



**BIM** Forum Chile



# Guía Inicial para implementar BIM en las organizaciones

ABRIL 2017



## GUÍA INICIAL PARA IMPLEMENTAR BIM EN LAS ORGANIZACIONES

### Documento desarrollado por:

Grupo Técnico de Trabajo de Estandarización

BIM Forum Chile

Corporación de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción

### Comité de redacción:

Tanny Aguilera (Romeral -Pizarreño)

María José Alarcón (Axis)

Javiera Bravo (Axis)

Carlos Bustos (Idiem)

Alejandro Eliash (CDT)

Sergio Fabio (Gespro)

Christian Gálvez (Idiem)

Rodrigo Herrera (Microgeo)

Héctor Lira (Cruz y Dávila)

Juan Mella (Architeng)

Ignacio Morales (Minsal)

Arturo Palma

Francisco Pizarro

Nicolás Posada (BIM Studio)

Daniel Quevedo

Aaron Sotelo (Bricscad)

Eric Straus (Consultores Inmobiliarios Integrados)

Geraldine Tejeda (Revit Chile Design)

Archibaldo Tumani (Consultores Inmobiliarios Integrados)

Darling Valenzuela (Fleischmann)

Javier Vallejos (CDT)

**Edición periodística:** Área Comunicaciones, CDT

**Diseño:** BIM Forum Chile

1ª Edición, Abril 2017

Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT

Marchant Pereira 221 Of.11, Providencia. Santiago de Chile

Fono (56 2) 2718 7500 - [bimforum@cdt.cl](mailto:bimforum@cdt.cl) - [www.bimforum.cl](http://www.bimforum.cl)

Los contenidos del presente documento consideran el estado actual del arte en la materia al momento de su publicación. CDT no escatima esfuerzos para procurar la calidad de la información presentada en sus documentos técnicos. Sin embargo, advierte que es el usuario quien debe velar porque el personal que va a utilizar la información y recomendaciones entregadas esté adecuadamente calificado en la operación y uso de las técnicas y buenas prácticas descritas en este documento, y que dicho personal sea supervisado por profesionales o técnicos especialmente competentes en estas operaciones o usos. El contenido e información de este documento puede modificarse o actualizarse sin previo aviso. CDT puede efectuar también mejoras y/o cambios en los productos y programas informativos descritos en cualquier momento y sin previo aviso, producto de nuevas técnicas o mayor eficiencia en aplicación de habilidades ya existentes. Sin perjuicio de lo anterior, toda persona que haga uso de este documento, de sus indicaciones, recomendaciones o instrucciones, es personalmente responsable del cumplimiento de todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos necesarias frente a las leyes, ordenanzas e instrucciones que las entidades encargadas imparten para prevenir accidentes o enfermedades. Asimismo, el usuario de este documento será responsable del cumplimiento de toda la normativa técnica obligatoria que esté vigente, por sobre la interpretación que pueda derivar de la lectura de este documento.



BIM Forum Chile agradece la colaboración de las siguientes empresas Premium en la publicación de este documento.

**BADIA + SOFFIA**  
ARQUITECTOS

 **CONGRAP**  
Tecnologías + Capacitación + Consultoría

**CyD**  
CRUZ Y DAVILA  
INGENIERIA

  
INMOBILIARIA  
MANQUEHUE

**idiem**  
Investigación, Desarrollo e Innovación  
de Estructuras y Materiales

  
**DRS**  
GESTIÓN INTEGRAL DE PROYECTOS



  
**renelagos**  
engineers

 **BIM**  
STUDIO

 **AUTODESK.**

**POCH**

 **suez**

**HunterDouglas®**

  
**BRICSCAD**

 **microgeo®**

  
**INGENIERÍA APLICADA**  
UNA EMPRESA DEL GRUPO SGS

**ARCHISOFT®**  
GRAPHISOFTCENTER CHILE

### Empresas Gold



**FLEISCHMANN**



**CONSTRUSOFT**  
www.construsoft.com



**AXIS**  
DESARROLLOS  
CONSTRUCTIVOS



**DuocUC**



**P**  
pizarreño



**OSSARQUITECTURA**

### Empresas Asociadas

- Consultores Inmobiliarios Integrados
- Arcadis Chile S.A.
- Intexa
- Universidad Santo Tomás
- Ceruti & Asociados
- Alemparte Barreda
- Hildebrandt
- Fanaloza
- Piloto Virtual
- Solutiva

### Asociados Individuales

- Marianela Dorado
- Fernando Palma
- Juan Mella
- Hugo Trujillo
- América Torres



**JUAN PABLO BADIA A.**

Presidente  
BIM FORUM CHILE

A principio del año 2015, la Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT, de la Cámara Chilena de la Construcción, conformó BIM Forum Chile, una instancia técnica y permanente que convoca a los principales profesionales e instituciones relacionadas a Building Information Modeling (BIM) en nuestro país y cuya misión ha sido constituirse en el principal referente técnico y punto de encuentro en Chile en torno a sistemas BIM mediante la generación de actividades que agreguen valor a las empresas y los profesionales del sector construcción.

Entre los principales objetivos que ha asumido BIM Forum Chile desde su creación como entidad técnica, destaca la idea de reunir a los principales profesionales e instituciones relacionadas con esta temática, como son las oficinas de arquitectura y especialidades, ingeniería estructural, proveedores de soluciones, consultores, constructoras, mandantes, académicos, gerenciamiento de proyectos, ITOs, entre otros, como también la generación de estándares reconocidos a nivel nacional para el desarrollo de proyectos con el uso de BIM; promover y generar investigación, desarrollo y consolidación de conocimientos; generar instancias de difusión y transferencia tecnológica relacionadas a BIM; promover la vinculación con entidades nacionales e internacionales y colaborar con entidades académicas y otras instituciones en la formación de capacidades y competencias relativas a BIM.

Durante este período, BIM Forum Chile se ha posicionado como uno de los grupos de mayor relevancia dentro del país, contando con la participación de importantes entidades como el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Salud, Ministerio de Obras Públicas y Asociación de Oficinas de Arquitectos, destacadas Universidades a nivel nacional y a un relevante grupo de empresas privadas que se relacionan directamente a BIM, quienes participan activamente a través de sus cuatro grupos de trabajo: Estandarización, Gestión de Proyectos, Transferencia Tecnológica y Educación y en las diversas actividades que desarrolla BIM Forum Chile, las que se han convertido en una excelente instancia de colaboración y generación de redes de contacto entre profesionales de la industria.

En las diferentes actividades que hemos desarrollado, detectamos que uno de los puntos de gran interés para los profesionales del sector construcción es tener el acceso a contenidos técnicos de calidad, es por eso que es un gran orgullo para BIM Forum Chile presentar diferentes documentos que contribuyen a la industria una serie de conocimientos relacionados al universo BIM.



**CHRISTIAN GÁLVEZ O.**

Jefe División Inspección de Obras, IDIEM  
Coordinador Grupo Estandarización  
BIM FORUM CHILE

Estudios han revelado que el nivel de competencia de la industria de la construcción nacional respecto al uso de la metodología BIM, es aún incipiente. En general, existe desconocimiento por parte de las empresas del sector sobre esta materia. Por esto, es clave concientizar que la implementación de esta metodología ayudará a mejorar nuestra industria, potenciándola y abriéndola hacia nuevas perspectivas en materias de industrialización y productividad.

Determinados por lo anterior, el Grupo de Estandarización de BIM Forum Chile desarrolló un documento técnico cuyo principal objetivo es proporcionar lineamientos generales para la implementación de BIM en organizaciones. Dicho documento, hoy queda a disposición de la industria de la construcción, con lo cual esperamos contribuir al proceso de modernización de este sector productivo nacional.

Confiamos en que el nivel de sintonía entre los principales actores del sector, tanto públicos, como privados y académicos, siga fortaleciéndose. Aún queda mucho camino por recorrer y es fundamental que nos acompañemos en esta travesía.

Por último, agradecer a las empresas y personas que han sido parte de este proceso. Asimismo, esperamos que cada vez sean más quienes se sumen a estas iniciativas, en pos de propiciar la consolidación de una industria bien comunicada y cada vez más productiva.



Tabla de contenidos

1. INTRODUCCIÓN .....	8
2. COMPRENSIÓN DEL BIM .....	9
2.1 Definición de BIM.....	9
2.2 Fases de adopción de la metodología BIM .....	9
2.3 Marco Local: BIM en Chile.....	13
2.4 Objetivos y Tipos de modelos .....	14
2.5 Beneficios del BIM.....	19
3. IMPLEMENTACIÓN DEL BIM.....	22
3.1 Aspectos organizacionales .....	22
3.2 Aspectos Tecnológicos .....	28
3.3 Conceptos Relevantes .....	30
4. CONCLUSIÓN .....	38



## 1. INTRODUCCIÓN

BIM FORUM CHILE es una instancia técnica y permanente impulsada por la Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción, que convoca a los principales profesionales e instituciones relacionadas a Building Information Modeling (BIM) en nuestro país. En este contexto, y bajo el alero del Grupo de Estandarización de BIM Forum Chile se ha desarrollado esta guía, que es un primer paso para generar un estándar BIM a nivel nacional.

