyectos.



% 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

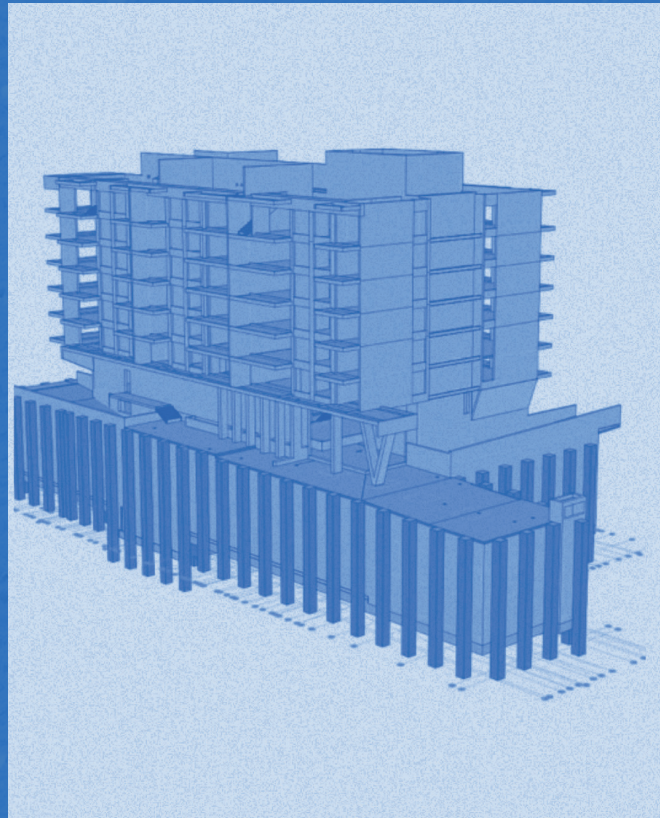
Proyecto 2:
Proyecto La Cisterna

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

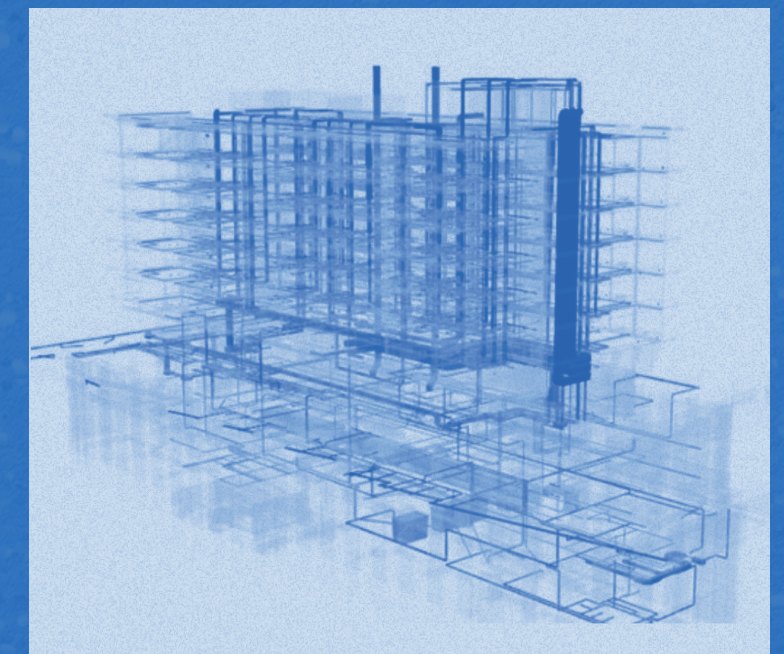


Hotelería

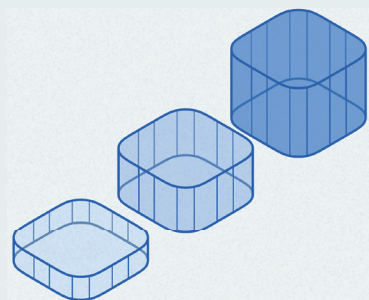
Socios

Ing. Enzo Valladares Pagliotti

vpa.cl

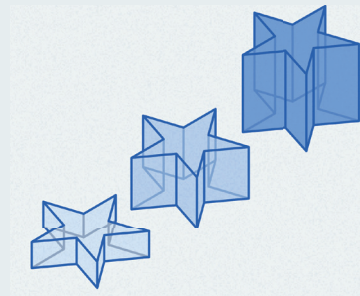