Es importante mencionar que el desarrollo de contenido se ha generado en conjunto con algunas empresas que han facilitado su conocimiento y aprendizaje a través del tiempo. Por lo mismo es necesario que la transferencia del conocimiento sea constante al interior de la empresa, ya que es fundamental el compromiso y voluntad en la adopción de BIM. La técnica, metodología y las tecnologías para optimizar los procesos son parte de la reingeniería de los mismos y esto es secundario a las ganas de avanzar y responsabilidad en la implementación de BIM, lo que es un pilar primordial al introducir el trabajo realmente colaborativo en una empresa.

Cabe señalar también que la complejidad actual que pueden tener los proyectos y la cantidad de involucrados hace necesario el uso de BIM para integrar el trabajo y colaborar, ya sea al interior de una empresa o entre empresas participantes de un proyecto. Esto no limita el uso de BIM sólo a proyectos grandes o complejos, también esta capacidad de estructurar y organizar los proyectos facilita la utilización de distintos prototipos que ayuden a tomar las mejores decisiones, desde el punto de vista del diseño o ingeniería, hasta aspectos de sustentabilidad o ahorro energético, mediante distintos tipos de análisis, siendo una herramienta eficaz para cualquier tipo de proyecto.

El objetivo del presente documento es entregar al sector aspectos generales para implementar proyectos BIM en las organizaciones y ser un primer paso para estandarizar el uso de metodologías BIM. Para la elaboración de este documento se tomó como base la “Guía de primeros pasos de Autodesk”, la que ha sido adaptada a la realidad nacional por un grupo de empresas socias de BIM Forum Chile.

Como Grupo de Trabajo, esperamos que esta guía contribuya a la construcción de un lenguaje tecnológico común local, que permita aumentar la eficiencia en nuestros procesos y así contar con una industria más productiva y sustentable.



## 2. COMPRENSIÓN DEL BIM

### 2.1 Definición de BIM

BIM es un acrónimo usado para dos conceptos:<sup>1</sup>

- BIM (Building Information Model) es la representación digital paramétrica del producto de construcción<sup>2</sup> (losas, muros, pilares, equipamiento, puertas, ventanas, etc.) que incluye su geometría e información.
- BIM (Building Information Modeling) es una metodología/proceso para desarrollar y utilizar modelos BIM para apoyar decisiones de diseño, construcción y operación durante todo el ciclo de vida de un proyecto, lo que implica una integración y gestión de información provista y usada por diferentes actores del proyecto.

No obstante la coexistencia de estos dos conceptos, es importante aclarar que en la práctica no deben desarrollarse de forma independiente, sino que el concepto “Building Information Model” entendido como “Modelo” se encuentra implícito en el concepto de “Building Information Modeling” entendido como “Metodología”. Es decir, la generación del modelo implica desarrollarlo bajo una metodología y procesos formalmente establecidos.

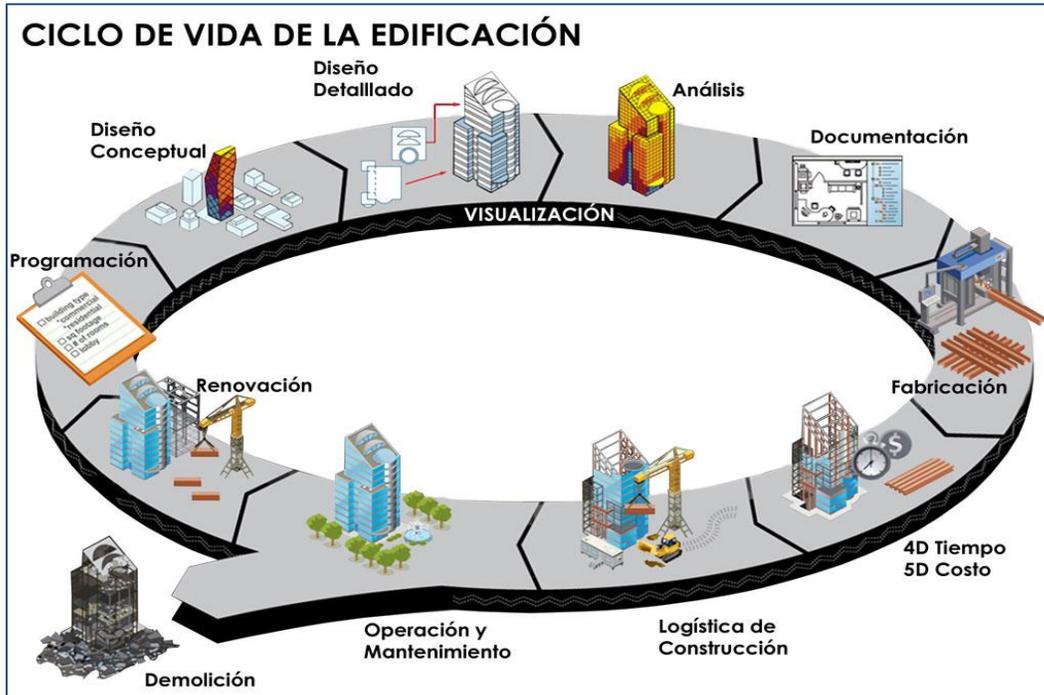
### 2.2 Fases de adopción de la metodología BIM

Las compañías interesadas en impulsar la creación de modelos documentados dentro de sus flujos de trabajo (Tecnología BIM), deberán identificar previamente sus capacidades y definir objetivos escalables para la incorporación de la metodología BIM dentro de su compañía; es decir, realizar un diagnóstico que muestre el estado actual de la empresa donde se implementará BIM. En este contexto, es recomendable posicionar su empresa en las etapas del ciclo de proyecto donde interactúa comúnmente, considerando si desarrollan proyectos de Ingeniería Conceptual, Ingeniería Básica, Ingeniería de Detalles, modelo de arquitectura, análisis estructural, coordinación de construcción o proyectos de construcción.

---

<sup>1</sup> Definición generada por el Grupo Educación de BIM Forum Chile

<sup>2</sup> No excluye otro tipo de obras como por ejemplo obras civiles.

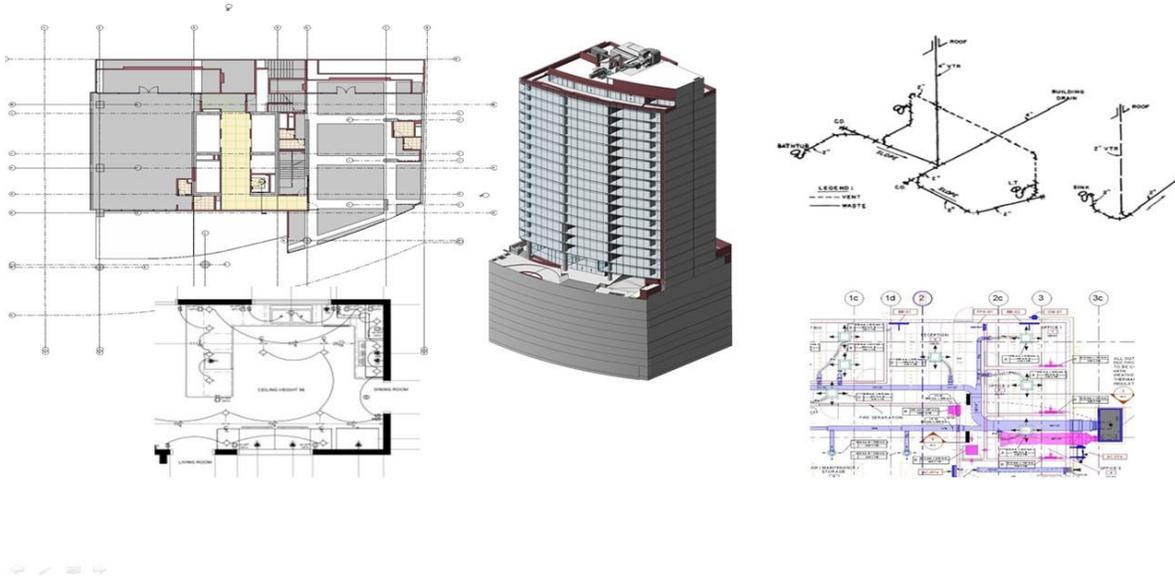


Por otra parte es fundamental identificar las demás empresas que son parte del ciclo de proyecto donde trabajará, para entender si también aplicarán esta forma de trabajar. Es recomendable que todas las empresas que intervienen a lo largo del proceso también implementen BIM; de lo contrario no se podrá trabajar de una forma óptima, ni sacar todo el partido posible a los beneficios que aporta el uso esta metodología colaborativa.

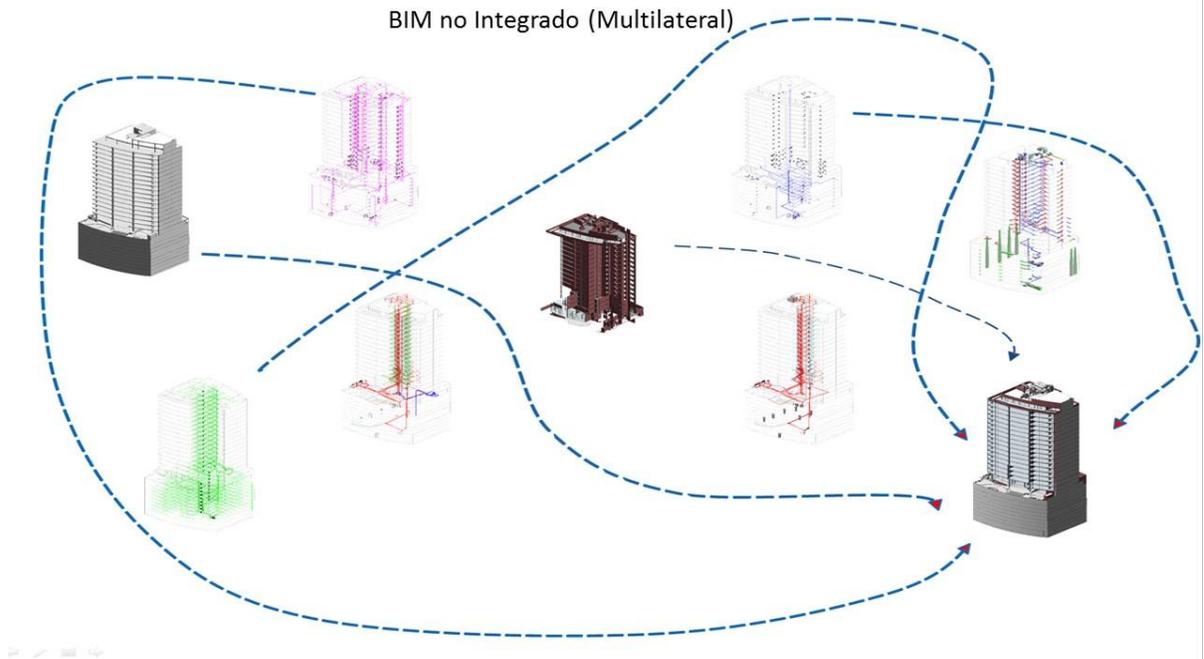
De acuerdo a la información obtenida, su compañía deberá definir cuál BIM será el que intentará impulsar, considerando los siguientes escenarios:



### BIM no Integrado (Unilateral)



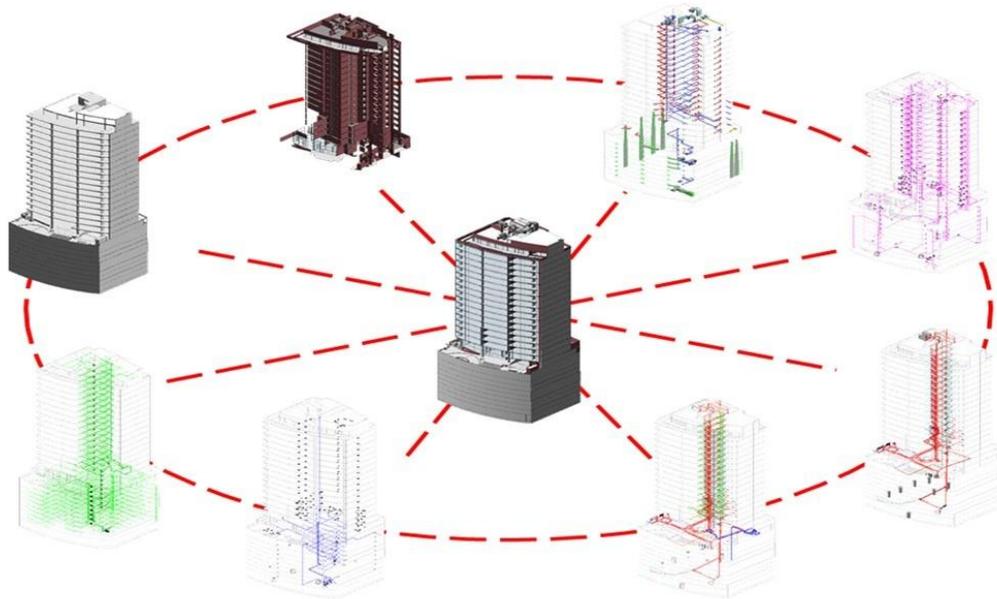
**BIM no integrado (Unilateral):** Caso cuando una compañía del ciclo de proyecto es la única que aplicará la tecnología BIM. Esta compañía se verá beneficiada con la velocidad de gestionar cambios en sus modelos, obtener la documentación y lograr una buena coordinación de su proyecto, pero no generará más beneficios para un mandante u otra empresa que sea parte del proyecto.



**BIM no integrado (Multilateral):** Caso cuando más de una empresa del ciclo de vida de un proyecto utiliza la tecnología BIM y la información es entregada entre empresas. En estos casos cada compañía desarrollará sus modelos según sus necesidades.



## BIM Integrado



**BIM integrado:** Caso cuando la coordinación de todas las especialidades y etapas del proyecto es realizada en forma normada y centralizada, y todas las compañías trabajan bajo una normalización establecida (Mandatos) de acuerdo a los objetivos del proyecto (caso ideal).

Al implementar BIM no existirá un solo traje a medida que aplique para todas las compañías, cada empresa (constructora, inmobiliaria, estructural, etc.) tendrá necesidades diferentes y sus prioridades de adopción de la tecnología serán muy particulares, por lo que deberán elaborar sus propios procedimientos y flujos de trabajo a nivel interno.

El común denominador para que las empresas adopten esta tecnología de manera consistente, sin importar su tamaño será la “Estandarización”, esto permitirá que la adopción de esta tecnología se pueda mantener en el tiempo y los resultados se visualicen en un corto plazo.

### 2.3 Marco Local: BIM en Chile

El BIM en Chile se ha desarrollado a lo largo de los años de manera gradual, iniciado en un principio en el ámbito de la Arquitectura, fue expandiendo sus beneficios para decantar en una segunda etapa en la coordinación digital, aplicándose en proyectos privados y públicos,



especialmente en infraestructura hospitalaria, cuando se comienza a exigir en una parte de las licitaciones de los hospitales públicos desde el año 2009. A medida que se iba aplicando la tecnología, se obtenían resultados en el área de la coordinación traducidos en reducciones de costos por anticipación de errores, por lo que cada vez se hacía más atractivo para los distintos participantes en el diseño y construcción de los proyectos.

Otro desarrollo que ha buscado identificar el avance de BIM en Chile, ha sido la Encuesta Nacional BIM realizada por la Universidad de Chile el 2013 y el 2016; que busca cada 3 años identificar por medio de ciertas preguntas el nivel de conocimiento, adopción y perspectivas de uso de BIM en los diferentes actores de la Construcción.

Sin embargo, es en el año 2015 donde se formaliza el plan de implementación y exigencia del BIM en Chile, impulsado por el Gobierno y Corfo. El cual busca aumentar la sustentabilidad de la construcción utilizando y aplicando la tecnología a los proyectos públicos de aquí al 2020, y a los proyectos privados al 2025.

## **2.4 Objetivos y Tipos de modelos**

Antes de requerir un servicio BIM y de comenzar a trabajar en los modelos, es necesario que todos los participantes comprendan los objetivos que se buscan con ellos, los cuales dependerán de la etapa del proyecto en que nos encontremos. Estos objetivos deben ser medibles y específicos para el proyecto, tratando de esta manera de mejorar la planificación, diseño, construcción y operación de las instalaciones. Estas metas deben relacionarse con el desempeño general del proyecto, ya sea reduciendo la duración del cronograma de este, disminuyendo su costo, o aumentando la calidad general del proyecto.

### **2.4.1 Potencialidades del uso BIM**

Si bien la potencialidad de la aplicación y uso de la metodología BIM es muy amplia, los potenciales beneficios de ello dependen, en gran parte, del actor que analice esos beneficios y también en la etapa en la que se aplique. No serán los mismos beneficios que podrá obtener un Arquitecto, comparado a un Gerente de Mantenimiento de Edificios, ya que por la naturaleza de sus roles y responsabilidades, persiguen distintos fines y participan en diferentes etapas. Por otro lado, no es lo mismo analizar los beneficios desde el punto de vista del negocio, que desde el punto de vista profesional; de todas maneras estos aspectos serán abordados más adelante.

No obstante, es pertinente aclarar que hay beneficios que pueden considerarse transversales independiente del actor que los analice y la etapa del proyecto.



A continuación enumeraremos algunos de ellos:

- **Mejorar el acceso a la Información**

Independiente del tipo de software BIM, todos comparten un mismo foco que es “Administrar eficientemente la información”. Es por eso que la arquitectura de los programas permite un acceso simplificado mediante una interfaz y herramientas específicas para lograr la mejor gestión de información posible. Existen visualizadores gratuitos para facilitar la comunicación entre las partes. La clave es la unificación de información.