Objetivos BIM planteados



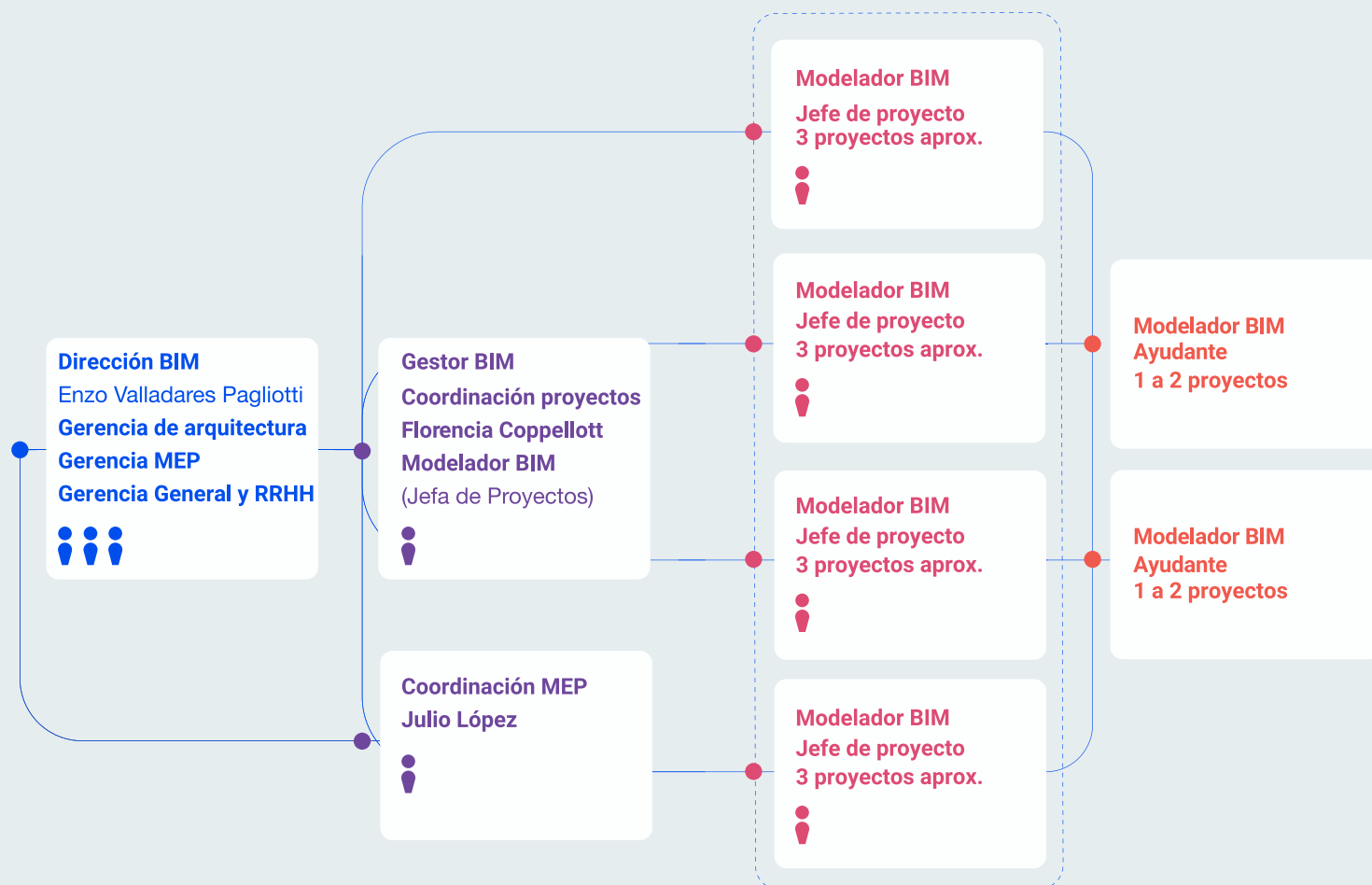
- Mejorar la velocidad de comprensión de proyectos
- Automatizar procesos de proyectos
- Mejorar las capacidades de coordinación
- Mejorar la presentación para los clientes
- Mejorar la integración en los procesos productivos de clientes y agentes constructivos como CAD/CAM