- **Mejorar la Colaboración**

La utilización de tecnología y procesos BIM permite mejorar la colaboración e interacción entre los diferentes actores de un proyecto, dado que se utiliza una plataforma común de administración de información y se establecen protocolos comunes entre los usuarios.

- **Mayor Control de Procesos**

Considerando que el concepto de BIM se basa en definir una metodología y procesos, la evolución de un proyecto u obra bajo estos lineamientos redundará en un mejor y mayor control de los procesos ya que las reglas y/o protocolos están claros para todos los actores y se conoce el objetivo común.

- **Mayor Productividad**

Un mejor acceso a la información y colaboración entre usuarios, sumado a procesos definidos y las herramientas que puede proveer el software, dan como resultado una mayor productividad. Este aumento de productividad se puede traducir, en una instancia de diseño, por ejemplo a una reducción en tiempos de coordinación entre especialistas ya que hay una única fuente de información. Desde el punto de vista del software también pueden enumerarse herramientas como las de cálculo de cuantías automáticas, actualización centralizada de la información, entre otras, lo cual hace más eficiente al profesional involucrado.

## 2.4.2 Tipos de Modelos

Existen varios tipos de modelos BIM de acuerdo a la etapa en el ciclo del proyecto en que nos situemos y los objetivos específicos que se quiera abordar con el modelo. Cabe destacar que dado que un modelo puede tener varios objetivos durante el desarrollo del proyecto, se debe apuntar a desarrollar el modelo que tenga la mayor cantidad de información o que logre un mayor alcance en su desarrollo.



#### **2.4.2.1 Modelo De Cabida De Terreno**

Modelo el cual en base a la normativa presente de un terreno específico, permite determinar las condiciones espaciales para el diseño de un anteproyecto de Arquitectura en cuanto a su superficie máxima de ocupación de suelo, número de pisos, altura máxima, etc.

#### **2.4.2.2 Modelo de Topografía**

Modelo que se genera a partir de la geometría de las curvas de nivel del terreno según lo indicado en los Levantamientos Topográficos, el cual correctamente implementado permite mostrar gráficamente las propiedades espaciales del Terreno existente. Puede ser hecho en base a Nubes de Puntos tomados en base a Escáner Laser o Planos de Topografía. Este modelo contempla información paramétrica o información planimétrica que permite calcular el volumen real de tierra según estratos, cuando se incorpora en los modelos la información del proyecto de Mecánica de Suelos.

#### **2.4.2.3 Modelo de Movimiento de Tierras**

Modelo que se genera a partir del Modelo de Topografía existente del Terreno. Contempla información paramétrica o información planimétrica que permite calcular la cantidad de tierra a mover o rellenar, cuando se incorpora en los modelos la información del proyecto de Mecánica de Suelos y del Movimiento de Tierras.

#### **2.4.2.4 Modelo De Anteproyecto De Arquitectura**

Modelo de diseño inicial de Arquitectura, el cual en base a los requisitos del cliente y las condiciones del terreno se ha llegado a materializar espacialmente. Este modelo permite visualizaciones y generar análisis rápidos, interactivos e ilustrativos, que apoyan la comunicación y la toma de decisiones con el cliente.

#### **2.4.2.5 Modelo De Visualización**

Modelo volumétrico implementado para mostrar gráficamente las propiedades espaciales del proyecto de Arquitectura. Puede ser hecho en base al modelo de Anteproyecto de Arquitectura o el Modelo de Arquitectura. Este modelo no contempla información paramétrica o información planimétrica.



#### **2.4.2.6 Modelo De Arquitectura**

Modelo con mayor desarrollo del diseño arquitectónico, el cual permite identificar un sistema estructural preliminar en el proyecto, identificar recintos según su uso y obtener información planimétrica, ya sea para tener una representación gráfica 2D del proyecto o para obtener los permisos municipales. El nivel de detalle del modelo de Arquitectura es evolutivo durante el ciclo de vida del proyecto y puede concluir en un modelo de: Cubicación, Análisis, Coordinación, Construcción, Fases de Construcción, As Built, o de Mantenimiento según sea el requerimiento específico que se le planificó dar en un inicio. Es por esto que es importante identificar el objetivo de este modelo previo a iniciar su desarrollo.

#### **2.4.2.7 Modelo De Análisis Estructural**

Modelo que permite analizar el sistema estructural de un edificio para determinar con precisión las dimensiones de elementos constructivos y su comportamiento ante esfuerzos sísmicos mediante simulaciones virtuales. También posibilita una optimización de la estructura planteada a través del software de cálculo.

#### **2.4.2.8 Modelo De Estructura**

Modelo que muestra el diseño estructural del proyecto de arquitectura, cuyos elementos y sus dimensiones responden a un análisis de sus cargas y esfuerzos.

#### **2.4.2.9 Modelo De Coordinación de Arquitectura con Estructuras**

Modelo el cual incorpora los modelos de Arquitectura y Estructuras anteriormente mencionados a nivel volumétrico, con el fin de detectar problemas de coordinación geométrica entre disciplinas a modo de corregirlos en conjunto con los proyectistas para prevenir que estos problemas se generen en obra. Este modelo no contiene el nivel de detalle de un modelo de cubicación o uno de construcción, ya que la interacción entre tantos elementos volumétricos disminuye el rendimiento del modelo.

#### **2.4.2.10 Modelo De Instalaciones**

Modelo que muestra el diseño de trazados y equipos de las distintas instalaciones incorporadas en él acorde a los requerimientos del proyecto de Arquitectura. Las principales disciplinas presentes en un proyecto de instalaciones tipo son: Climatización & Extracción, Electricidad, Corrientes Débiles y Sanitario, sin embargo dependiendo de la complejidad del proyecto este puede



involucrar muchas más especialidades. Un modelo de especialidad puede contener desde una especialidad en particular diseñada por su respectivo especialista a un conjunto de ellas.

#### **2.4.2.11 Modelo De EISTU y Pavimentación**

Modelo con mayor desarrollo del diseño del proyecto de EISTU (Estudios De Impacto Sobre El Sistema De Transporte Urbano) y Pavimentación el cual permite identificar las Obras Exteriores más importantes del proyecto, identificar empalmes y tránsito en sectores de circulación, y obtener información planimétrica ya sea para tener una representación gráfica 2D del proyecto o para obtener los permisos municipales.

#### **2.4.2.12 Modelo De Coordinación De Especialidades**

Modelo que incorpora todos los modelos anteriormente mencionados a nivel volumétrico, con el fin de detectar problemas entre los trazados de las especialidades a modo de corregirlos en conjunto con los proyectistas para prevenir que estos problemas se generen en obra. Este modelo no contiene el nivel de detalle de un modelo de cubicación o uno de construcción, ya que la interacción entre tantos elementos volumétricos disminuye el rendimiento del modelo.

#### **2.4.2.13 Modelo De Fases De Construcción**

Modelo usado por los contratistas, relacionado con la organización de los procesos de producción. Este modelo les sirve para planificar los distintos procesos constructivos y llevar un seguimiento del avance actual de la obra en relación a los tiempos y/o costos estimados inicialmente para cada partida.

#### **2.4.2.14 Modelo De Cubicación**

Modelo de arquitectura, estructura y MEP con mayor desarrollo de detalles, el cual es usado como herramienta para cuantificar elementos constructivos de un proyecto. Este modelo puede incluir los modelos de distintas disciplinas vinculadas como referencia externa. Mediante tablas el modelo permite determinar la cantidad exacta de elementos constructivos presentes en la totalidad del modelo, ya sea cuantificándolos, midiendo su volumen, área o longitud total según sea el caso.



#### **2.4.2.15 Modelo De Construcción**

Modelo de arquitectura con mayor desarrollo de detalles, usado como referencia para construir. Este modelo puede incluir el modelo de estructuras e instalaciones vinculado como referencia externa, para ser usado como guía a la hora de tomar decisiones respecto a soluciones constructivas complejas.

#### **2.4.2.16 Modelo “As Built”**

Modelo que contempla todos los modelos BIM involucrados dentro del proyecto, actualizados durante la etapa de construcción con las respectivas modificaciones efectuadas en obra, para representar un modelo fidedigno con lo construido.

#### **2.4.2.17 Modelo De Mantenimiento De Instalaciones**

Puesta en marcha del modelo “As Built”. Cuenta la descripción de todos los equipos mecánicos, eléctricos y trazados de instalaciones. El fin de este modelo es mantener en constante actualización las instalaciones del edificio, mediante una matriz de información que permite añadir datos sobre el ciclo de vida de los equipos o elementos instalados, programando avisos cuando sea necesario el mantenimiento preventivo o la renovación; también permite identificar los componentes en cuanto a sus especificaciones técnicas, de modo de reemplazar los equipos en mal estado acorde a las especificaciones originales de los proyectistas y mantener un registro de las modificaciones realizadas al inmueble.

### **2.5 Beneficios del BIM**

En aspectos generales el uso de las herramientas y metodologías BIM conlleva una serie de efectos beneficiosos en muchas aristas según el nivel de experiencia que se alcance, el nivel de compromiso de todos los actores y el proyecto a ejecutar.