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



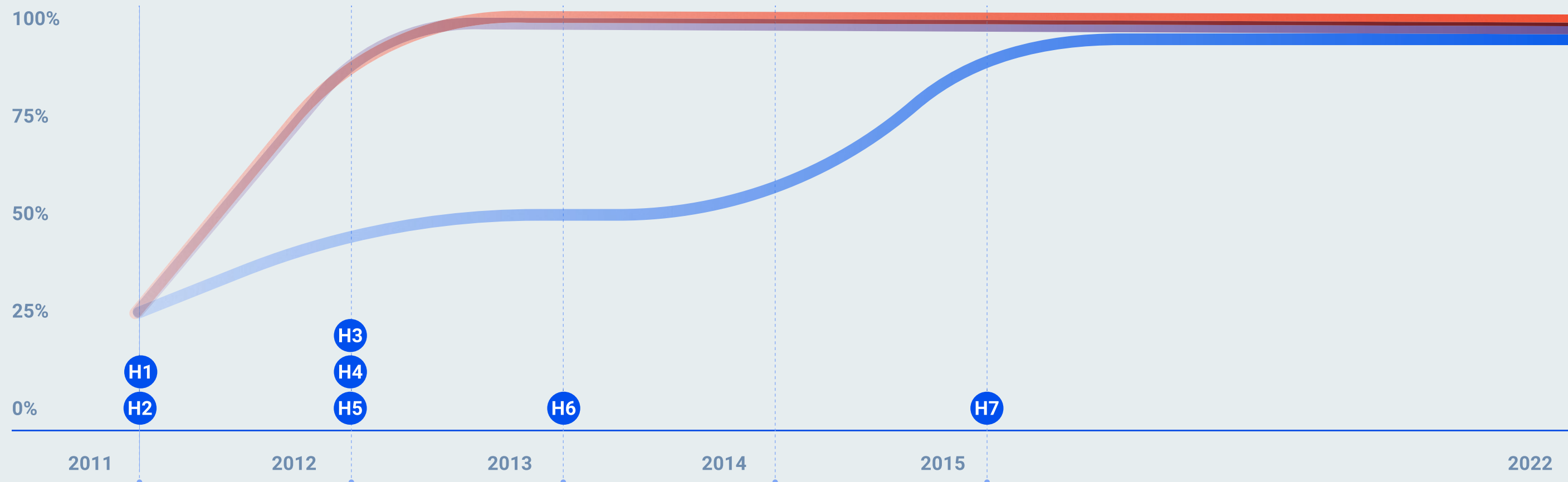
% de personas capacitadas en la teoría o práctica del BIM, del total de prsonas involucradas en el desarrollo de proyectos.