En este sentido cabe señalar que la adopción de BIM plantea en principio, un beneficio estratégico desde el punto de vista de las ventajas competitivas que genera para la empresa, definiendo objetivos claros y cuantificables en pro de buenos resultados a nivel económico y de productividad.

Si bien a continuación se plantean dos grandes líneas de beneficios, cabe destacar que la mejor manera de tener un indicador real y comparable sería realizar dos proyectos idénticos con las mismas condiciones y en uno utilizar BIM y en otro utilizar la metodología y herramientas tradicionales; esto es utópico e irreal actualmente, por lo que en general los beneficios se pueden



apreciar al final del proceso y se estiman en base a la experiencia de quienes ya han realizado parte de este camino y han notado las ventajas que ofrece BIM.

De todos modos se plantean dos grandes enfoques de beneficios que se pueden mencionar:

### **2.5.1 Beneficios para los usuarios**

El uso de la metodología y herramientas BIM en general permite establecer un estándar de desarrollo de proyectos, un orden, una mejora de productividad; además una vez superada la curva de aprendizaje, permite mayor rendimiento o menores plazos y mayor control en el desarrollo de tareas habituales, entre otras. Si se logra un desarrollo amplio de BIM se pueden también tener cubicaciones y planimetrías rápidamente, menores modificaciones y cambios de versiones, menos consultas por inconsistencias o falta de definiciones.

El beneficio real que se obtenga de BIM depende de diversos factores, como los objetivos buscados por cada participante, la capacidad de comunicación entre actores, capacidades tecnológicas y humanas de cada oficina, entre otros.

### **2.5.2 Beneficios para el proyecto**

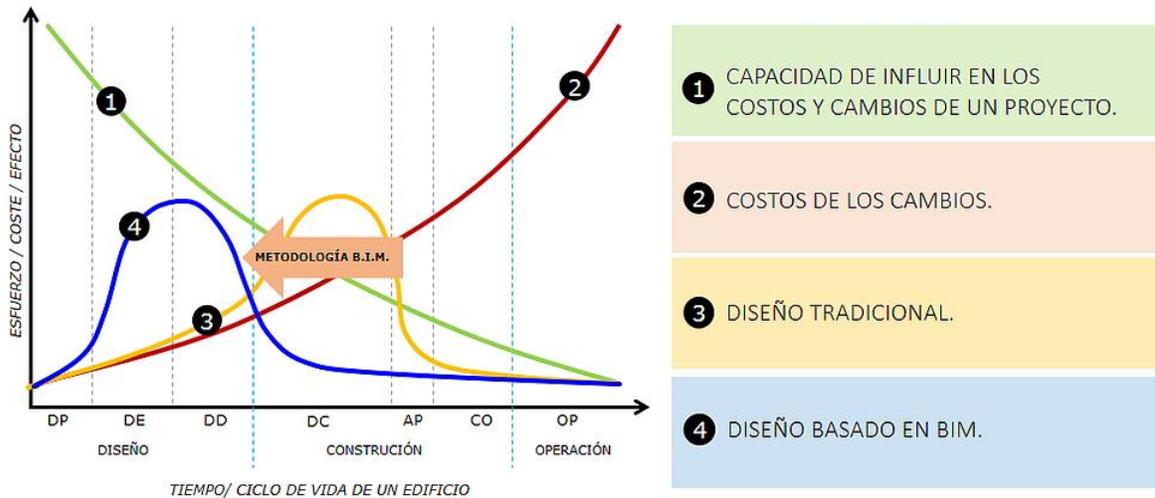
El uso de BIM en general requiere de un mayor esfuerzo en la fase de diseño de los proyectos, pero esto se retribuye con la posibilidad de realizar ensayos, simulaciones virtuales y distintos tipos de análisis permitiendo la toma de mejores decisiones y más informadas. También se pueden observar menores inconsistencias e interferencias al momento de construir, sin mayores aumentos de plazos y con costos controlados, evitando las ineficiencias por falta de definiciones en el proyecto. Tener múltiples opciones de diseño sin la necesidad de modificar todo el universo de planos o documentación puesto que al estar vinculadas, la actualización es automática.

Si su uso durante todo el ciclo del proyecto es parte de los objetivos, los beneficios que puede llegar a generar en la planificación de las vías de acceso necesarias para el mantenimiento, en el rastreo y control de los componentes, en remodelaciones y posteriores demoliciones, pueden reflejar un ahorro final significativo en la totalidad de la vida del proyecto desde el punto de vista de la gestión de activos. Cabe destacar que el mayor ahorro de este nuevo proceso se produce en la fase de operación y mantenimiento.

Dentro de la literatura al respecto, es bastante conocido el gráfico presentado por Patrick MacLeamy el 2005 en la AIA (American Institute of Architects), donde se muestra que la temprana



toma de decisiones al principio del proyecto en su etapa de diseño se realizan a un mayor esfuerzo, pero genera un gran beneficio al proyecto en su ciclo de vida.



DP: DISEÑO PREVIO / DE: DISEÑO ESQUEMÁTICO / DD: DESARROLLO DE DISEÑO/ DC: DOCUMENTACIÓN / AP: APROVISIONAMIENTO / CO: CONTROL DE OBRA / OP: OPERACIÓN.

### CURVA DEL ESFUERZO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO. (MACLEAMY)

Finalmente en aspectos generales, el uso de la metodología y herramientas tecnológicas aporta positivamente en la ejecución de los proyectos y es por eso que incluso se están desarrollando políticas públicas en pro de la masificación, difusión y uso de BIM en Chile; por lo que en un futuro próximo se espera que sea un requerimiento común y no opcional, en el desarrollo de distintos proyectos, tanto públicos como privados.



### 3. IMPLEMENTACIÓN DEL BIM

#### 3.1 Aspectos organizacionales

Para implementar adecuadamente BIM en las organizaciones 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 jefaturas, que permita cambiar los procesos tradicionales e implementar nuevas formas de trabajo que surgirán con el uso adecuado de metodologías BIM.

La implementación de BIM significará un impacto en la organización y en los procesos productivos y/o administrativos de estas. A medida que la organización comienza a realizar la implementación de BIM, es importante explicar de manera clara a todos los involucrados, los cambios que se producirán en la organización, como también los nuevos procesos y las tecnologías que serán aplicadas.

La implementación de BIM debe ser respaldada por la organización en su totalidad. Esto quiere decir que debe existir un respaldo permanente por parte de las jefaturas involucradas.

Un punto importante a considerar es que la implementación adecuada de BIM significa cambiar los procesos de la organización, es por esto que no puede ser una iniciativa exclusiva de un área, ni ser realizada únicamente a nivel de proyecto o disciplina.

No obstante lo anterior, cuando se cuenta con el respaldo por parte de las jefaturas de la organización y además se cuenta con el apoyo de expertos en la implementación de BIM, los equipos pueden iniciar la adopción de BIM en proyectos piloto, medir sus resultados y cosechar beneficios que posteriormente pueden escalar a nivel de la empresa.

En términos generales, no es relevante el tamaño del proyecto ni tampoco si involucra una o varias disciplinas, ya que para cada caso existirán estructuras organizacionales y flujos de trabajo BIM adecuados.

El marco de implementación que aquí se presenta se basa en una transformación organizacional que comienza por la visión y el patrocinio de las planas ejecutivas (jefaturas), y es llevado a cabo por los líderes de la organización y el grupo de trabajo del proyecto.

El marco se basa en tres estrategias específicas, cada una de las cuales es esencial para el desempeño de las otras:

- Visión de BIM



- Liderazgo de BIM dirigido
- Cambio gradual

### 3.1.1 Visión de BIM

Un factor esencial para la implementación exitosa de BIM es una visión concisa y bien articulada por parte de los líderes ejecutivos, respecto de los beneficios que la adopción de los procesos de BIM aportará a la empresa, así como a los elementos principales de la transformación y la apariencia que esta evolución tendrá en sus diferentes etapas. No se trata de una simple declaración de la visión; sino la proyección a futuro de la empresa al usar BIM.

Para implementar BIM de manera exitosa, las organizaciones necesitan una estrategia que aborde sus necesidades y valores empresariales de manera específica.

Otra parte esencial del éxito de un proyecto piloto de BIM, puede ser la relación con un asesor confiable que preste orientación sobre la mejor manera de definir y ejecutar la visión.

Para obtener de manera efectiva los beneficios de utilizar BIM en los proyectos, las jefaturas deben realizar todos los esfuerzos necesarios, a fin de posicionar el BIM dentro de los objetivos estratégicos de la organización.

Recomendaciones para posicionar una visión de BIM efectiva en la organización:

- **Visión acorde con las aspiraciones**

La visión debe tener el alcance y las aspiraciones suficientes para unir a los diferentes elementos de la organización. Si el proyecto piloto de BIM se realiza únicamente como un ejercicio de implementación tecnológica, sin considerar a las jefaturas, los diferentes procesos y la nueva estructura organizacional, no producirá el impulso necesario que permita generar un cambio y en consecuencia implementar BIM de manera adecuada en la organización.