% 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

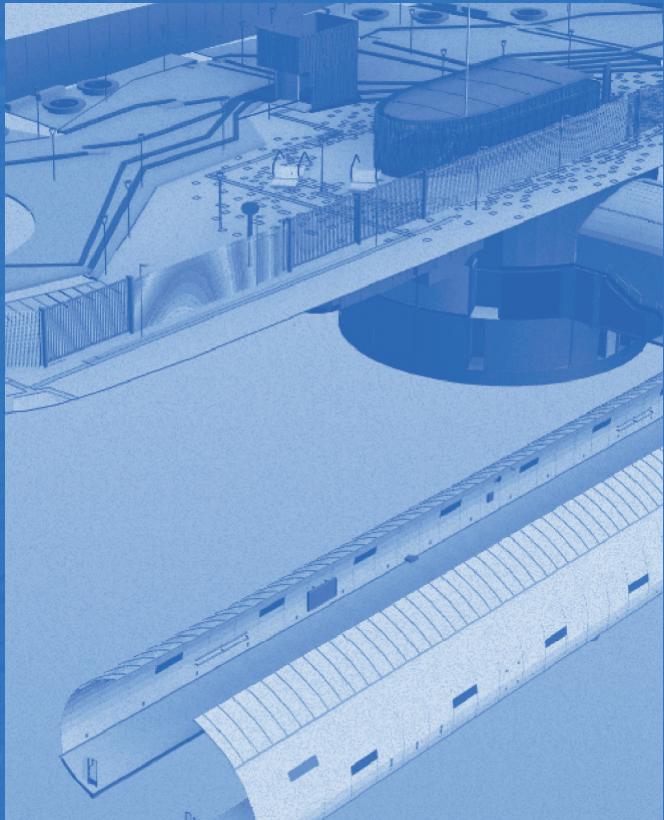
Hito 7
Definir los Usos BIM

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

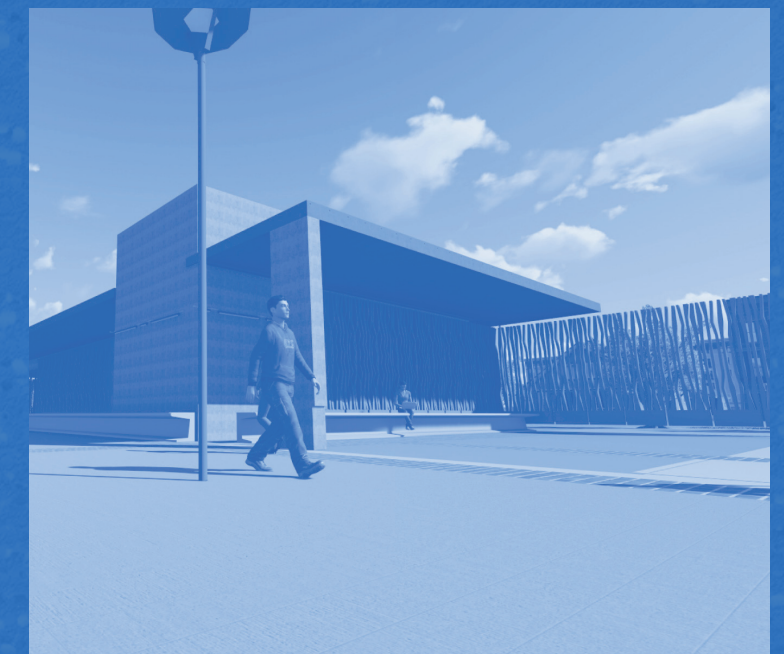
Marcelo Elgueta Natalia

Clavería Matías Lisboa

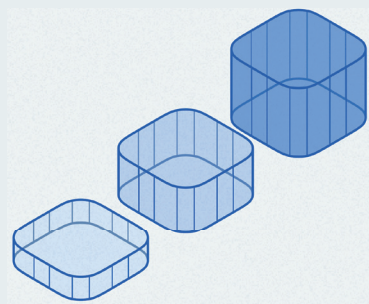
Alejandro González

Con el respaldo de nuestro
equipo BIM

zanartu.cl



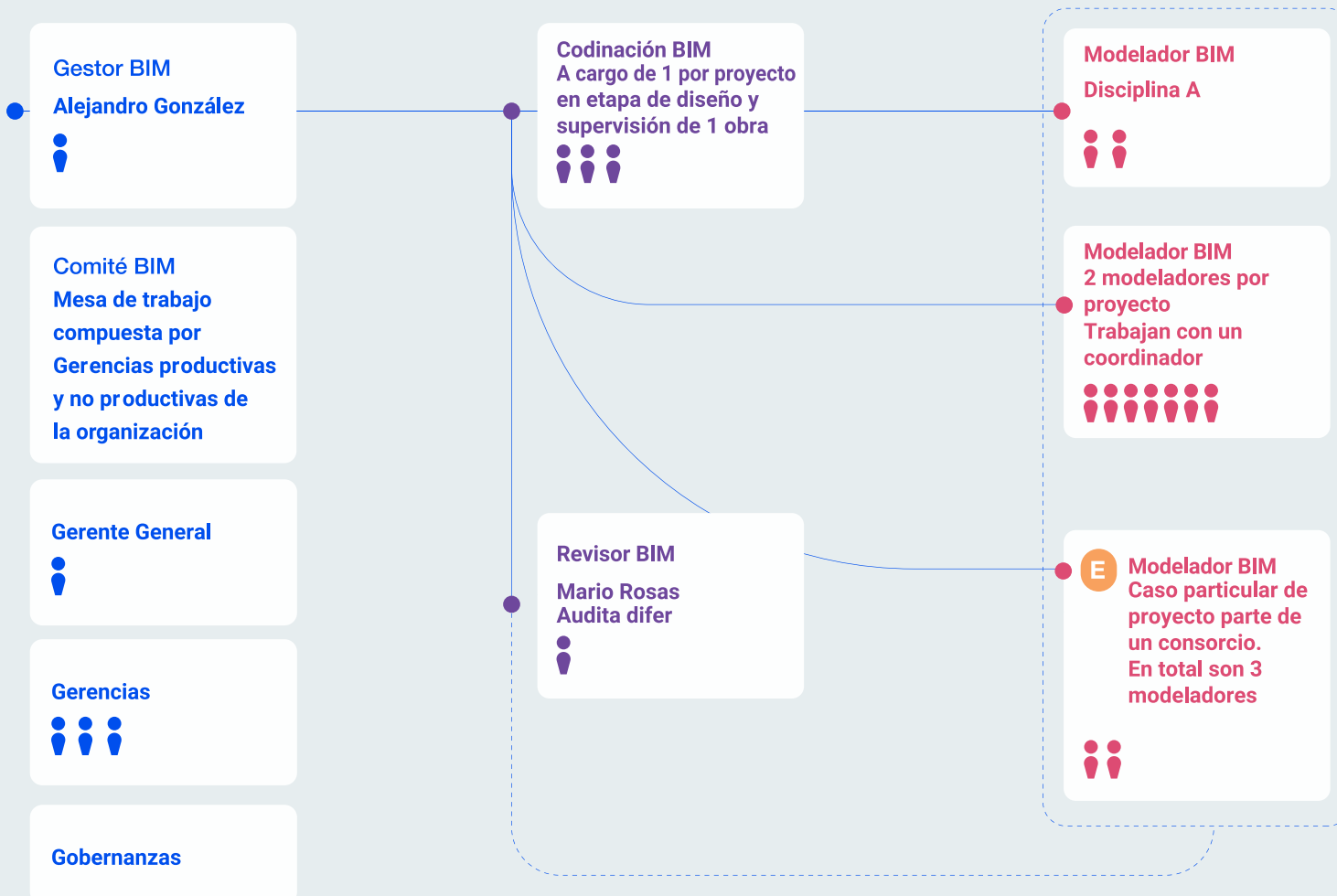
Objetivos BIM planteados



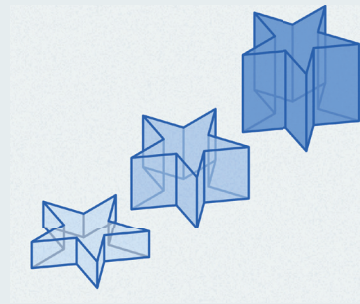
- Mejorar la comprensión y el entendimiento de la metodología BIM en la organización.
- Establecer la implementación de soluciones a las problemáticas más comunes en la organización
- Entender los requerimientos de implementación en proyectos.
- Estandarizar el desarrollo de procesos que incluyan la 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