- **Genere capacitación**

Las jefaturas podrían necesitar capacitarse sobre BIM, esto les permitirá considerar el real impacto de BIM al establecer las estrategias corporativas. Un comienzo adecuado puede ser contar con el apoyo de un asesor confiable que haya tenido éxito con la implementación de proyectos piloto de BIM.



- **Establezca logros decisivos**

La creación y programación de hitos claros ayudará a sobrellevar la incertidumbre inicial al enfrentar lo que podría parecer una obra de proporciones monumentales. Cumplir estos hitos también ayuda a crear "logros" de corto plazo que generen energía y potencien el esfuerzo dirigido a alcanzar el estado proyectado en la visión.

- **Defina las cinco cuestiones clave**

Las respuestas sobre quién, qué, dónde, cuándo y por qué proporcionarán a cada parte de la organización los detalles reales que necesita de la visión de BIM. Algunas de las preguntas serán difíciles de contestar y podrían implicar que las jefaturas deban asumir nuevos riesgos.

### **3.1.2 Liderazgo BIM**

Para la implementación de un proyecto piloto, es preferible contar con un equipo de liderazgo BIM. Este equipo debe propiciar que la visión sobre BIM se refleje en metodologías de trabajo que puedan ponerse en práctica para producir los resultados deseados y un rendimiento acorde a los objetivos estratégicos de la organización.

En cualquier organización, la gestión de cambios duraderos y sostenibles puede resultar una tarea difícil que precisa la adaptación de estrategias creativas a la cultura y las particularidades de cada organización. Estas son algunas tácticas de gestión de cambios asociadas con iniciativas de implementación de BIM:

- **Realizar evaluaciones**

Las acciones de los equipos deben acompañarse de evaluaciones y validaciones de cambios por medio del monitoreo de los hitos establecidos.

- **Comunicación por parte de jefaturas**

Un plan de comunicación por parte de las jefaturas, demuestra a todos los involucrados el compromiso de la organización con la implementación de BIM, ayuda a inyectar energía a la transformación y permite acortar distancia entre la teoría y la práctica cotidiana.



- **Inversión en capacitación**

La adopción BIM requiere la adopción de nuevas habilidades y nuevas formas de trabajar por parte de la organización. Esto hace necesario invertir en capacitación de modo de garantizar que se cuenta con las personas correctas en el proyecto correcto.

- **Contratos y consideraciones legales**

Las herramientas BIM y sus procesos asociados, pueden afectar la relación contractual entre su organización y sus mandantes o clientes. La colaboración que permite BIM representa un cambio significativo de los procesos tradicionales, el cual se debe abordar desde el inicio con los involucrados en el proyecto.

- **Revisiones de proyecto**

Las revisiones del proyecto permiten que el equipo de liderazgo BIM evalúe las medidas iniciales y la efectividad de la tecnología, los estándares y los procesos de BIM en el proyecto piloto. Estos equipos pueden detectar errores, mejorar estándares y procesos, y aplicar mejores prácticas.

- **Medición de la madurez de BIM**

Es preferible que el equipo de liderazgo BIM determine indicadores clave para medir el progreso de la organización, en cuanto a los objetivos globales e hitos señalados en la visión. También resulta útil medir la madurez de BIM a través de un conjunto de mediciones sobre la capacidad de la organización, para poner en práctica la metodología BIM en los proyectos.

### **3.1.3 Cambio gradual**

Una vez concretados todos los ajustes de los puntos anteriores, resulta pertinente la elección de un proyecto piloto. Este proyecto piloto podrá ser en base a proyectos ficticios, proyectos reales, partes de proyectos, entre otros. Todas las opciones son válidas y la elección dependerá del nivel de riesgo admisible y la mano de obra disponible para llevar a cabo su trabajo actual.

La implementación de un proyecto piloto debe incluir mediciones en todas las etapas clave, a fin de comprender realmente si BIM se está implementando correctamente y si está teniendo los impactos proyectados. Los beneficios positivos que reciba cada involucrado en el proyecto durante el proceso, también se deben documentar para efectos del cálculo del retorno de la inversión.



Es probable que en etapas tempranas de la implantación de un proyecto piloto exista una caída en la productividad, debido principalmente a que existe una curva de aprendizaje de las personas involucradas en los nuevos procesos de la organización. Para facilitar esta transición, se recomienda que el equipo del primer proyecto piloto no trabaje en proyectos CAD 2D tradicionales y en proyectos BIM de modo simultáneo, pues esto podría perjudicar el aprendizaje del nuevo sistema.

Si la organización opta por implementar BIM en un proyecto real, lo ideal sería seleccionar a un cliente abierto a adoptar nuevas tecnologías y que comprenda lo que BIM hará a su favor. La resistencia al cambio es un rasgo común en las organizaciones, como también lo es la necesidad de mejorar la forma en que trabajamos. Durante el cambio a BIM se requiere de un respaldo positivo por parte de la administración y el personal pertinente, aún más en las organizaciones grandes; se requiere también establecer las expectativas correctas desde el inicio del proceso, formular un plan de acción y garantizar el nivel de capacitación adecuado de los empleados. Al empezar en pequeña escala e ir desarrollando la confianza, y al aumentar las capacidades y experiencias esenciales, la transición a BIM se acelerará con cada nuevo proyecto.

#### **3.1.4 Participantes de un proyecto BIM**

Un alto porcentaje del éxito de la implementación de cualquier metodología depende del capital humano involucrado y su capacidad de trabajar en equipo en entornos complejos y dinámicos. Por esta razón, la comunicación entre participantes es uno de los aspectos más importantes para el trabajo en BIM y para comprender de manera adecuada el mapa y flujos de trabajo, es necesario identificar a los actores principales que participan de la Metodología BIM durante todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción.

No existe un único tipo de flujo de trabajo ni de participantes en el desarrollo de proyectos. Estos varían dependiendo de factores como escala del proyecto, si pertenece al sector público o privado, la voluntad de los mandantes, entre otros. Por este motivo, los perfiles necesarios y la estructura organizacional del ámbito BIM pueden variar.

Actualmente en Chile los participantes usualmente son mandante, arquitecto, ingeniero estructural, proyectistas de instalaciones, constructores, inspectores, administradores, entre otros; quienes pueden mejorar sus procesos de trabajo a través de tecnologías BIM.



Independiente de lo anterior, según la encuesta hecha por PMG, en los últimos años, han surgido principalmente seis tipos de perfiles BIM, los cuales tienen diferentes niveles de especialización y responsabilidades.

A continuación se describen los principales perfiles BIM de manera general:

<b>Perfil</b>	<b>Director BIM</b>
<b>Descripción</b>	Encargado de liderar el proceso de implementación BIM en las empresas u organizaciones, gestionar con la dirección o gerencia de la empresa y controlar las condiciones habilitantes para que BIM sea correctamente ejecutado.

<b>Perfil</b>	<b>Gerente de Proyectos BIM</b>
<b>Descripción</b>	Encargado de la administración e implementación de las herramientas BIM de trabajo para el resto de los modeladores, plantillas, objetos BIM, espacios de Trabajo, o criterios de modelamiento, sean bajo un Estándar propio, del Mandate o Nacional. Responsable de lograr un proyecto coordinado utilizando las herramientas BIM y articular las distintas especialidades.

<b>Perfil</b>	<b>Revisor BIM</b>
<b>Descripción</b>	Encargado de revisar y controlar que los modelos y/o proyectos sean diseñados y/o construidos de acuerdo a las bases técnicas, normativas y plan de ejecución BIM.

<b>Perfil</b>	<b>Coordinador BIM</b>
<b>Descripción</b>	Encargado de integrar modelos de distintas especialidades y coordinarlos, detectar interferencias, evaluar posibles soluciones y manejar flujos de información de proyectos.

<b>Perfil</b>	<b>Modelador BIM</b>
<b>Descripción</b>	Encargado de la modelación de información en softwares BIM, es quien vierte los proyectos en el modelo de información, debe poseer manejo de interpretación de planos de arquitectura, estructura y especialidades, así como conocimientos de construcción y manejos avanzados del software seleccionado para hacer las modelaciones y análisis BIM.

<b>Perfil</b>	<b>Gestor de Operaciones BIM</b>
<b>Descripción</b>	Encargado de liderar el proceso de operación del proyecto en base al modelo BIM y el mantenimiento de la infraestructura y actualización del modelo a lo largo del tiempo.



Estos perfiles dependen de diversos factores que afecten la cantidad y relaciones entre estos roles, tales como pueden ser el tamaño de la empresa, la verticalidad u horizontalidad respecto de la jerarquía, la elasticidad del mercado en el que se desarrolla la empresa que afecta el dinamismo en el crecimiento de una empresa, la gran diversidad de tipos de proyectos; donde influye la complejidad de proyectos, los alcances de proyectos, la cantidad de proyectos, las etapas en las que se participa, entre otros. Finalmente y de la mano de la implementación, otro aspecto que puede ser determinante es como se defina el Plan de Ejecución BIM para los proyectos estableciendo los roles y responsabilidades asociadas.

### 3.2 Aspectos Tecnológicos

En aspectos generales, la implementación de BIM puede requerir de más de una medida; si bien en la presente guía se desarrollarán dos factores fundamentales, Softwares y Hardware; también esto se complementa con una adecuada infraestructura en términos de redes, posible necesidad de servidores, evaluación de servicios en la nube, capacitaciones por el nivel de complejidad, tanto para el manejo del software como para el manejo de otros elementos tecnológicos, como pueden ser escáner, drones, entre otras múltiples tecnologías, según el enfoque o necesidades de la empresa que está realizando la implementación.

Independiente de lo anterior, será el tipo de proyecto que se desarrollará y las especialidades que lo conformarán, lo que definirá los requerimientos tecnológicos a utilizar.

En la mayoría de los casos los requerimientos de hardware para el desarrollo de modelos documentados (modelos BIM) es más cercano al rango medio alto, que al definido como requerimiento básico por la mayoría de las compañías de software.

Con relación a los softwares a utilizar, es importante hacer un análisis de la capacidad productiva de cada aplicación, en cuanto a su capacidad de manejar proyectos que impliquen cargas gráficas considerables, ya sea por niveles de detalles elevados o por gran número de elementos.

#### 3.2.1 Sistemas de Software requeridos

En el mercado existe una gran cantidad de softwares diseñados especialmente para modelar utilizando metodologías BIM. Cada uno de estos softwares se ha ido especializando en diferentes aspectos. Es por esto que a continuación presentamos una matriz en la cual se identifican diversos usos y herramientas de softwares y proveedores que tienen una solución acorde a las diversas necesidades. [Listado Softwares BIM 2016<sup>3</sup>](#)

---

<sup>3</sup> <http://www.bimforum.cl/documentacion-tecnica/>



En los proyectos puede usarse cualquier software BIM, dependiendo de los objetivos que uno desee alcanzar con dicho modelo, sin embargo es importante considerar la interoperabilidad entre softwares BIM. La mayoría de estos poseen la opción de la exportación a un formato universal denominado formato IFC, (Industry Foundation Clases) que permite el intercambio de información de un software a otro, estableciendo así un lenguaje común para los distintos modelos de un proyecto.

### **3.2.2 Sistemas de Hardware requeridos**

Si bien es importante tener claro él o los softwares a utilizar, según el alcance que se busque en el desarrollo de proyectos en BIM, esto trae asociado la inversión en equipos computacionales adecuados y suficientes para tener un trabajo fluido. En este sentido cabe mencionar que por lo general, las mismas casas de softwares presentan dos tipos de recomendaciones de hardware para cada software; requerimientos mínimos y requerimientos recomendados o de alto rendimiento.

Se debe tener en claro que la configuración básica permitirá correr la versión del software elegido; pero no asegura una fluidez completa y genera incertidumbre respecto a si se cumplirán los requisitos mínimos de las siguientes versiones de los software, por lo que no es recomendable elegir este tipo de configuración.

Respecto a la configuración recomendada, en general permiten una alta fluidez y es muy probable que la máquina sea compatible con las siguientes versiones del software por, a lo menos, un par de años, pero este tipo de configuraciones suelen tener exigencias muy altas y que influyen fuertemente en el costo final del equipo, por lo que es una variable importante a considerar en el momento de evaluar la implementación.

Por otro lado, para que el trabajo colaborativo sea efectivo se debe contar con una red acorde a las necesidades de los equipos, softwares y que permita un trabajo colaborativo fluido; se puede requerir máquinas adicionales como servidores u otro tipo de equipos, además de una configuración adecuada. Dado el alto nivel técnico que se puede requerir, siempre es recomendable, si es que no está incorporado en la empresa, contar con la asesoría de un especialista en informática y redes, para que en conjunto con el soporte del software se logre una instalación completa, efectiva y eficiente.



### 3.2.3 Intercambio de archivos

Si bien la idea más arraigada internacionalmente es utilizar cualquier software compatible con IFC, según la experiencia profesional Chilena esta compatibilidad nunca ha sido del todo fidedigna, debido a la falta de configuración adecuada en la exportación de cada proyecto, y la pérdida de datos no es aceptable. Para evitar dicho problema, se recomienda establecer una plataforma común para los especialistas y trabajar sobre ella durante todo el proyecto. Además, generalmente los componentes que son esenciales para la producción de las distintas especialidades se presentan a través de una biblioteca de elementos, que puede ser la predeterminada por cada software o de creación personalizada con extensiones especiales para cada software, lo que hace más compleja la transferencia de información.

Es importante aclarar que la colaboración no es igual a la conversión; es decir, cuando se recibe un archivo de ingeniería del proyecto ejemplo, este no se convierte a un archivo de la arquitectura del proyecto, por lo que para el intercambio de información es vital contar con un modelo de referencia o modelo centralizado y archivos correctamente referenciados para una colaboración efectiva, dado que cada especialidad es responsable en su área de trabajo.

Independiente del software BIM con el que se trabaje, es necesario considerar que para lograr un intercambio exitoso de información entre programas, es necesario que su versión sea compatible con la totalidad de softwares BIM que serán usados durante el proyecto.

Los diferentes agentes del proyecto pueden acordar cualquier cambio de versión durante el desarrollo, siempre y cuando esté consensuado. Es importante destacar que los modelos que incorporan modelos analíticos, como cálculo de estructuras e instalaciones, son más sensibles a los cambios de versiones.

Finalmente cabe destacar que para que en el desarrollo del proyecto se aproveche BIM, debe darse una modelación inteligente o adecuada y no debe pensarse para un uso exclusivo de su misma especialidad, ya que la idea principal de BIM es la colaboración entre profesionales y en este sentido el compartir información por medio de IFC debe realizarse bajo una configuración cuidadosa y dependiendo del software de origen, para que la información llegue eficientemente y en su totalidad.

### 3.3 Conceptos Relevantes

En este capítulo se desarrollarán algunos conceptos claves y recurrentes en las temáticas relacionadas a BIM, se entrega un primer acercamiento a los conceptos dado que su desarrollo



puede ser mucho más profundo y requieren diversos niveles de conocimiento técnico; aun así, son términos que se hace necesario reconocer y tener una idea que guíe al uso correcto de estos conceptos y sus siglas.

### 3.3.1 Plan de Ejecución BIM (BEP)

El “BIM Execution Plan” (BEP) o Plan de Ejecución BIM, es uno de los aspectos más importantes a la hora de comenzar una implementación BIM en una organización dependiendo del tipo de proyecto y las capacidades de los involucrados. Un BEP debería contar con los siguientes aspectos mínimos:

1. Objetivos del proyecto y usos de BIM asociados
2. Descripción general de procesos BIM y procedimiento de la planificación
3. Diseño del proceso e intercambio de información BIM
4. Diseño del flujo de trabajo en el proceso y procedimientos de colaboración
5. Definir la estructura de soporte para la implementación del BIM
6. Ejecución del procedimiento de Implementación BIM
7. Procedimientos de control de calidad y definición de entregables
8. Anexos (Protocolos, guías, estándares internacionales, etc.)

El que se haga una planificación previa antes de cualquier uso del BIM es clave para el éxito de la implementación, y para que todas las partes involucradas tengan un adecuado entendimiento de lo que significará el proceso, deben entender sus roles en esto, qué recursos estarán involucrados, cómo se medirá y analizará el proceso, así como un sistema de gestión asociado al proyecto, entre otras cosas.

### 3.3.2 Nivel de LOD

El concepto de LOD tiene más de una interpretación y depende de la base o estándar al cual se haga referencia para su interpretación y a su vez al año de publicación de dicha información, ya que cada cierto tiempo existen actualizaciones que pueden impactar en estas definiciones.

Por un lado según el estándar de Estados Unidos (*National BIM Standard - US*) se interpreta el LOD como nivel de desarrollo o *Level Of Development*. Por otra parte según el estándar de Reino Unido (*National BIM Standard NBS – UK*) se interpreta el LOD como el nivel de definición o *Level Of Definition*.

Existen diferencias importantes entre ambos LOD (US-UK); por ejemplo en el nivel de detalle se incluye en el elemento del modelo (UK), mientras que el nivel de desarrollo, es el grado en que la geometría e información del elemento se ha pensado; es decir, según la fase de diseño del



proyecto, por lo que entrega un cierto nivel de confianza para seguir avanzando en el desarrollo del proyecto en el modelo (US).

### 3.3.2.1 Nivel de Definición (Level of Definition – LOD)

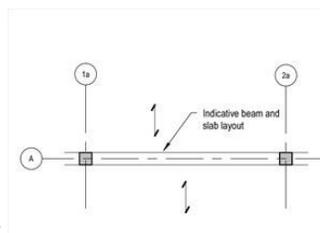
Según el documento *PAS 1192-2 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling* de la *National BIM Standar* de Reino Unido, se utiliza el término de nivel de definición para referirse a dos conceptos; el nivel de detalle o *Level Of Detail (LOD)* que está orientado a la descripción gráfica de los modelos en cada una de las etapas y el nivel de información o *Level Of Information (LOI)* que está orientado a la descripción del contenido no gráfico de los modelos en cada una de las etapas.