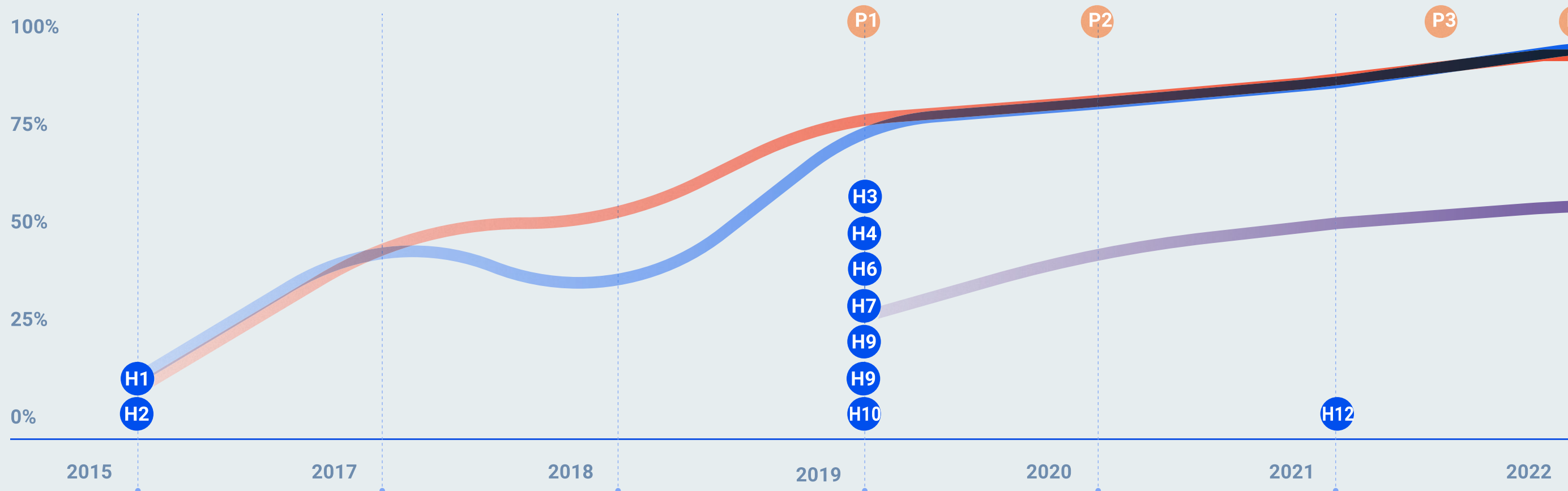
% de personas capacitadas en la teoría o práctica del BIM, del total de prsonas involucradas en el desarrollo de proyectos.



% 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



Conclusión

Esta guía, ha sido elaborada pensando en aquellos involucrados en el liderazgo y en la gestión de una empresa u organización. Su propósito es brindar una visión estratégica y guía sobre los principios de la metodología BIM, que puedan ser aplicados para diseñar un plan de adopción y que permita liderar el proceso de cambio que se debe ejecutar, centrado en brindar un nuevo enfoque para el desarrollo de proyectos. 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 en reformular los procesos y las capacidades de los colaboradores, con un fuerte enfoque en la necesidad de estandarización dentro de las empresas.

Conocer los casos de empresas nacionales que han transitado por el cambio hacia la Transformación Digital, ha sido crucial para entender que la implementación de BIM puede llegar a tener tantos acercamientos como empresas existan. Aun así, en general las estrategias de adopción pueden ser tipificadas bajo a lo menos, dos aproximaciones, y que dichos procesos son independientes del tipo de empresa, el tamaño o las tipologías de proyectos que desarrollen.

Por un lado, encontramos a aquellas empresas que llevaron adelante una implementación planificada y paulatina de BIM en sus procesos de trabajo y sumando colaboradores de manera paulatina: establecieron cuales serían sus pasos a seguir por medio de una hoja de ruta y el enfoque se centró en priorizar los Usos BIM; para ir avanzando poco a poco hacia una mayor complejización en el uso de los modelos BIM, gestión de la información y colaboración. Por el contrario, hay otras empresas que desarrollaron su implementación a través de la realización de proyectos pilotos, los cuales les permitieron, a través de un plan de mejora continua, entender y mejorar sus puntos débiles y aprender de los errores. En paralelo al desarrollo de los proyectos pilotos, se fueron estandarizando procesos propios de las empresas y formando a los equipos y colaboradores.