Según este documento, estos dos niveles van nutriéndose en el desarrollo del proyecto a lo largo de las etapas: conceptual, definición, diseño, construcción y entrega (que forman parte del modelo de información del proyecto), hasta operación y uso (que forman parte del modelo de información del activo).

Para entender mejor esto conceptos se indican los siguientes niveles:

Niveles de Detalle:

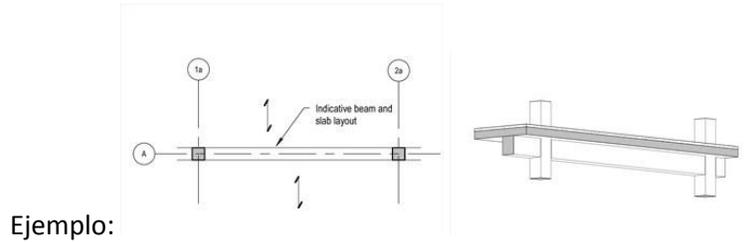
- **LOD 2** – El elemento de construcción modelado proporciona una indicación visual del elemento en la etapa conceptual, identificando requerimientos claves como el acceso o zonas libres para el posterior mantenimiento. Esta información es adecuada para la coordinación espacial inicial de los elementos o sistemas.



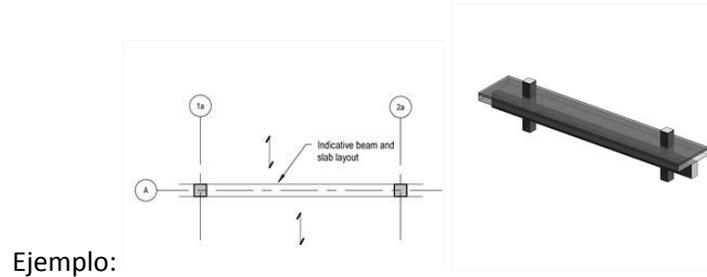
Ejemplo:



- **LOD 3** – El elemento de construcción modelado proporciona una representación visual del elemento en la etapa de definiciones técnicas para su coordinación espacial completa.



- **LOD 4** – El elemento de construcción modelado proporciona una representación visual del elemento para una etapa de diseño, con su coordinación espacial completa.



- **LOD 5** – El elemento de construcción modelado proporciona una representación visual del elemento en el proyecto construido y provee una referencia, para su posterior uso y mantenimiento.





Niveles de Información:

- **LOI 2 y 3** – El elemento modelado proporciona una descripción inicial para una entrega hacia el diseño.
- **LOI 4** – El elemento modelado proporciona una información suficiente para permitir la selección del producto de fabricante que cumpla con sus requerimientos. Esta información también puede ser utilizada para reemplazar un elemento durante el ciclo de vida del proyecto, una vez construido.
- **LOI 5** – El elemento modelado proporciona la información específica del producto de fabricante seleccionado o lo construido y entregado. Cualquier información adicional pertinente durante el proceso de construcción o instalación es indicada dentro de este nivel.
- **LOI 6** – El elemento modelado proporciona la información acumulada de los niveles anteriores y además considera información detallada del mantenimiento efectuado.

### 3.3.2.2 Nivel de Desarrollo (Level of Development – LOD)

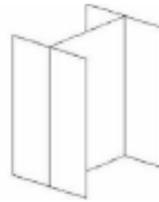
El nivel de desarrollo o LOD (Level of Development) según la AIA (*American Institute of Architects*) en su documento *G202-2013 PROTOCOLO DE BUILDING INFORMATION MODELING* es una forma de identificar los requisitos mínimos y de usos específicos asociados a cada elemento del modelo en seis niveles.

- **LOD 100** – El elemento de construcción modelado puede ser representado gráficamente en el modelo con un símbolo u otra representación genérica. La información relacionada con el elemento de construcción modelado se puede derivar de otros elementos del modelo. Estas representaciones no son geométricas, sino que muestran la existencia de un componente pero no su forma, tamaño o ubicación precisa. Toda la información entregada en LOD 100 debe ser considerada aproximada.



Ejemplo:

- **LOD 200** – El elemento modelado se representa gráficamente como un sistema genérico de objeto, tamaño, forma, ubicación y orientación aproximados. La información no gráfica también es aproximada al elemento modelado. Estas representaciones son geométricas respecto del volumen o espacio reservado para el elemento de construcción que representan. Toda la información entregada en LOD 200 debe ser considerada aproximada.



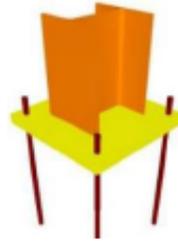
Ejemplo:

- **LOD 300** – El elemento modelado se representa gráficamente como un objeto o sistema específico en términos de cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación. La información no gráfica, también se corresponde con la información gráfica. Las cantidades, dimensiones, formas, ubicación y orientación según lo diseñado, se pueden obtener directamente a partir del elemento sin hacer referencia a información no gráfica.



Ejemplo:

- **LOD 350** – El elemento modelado se representa gráficamente como un sistema u objeto específico en términos de cantidad, dimensiones, forma, posición, orientación y se encuentra vinculado a otros elementos del modelo. La información no gráfica está contenida dentro del elemento modelado. Estas representaciones se vinculan con otros elementos del modelo cercano o adjunto. Se incluyen las partes tales como soportes o conexiones.



Ejemplo:

- **LOD 400** - El elemento modelado se representa gráficamente en el modelo como un objeto o sistema específico en términos de dimensiones, forma, ubicación, cantidades y con información en detalle de fabricación, montaje e instalación. La información no gráfica también se encuentra dentro del elemento modelado. Estas representaciones se modelan con la precisión y detalle suficiente para su fabricación e instalación.



Ejemplo:

- **LOD 500** - El elemento modelado es una representación fiel del elemento de construcción ya ejecutado en obra, con su tamaño, forma, ubicación y orientación real en el proyecto. La información no gráfica está incluida en el objeto así como sus vínculos con otros elementos. Estas representaciones se realizan una vez construido el proyecto y son las adecuadas para el mantenimiento y el funcionamiento del elemento en el inmueble.

Fuente: LEVEL OF DEVELOPMENT SPECIFICATION BIMForum.org 2015

Finalmente es recomendable establecer desde el inicio la información que se requerirá en el modelo según su uso y objetivos; si bien es más cómodo establecer un nivel en base a alguno de los estándares mencionados y siempre es recomendable establecer cuál será dicho estándar, no hay que perder de vista la utilidad posterior del modelo y el esfuerzo que eso significa en términos de tiempo y de inversión.

En algunos casos será más recomendable que se utilicen los términos y palabras conocidos por ambas partes y que no den pie a ambigüedades o malos entendidos posteriores, lo que le puede aportar incluso mayor precisión al proyecto y puede resultar mucho más valioso para todos los



involucrados. Del mismo modo, algunos proyectos podrán contener elementos con un alto nivel de información, detalle y definición y otros elementos del mismo modelo podrán tener un diseño geométrico o de información básica, según la necesidad del cliente/usuario, pensando en alguna etapa específica del proyecto o en el ciclo de vida completo; por esto es recomendable acotar y definir el desarrollo y los objetivos que busca cumplir el proyecto con BIM.



#### 4. CONCLUSIÓN

Si bien la industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC) en Chile, ha ido acogiendo la tecnología BIM de forma paulatina en los últimos años, podemos decir que aún se encuentra en un proceso de maduración.

Por ello, la industria Chilena debe reflexionar y continuar planteando sus propios desafíos e hitos para avanzar en una correcta implementación de forma local, apoyándose en aquellos países más avanzados en el uso de la herramienta y metodología BIM, sabiendo reconocer las diferencias y particularidades de cada caso.

No obstante, es importante destacar que la implementación y adopción de cualquier metodología implica necesariamente una serie de pasos preliminares entre los cuales encontramos:

- **Definir objetivos tanto de las empresas como de los proyectos**
- **Definir lenguaje común de procesos dentro del ciclo de vida con respecto al contexto BIM**
- **Definir indicadores de medición de progresos**

Asimismo, dentro de las definiciones de objetivos futuros debemos hacer un análisis de “Contexto BIM Local” identificando los hitos que marcarán el crecimiento de esta metodología.

Dentro de ellos podemos mencionar:

- **Convenio de colaboración y complementación de capacidades para incrementar la productividad en la industria (MOP, MINVU, Ministerio de Economía, Ministerio de Hacienda, Corfo, CChC e Instituto de la Construcción)**
- **Plan BIM bajo el alero de Construye 2025**
- **Librería Nacional BIM**

Por último, es importante reconocer que el desafío inmediato es orientar los esfuerzos individuales de conocimiento y aplicación de la metodología hacia un esfuerzo mancomunado en el que actúen conjuntamente la industria y el ámbito académico, ejerciendo este último como catalizador del cambio, consolidando la metodología y la adopción de buenas prácticas en los futuros profesionales.