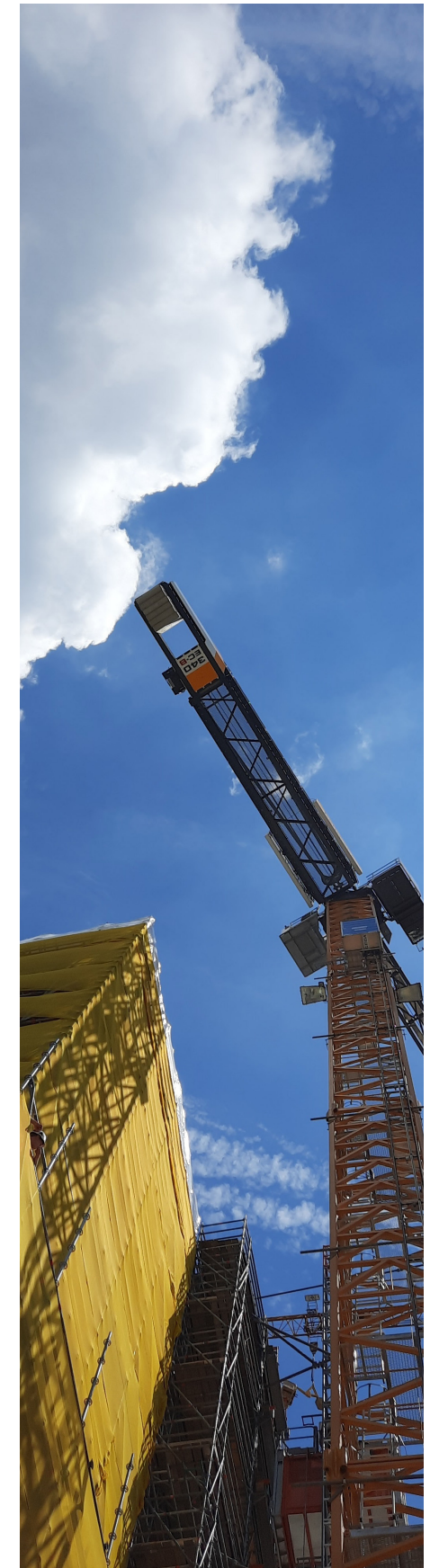
Para llevar a cabo dichos cambios a nivel organizacional, hay empresas que realizaron un proceso guiado y documentado por medio de un Plan de Implementación BIM, tomando como punto de partida la contratación de un Gestor BIM, ya sea externo a la empresa o para que su suma de forma indefinida al equipo de trabajo interno. Desde aquí las posibilidades son variadas, hay quienes han otorgado al Gestor BIM, la labor de levantar sus procesos de trabajo con la intención de traducirlos a esquemas y procesos que obedezcan a la aplicación de metodologías BIM. Por otro lado, hay Gestores BIM que han tomado el rol de capacitadores, generando material de inducción y manuales que permitan que el resto de los integrantes del equipo de trabajo se sumen a la aplicación de la metodología, pudiendo además mejorar y complejizar sus manuales y procesos según se vaya haciendo necesario y sus conocimientos de la metodología profundizándose.

Como hemos podido entender a lo largo del desarrollo de esta guía, sea cual sea la vía por la que se opte para adoptar BIM en una empresa, siempre habrá que tomar en consideración los puntos en común revisados a lo largo del presente documento, los cuatro ámbitos estratégicos -visión, personas, procesos y tecnologías- los cuales son transversales y cruciales para una correcta implementación y desarrollo de proyectos BIM.

Anexos

Glosario

- **Clasificación:** Disposición sistemática de categorías y subcategorías de aspectos de la construcción incluyendo la naturaleza del inmueble, elementos de construcción, sistemas y productos.
- **COBie:** Información estructurada de la instalación para su puesta en marcha, operación y mantenimiento de un proyecto que será usado para suministrar datos al cliente u operador de la edificación o infraestructura para completar las herramientas de toma de decisiones, FM y sistemas de gestión de activos.
- **Componente de modelo:** Cada una de las entidades constructivas individuales y con datos propios, que conforman el modelo de información.
- **Disciplina:** Cada una de las grandes materias en las que se pueden agrupar los objetos que forman parte del BIM dependiendo de su función principal.
- **Entorno Común de datos o información:** Se refiere a la infraestructura tecnológica y flujo de comunicación que es usado para recopilar, gestionar y compartir todos los archivos, documentos, e información relevante para el desarrollo del proyecto enmarcado dentro del proceso BIM. También es conocido como CDE por la sigla en inglés de Common Data Environment.
- **Entregables:** Cualquier producto medible y verificable que se elabora y proporciona al cliente para completar un proyecto o parte de un proyecto. El avance del trabajo en el proyecto debe ser medido monitoreando el avance en los entregables.
- **Estado de Avance de Información de los Modelos (EAIM):** Distintos grados consecutivos de desarrollo de la información del proyecto.
- **Estándar BIM para proyectos públicos:** Documento elaborado por Planbim en conjunto con un equipo de trabajo interdisciplinario, que busca definir el intercambio de información entre el solicitante y los proveedores
- **Formato nativo:** Formato propietario nativo de una plataforma concreta de software cuya estructura y definición depende de una entidad privada, por oposición a formatos abiertos.



- **IFC:** IFC es una especificación abierta/neutral -schema- y un "formato de archivo BIM" no propietario desarrollado por buildingSMART que facilita el intercambio de información entre herramientas software. UNE-EN ISO 16739:2016 ratificada en 01-01-2017.
- **Información BIM:** Se refiere a cualquier modelo, archivo, documento o información gráfica o no gráfica que representa virtualmente una edificación o infraestructura civil, o parte de las mismas.
- **Interoperabilidad:** Capacidad de diversos sistemas (y organizaciones) para trabajar juntos sin problemas, sin pérdida de datos y sin un esfuerzo especial. La interoperabilidad puede referirse a sistemas, procesos, formatos de archivo, etc.
- **Manual Básico de Entrega de Información (MEI):** Guía de doce pasos a realizar en los modelos BIM, que permiten compartir e intercambiar información de manera estructurada durante todo el ciclo de vida de las edificaciones e infraestructuras, considerando la utilización de estándares openBIM.
- **MEP o Mechanical, Electrical and Plumbing:** Siglas en inglés referentes a las instalaciones mecánicas, eléctricas e hidrosanitarias Mechanical, Electrical and Plumbing.
- **Modelo as-built:** Hace referencia al modelo que recoge la información diseñada corregida según lo ocurrido durante la construcción al final del proyecto.
- **Modelo constructivo:** Es el modelo BIM utilizado por el Equipo de Construcción para realizar un análisis constructivo. Este tipo de modelo frecuentemente incluye grúas, andamios y otros medios auxiliares requeridos para la construcción final del edificio.
- **Modelo federado:** Un modelo que se compone por la adición de varios modelos de distintas disciplinas, siendo necesario trabajar independientemente en cada uno para que se produzcan los cambios en el modelo federado.
- **Modelo Integrado:** Modelo compuesto por la información de las distintas disciplinas del proyecto, contenida en una única base de datos.
- **Modelo:** Representación 3D en formato digital de una construcción que almacena tantos datos físicos de un elemento como datos geométricos como resistencia, material, coste, etc. y la relación entre los diferentes elementos que componen dicha construcción.



- **Nivel de desarrollo o Level of Development o LOD:** Describe el nivel de completación al cual debe ser desarrollado cada elemento.
- **Nivel de Geometría (NDG):** Grados de profundidad que puede tener la información geométrica en las entidades de los modelos BIM.
- **Nivel de Información (NDI):** Grados de profundidad que puede tener tanto la información geométrica como no geométrica contenida en las entidades de los modelos BIM, según el Estado de Avance de la Información de los Modelos en que se requiera.
- **PEB:** Se refiere a Plan de Ejecución BIM o BEP por sus siglas en inglés de BIM Execution Plan, documento que da las directrices específicas sobre la implementación BIM en el Proyecto.
- **Requisitos de Información del Cliente o EIR o Employer's information requirements:** Documento precontractual que contiene la información a entregar, y las normas y procesos que debería aplicarse por el equipo redactor como parte del proceso de entrega de proyectos.
- **Tipos de Información (TDI):** Grupo de datos que pueden estar contenidos en los modelos.
- **Uso BIM:** Método de aplicación de BIM durante el ciclo de vida de una edificación o infraestructura para alcanzar uno o más objetivos específicos.¹⁸



18. Fuentes: Protocolo BIM renfe, EspacioBIM. Es y Estándar BIM para proyectos públicos, intercambio de información entre solicitante y proveedores.

Índice de links de referentes de material de apoyo

- Mckinsey (2017). reinventing construction through a productivity revolution. <https://ips-ai.com/download/knowledge.pdf>
- Herramienta "BIM Return on Investment (ROI)" Home - Building Information Modelling: ROI Calculator scottishfuturetrust.org.uk
- BuildingSMART Spain ¿Que es BIM? www.buildingsmart.es/bim/qu%C3%A9-es
- La Matriz de Roles BIM del Estándar BIM para proyectos públicos, intercambio de información entre solicitante y proveedores. <https://planbim.cl/biblioteca/documentos/matriz-de-roles-bim>
- Matriz de Implementación BIM (Mibim) <https://planbim.cl/inicio-Mibim>
- PlanBim. (2019). Estándar BIM para Proyectos Públicos. <https://planbim.cl/biblioteca/documentos/estandar-bimpara-proyectos-publicos>
- Capítulo B3-Recursos de los Equipos, Formulario PEB: Plantillas de Plan de Ejecución BIM – Planbim. <https://planbim.cl/biblioteca/documentos/plantillas-de-plan-de-ejecucion-bim>
- Penn State University (2013): The Uses of BIM Classifying and Selecting BIM Uses Version 0.9 <https://bim.psu.edu/uses>
- Web de descarga Estándar BIM Nacional para proyectos Públicos. <https://planbim.cl/download/estandar-bim-paraproyectos-publicos>



- Indicadores BIM. Desarrollado por CAMACOL Colombia. <https://camacol.co/descargable/indicadores-bim>
- Web de búsqueda ISO 16.950, Instituto Nacional de Normalización. <https://ecommerce.inn.cl/search?q=19650>
- BIM Level 2 Benefits Measurement. PricewaterhouseCoopers LLP. www.cdbb.cam.ac.uk/files/1._pwc_summary_guidance_to_bbm.pdf
- The New Zealand BIM Handbook. www.biminz.co.nz/nz-bim-handbook
- Bilal Succar. BIM Dictionary. <https://bimdictionary.com/es/model-component/1>

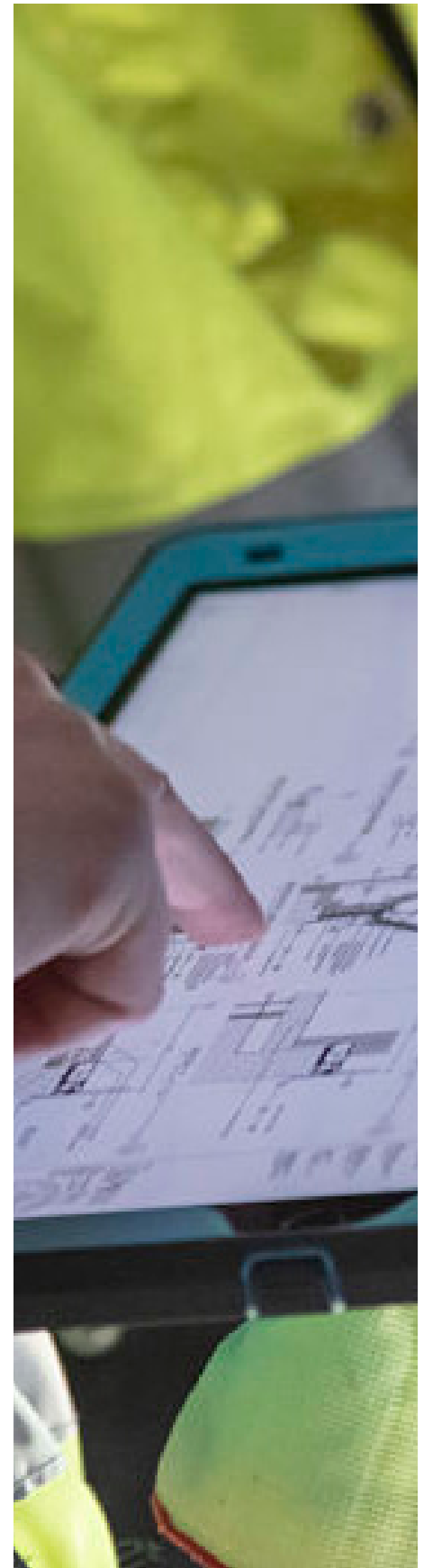


Referentes Bibliográficos

- Baldwin, M. (2019). The BIM Manager A Practical Guide for BIM Project Management.
- 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.
- Comisión Construïm el Futur de ITeC. (2018). Libro Blanco sobre la definición estratégica de Implementación del BIM en la Generalitat de Catalunya.
- EUBIM Taskgroup. (s.f.). Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo.
- 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.
- Mibim, Planbim (2020). Informe de autoevaluación de la matriz de implementación BIM. <https://Planbim.cl/inicio-Mibim/>
- Planbim. (2019). Estándar BIM para Proyectos Públicos.
- Planbim. (2019). Matriz de Roles BIM.
- Planbim. (1 de abril de 2021). 4. Modelos BIM – Conceptos Estándar BIM para Proyectos Públicos. [Archivo de Video]. Youtube. www.youtube.com/watch?v=Sl6B0rEfsXI&t=125s
- Planbim. (1 de abril de 2021). 3. Tipos y Niveles de Información BIM – Conceptos Estándar BIM para Proyectos Públicos. [Archivo de Video]. Youtube. www.youtube.com/watch?v=fkhCdipclEE&t=14s



- Sigra 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.



Productividad

**COMPROMISO
PRO**

chc
CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN