



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA



ARQUITECTURA
USM

VALPARAÍSO, CHILE

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN CHILE

FRANCISCA DANIELA MARCUS RUIZ

Material de referencia,
su uso no involucra responsabilidad del autor o de la Institución

PROFESORA REFERENTE
NINA HORMAZÁBAL

DICIEMBRE, 2022

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Paz López, Fernanda Martínez, Anaís Bonilla y Pablo Mera por apoyarme durante este tiempo.

Y a Christa Heine por su asistencia durante la práctica y durante el desarrollo de la memoria.

ABSTRACT

This report deals with 3 topics obtained from an 8-month internship carried out at the “FV Arquitectos” office, which is making the transition to the Building Information Modeling (BIM) methodology.

The first topic deals with what BIM really is and the capabilities it has for the construction industry and for architecture, differentiating the methodology with the software, where the main benefit is the ability to collaborate actively among all specialties. The second topic covers what this methodology is like in Chile and what the State has proposed for mandatory implementation, denoting a lack of training of people, especially in the collaborative part of the methodology.

Finally, the last topic deals with the implementation in an architects office, where emphasis is placed on the importance of the social part delivered by the methodology, the importance of communication in the team and the common mistakes made when making the change, prioritizing software over collaboration and information. Based on what was done in the professional practice, a tool was created to facilitate communication between the team, monitor progress and ensure a level of quality in the detailed plans made.

Keywords: BIM, Planbim, Standard, People, Methodology, Lifecycle, Training, Collaboration, Communication, Good practices.

Palabras Claves

BIM
Planbim
Estándar
Personas
Metodología
Ciclo de vida
Capacitación
Colaboración
Comunicación
Buenas Prácticas

La presente memoria trata de 3 temas obtenidos a partir de una práctica de 8 meses realizada en la oficina “FV Arquitectos”, la cual está realizando la transición hacia la metodología Building Information Modeling (BIM).

El primer tema trata sobre lo que es BIM realmente y las capacidades que tiene para la industria de la construcción y para arquitectura, diferenciando la metodología con el software, donde como principal beneficio se encuentra la capacidad de colaborar de forma activa entre todas las especialidades. El segundo tema abarca cómo es esta metodología en Chile y lo que ha planteado el Estado para la implementación obligatoria, denotando una baja en la capacitación de las personas, especialmente en la parte colaborativa de la metodología.

Finalmente, el último tema trata sobre la implementación en una oficina de arquitectos, donde se hace énfasis en la importancia de la parte social que entrega la metodología, lo importante de la comunicación en el equipo y los comunes errores realizados al hacer el cambio, priorizando el software por sobre la colaboración e información.

A partir de lo realizado en la práctica se realiza una herramienta que facilita la comunicación entre el equipo, realiza un seguimiento de avance y asegura un nivel de calidad en los planos de detalle realizados.

GLOSARIO

Modelo BIM Federado:

Se refiere al enlace de un conjunto de modelos 3D de diferentes disciplinas, generando un único modelo, manteniendo la información por separado en cada modelo.

Modelo BIM Integrado:

Esencialmente un modelo federado, que contiene toda la información de cada disciplina en una base de datos única.



AEC: Arquitectura, Ingeniería y Construcción (Architecture, Engineering & Construction)

BIM: Building Information Modeling

IFC: Industry Foundation Classes

MEP: mechanical, electrical y plumbing

PEB: Plan de Ejecución BIM

PIB: Plan de Implementación BIM

SDI BIM: Solicitud de Información BIM

VR: Realidad Virtual (Virtual Reality)

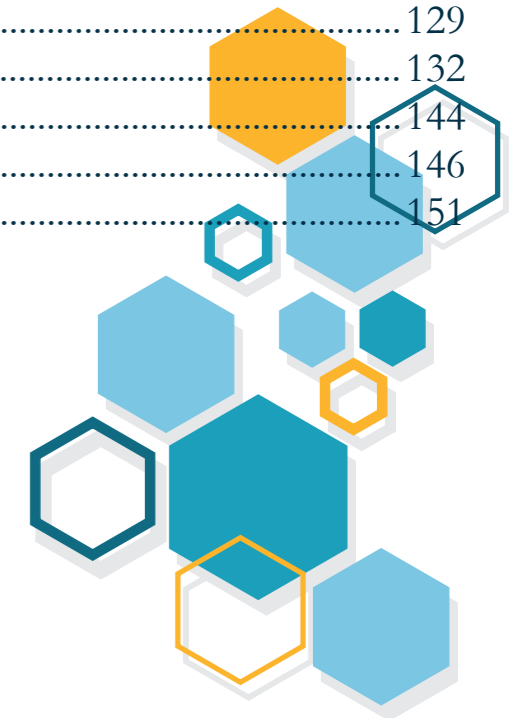
Mod:

Abreviación de la palabra Modificación, generalmente empleada para referirse a cambios realizados en un videojuego para entregar nuevas capacidades y opciones a un juego original.

ÍNDICE

1. Introducción.....	8
2. Práctica Proyectual	12
3. Temas.....	20
3.1. Capacidades y limitaciones BIM	21
3.1.1. BIM.....	23
3.1.2. Niveles de Madurez BIM	28
3.1.3. Beneficios, capacidades e información obtenible.....	29
3.1.4. Desventajas.....	34
3.1.5. Herramientas BIM	36
3.1.6. Aplicación BIM en Arquitectura.....	39
3.1.7. Ejemplo de buenas prácticas	40
Conclusión	46
3.2. Implementación BIM en Chile desde el Estado.....	48
3.2.1. Reino Unido	52
3.2.2. BIM Forum Chile.....	56
3.2.3. Planbim	57
3.2.3.1. Objetivo.....	57
3.2.3.2. Uso obligatorio de BIM para proyectos públicos	59
3.2.3.3. Encuesta nacional BIM 2019	61
3.2.3.4. Entidades IFC.....	71
3.2.3.5. Documento “Estándar BIM para proyectos públicos”	73
3.2.4. Encuesta Nacional BIM 2022.....	84
3.2.5. Falta de Capital Humano.....	95

Conclusión	100
3.3. Implementación en una Oficina de Arquitectura	102
3.3.1. Comienzos de la implementación.....	106
3.3.1.1. Mal Uso y Dificultades	106
3.3.1.2. Buenas Prácticas y Sugerencias	107
3.3.1.3. Las personas como pilar fundamental	112
3.3.1.4. Traspaso de un proyecto en 2D al 3D	115
3.3.2. Estandarización de la Oficina.....	118
3.3.2.1. Roles BIM.....	118
3.3.2.2. PEB	120
3.3.2.3. Entidades IFC.....	122
3.3.3. Inversión Económica.....	122
3.3.4. Caso Oficina FV Arquitectos	127
3.3.4.1. Colaboración.....	129
3.3.4.2. Herramienta de Seguimiento de Avance.....	132
Conclusión	144
Referencias	146
Anexos	151



1. INTRODUCCIÓN

La representación arquitectónica ha ido evolucionando con los años, siempre con la intención de manifestar un proyecto de la forma más fidedigna a como finalmente se va a concretar. Es así que se ha avanzado del dibujo a mano, a softwares digitales de dibujo en dos dimensiones, pasando por herramientas de modelado 3D, hasta llegar a lo presente y más avanzado, BIM; sin embargo, BIM no es únicamente una forma de representar un proyecto, no es exclusivamente el uso del software, sino que es una metodología, una forma de trabajo y de colaborar para llegar no solo al resultado final del proyecto concretado, sino también, para su administración y mantención, BIM busca ser de utilidad en toda la creación y ciclo de vida de un proyecto.

Por lo general y lo que se ha observado con el método tradicional es que los entes correspondientes a la realización de un proyecto como arquitectura, ingeniería, construcción y especialidades trabajan por separado, aunque todos compartan un mismo objetivo. Esto causa una falta de comunicación que deriva en más trabajo y poca eficiencia, ya que, generalmente, todas las partes están generando la misma información sin compartirla entre sí. “Esta fragmentación y disociación de la organización del trabajo y flujo de información, ha sido reconocida como una de las mayores causantes de la baja productividad de la industria en Chile” (Ogueta, C. S. 2017).

A pesar de que al ingresar al mundo laboral los estudiantes se enfrentan a trabajar con otras especialidades, estos no son preparados durante el proceso formativo, reforzando el trabajo individual, sin saber enfrentarse a la colaboración. Aunque en algunos casos se comprende de manera general en qué consiste superficialmente las diferentes especialidades

con las que se trabajará, son muy pocas las mallas curriculares que presentan algún tipo de trabajo integrado entre las partes. Esto resulta en profesionales que se enfrentan entre sí para implementar algún elemento de su respectiva especialidad por sobre la otra, siendo que el objetivo final es el mismo y este proceso debería realizarse de forma conjunta.

La metodología BIM permite acercar las diferentes especialidades, invitándolos a colaborar en un mismo modelo federado, el cual contiene información, ayudando a comprender las razones de cada decisión. De la misma forma y como es sabido, BIM permite identificar interferencias en la etapa de diseño, pudiendo solventarlas durante este proceso en lugar de enfrentarse al problema in situ, solución que se obtiene al colaborar y adaptar los elementos necesarios por las partes involucradas.

Un gran error cometido a la hora de comprender el BIM es considerar que este trata únicamente del uso del Software, como lo es, por ejemplo, Revit, el cual permite modelar el proyecto tridimensionalmente o, como se mencionó anteriormente, visualizar interferencias, y esto ayudaría a la eficiencia de la producción. Es necesario comprender BIM como una metodología que es implementada por personas, acompañado de tecnologías como herramientas y estándares, haciendo uso de la colaboración entre los equipos y siendo un pilar fundamental las personas que los componen.

El objetivo de esta memoria es dar conocimiento de la metodología BIM, diferenciándose del software BIM, dando a entender y demostrando las capacidades que tiene su empleo en un proyecto en su totalidad y los requerimientos que conlleva.



Como objetivos específicos de los temas a tratar se encuentran:

- Definir correctamente lo que involucra implementar BIM, determinar concretamente sus capacidades y limitaciones, además de promover una arquitectura eficiente.
- Establecer en qué aporta la metodología BIM en un proyecto público propiamente realizado, puntualizando las actuales limitaciones en Chile para su implementación y las ayudas que está brindando el Estado.
- Establecer buenas prácticas en el traspaso y manejo de la implementación BIM en una oficina de arquitectura, comprender la relevancia del factor humano dentro de la metodología.

2. PRÁCTICA PROYECTUAL

La práctica proyectual es una modalidad de título de la Universidad Técnica Federico Santa María que consiste en que el estudiante se introduzca en una oficina de arquitectura durante 8 meses, experimentando el trabajo de una oficina y siendo parte del proceso de un proyecto. A partir de lo realizado se presentan 3 temas, los cuales serán desarrollados en la presente memoria.

La estudiante realizó la práctica proyectual en la Oficina “FV Arquitectos” ubicada en Reñaca, Viña Del Mar. Esta oficina se caracteriza por llevar a cabo proyectos habitacionales y de oficinas, empleando el modelado BIM. En el momento de la práctica el equipo está compuesto por 6 arquitectos además del fundador Francisco Vivanco Fierro.

Por lo general los proyectos constan de edificios o un conjunto de estos y de forma puntual realizan proyectos de casas unifamiliares.



2.1. Proyecto Habitacional - Condominio Punta Pite, Concón
Fuente: FV Arquitectos

Al momento de ingresar a la oficina esta se encuentra buscando progresar dentro de sus capacidades BIM, donde hace unos meses realizaron una implementación con una persona certificada, a partir de esto y con el objetivo de estandarizar los procesos, se realizó un Plan de Ejecución BIM (PEB) exclusivo para el uso interno de la oficina. Es por esto que desde un inicio a la estudiante se le presentó el PEB para que este sea estudiando, comprendiendo la organización de la oficina y velando por mantener el estándar que se encontraban implementando para estandarizar

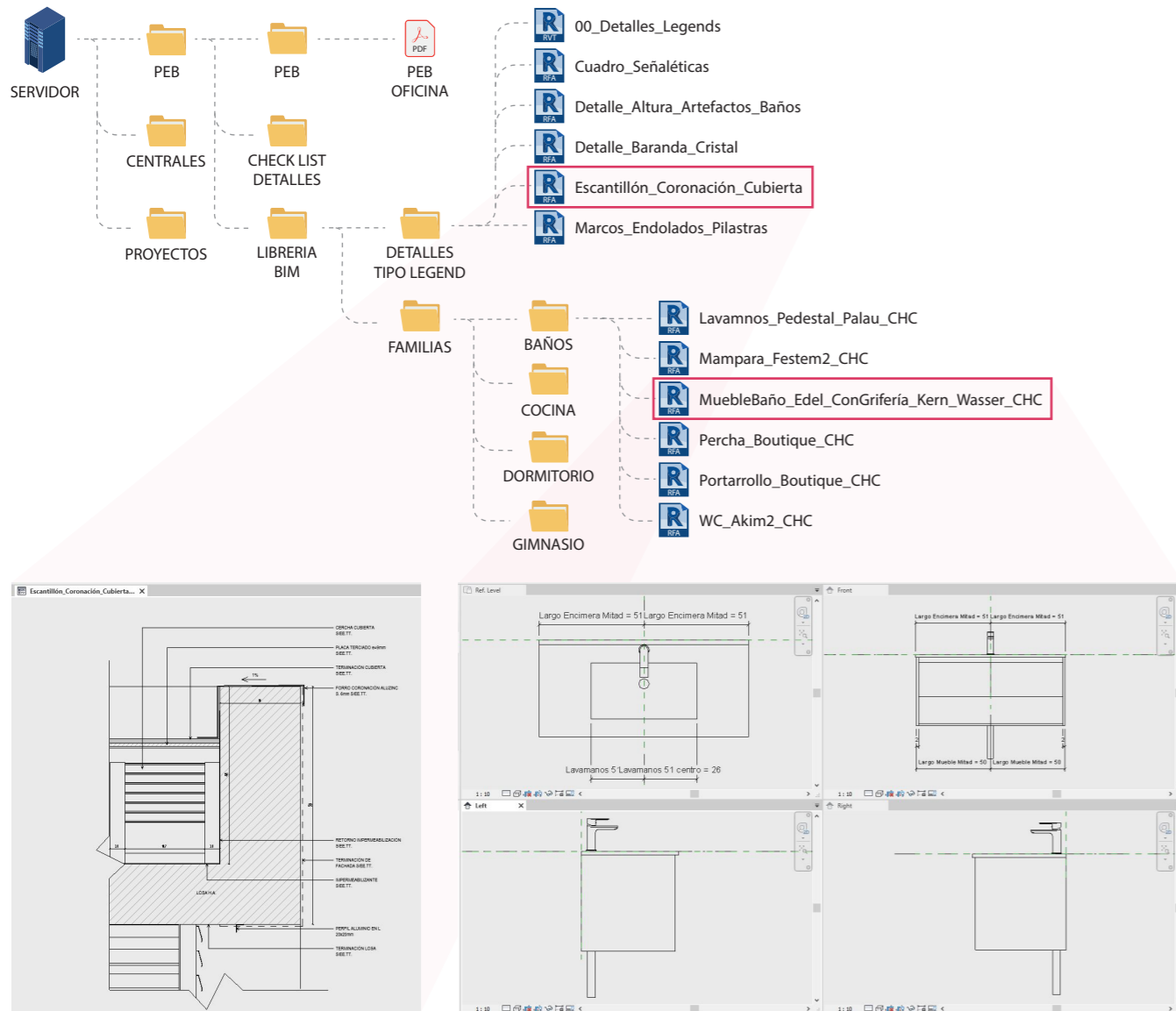


2.2. Proyecto Habitacional - Edificio Vigía de Montemar, Viña del Mar
Fuente: FV Arquitectos



2.3. Proyecto Oficinas - Edificio Pelargonias, Concón
Fuente: FV Arquitectos

los proyectos. Comenzando con la implementación de BIM, la oficina buscaba manejar una librería BIM con Familias Revit de fácil acceso, lo cual permite no estar realizando estos elementos cada vez y para cada proyecto. Por lo tanto la estudiante generó familias Revit de mobiliario que dentro de la oficina se suelen usar y estas fueron ubicadas en el servidor común que manejan los arquitectos.



2.4. Diagrama Documentos en Servidor, Ejemplos Detalle tipo Legend y Familia de Mobiliario Elaboración Propia

Junto a esto, también se realizaron detalles de tipo Legend que se suelen emplear, con el mismo objetivo de optimizar el tiempo empleado en la realización de estos detalles, ya que suelen repetirse en los diferentes proyectos.

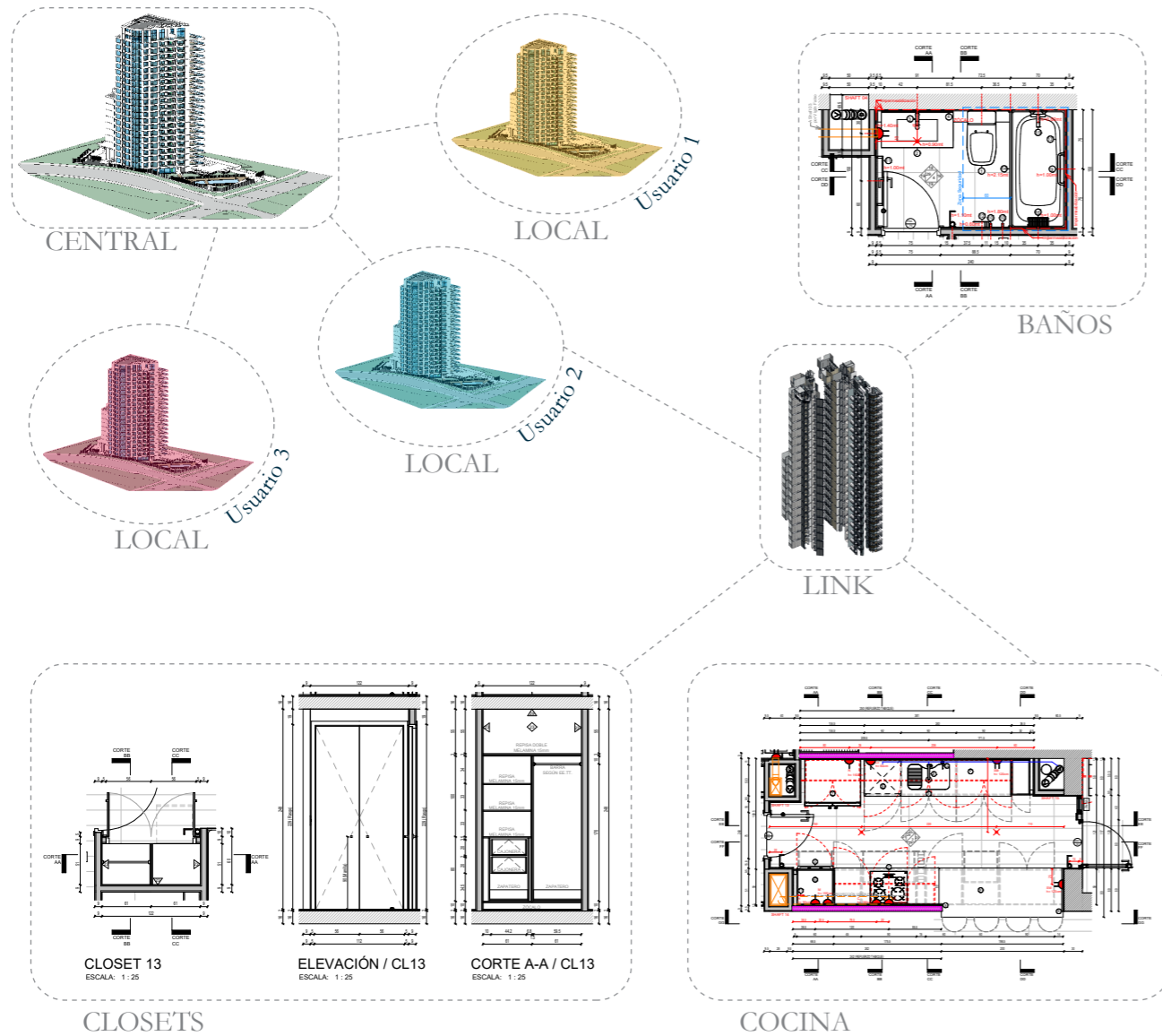
La autora trabajó principalmente en el proyecto Mirador Soza, el cual consta de un edificio de departamentos de 23 pisos y un subterráneo, con 3 departamentos tipo y 2 dúplex en las plantas superiores. El trabajo se realizó de manera simultánea con 3 arquitectos, haciendo uso de la herramienta de modelación Revit, comenzando con un Revit Central del cual se obtuvieron los archivos Locales para cada persona, además de un Revit Link empleado por la estudiante para realizar detalles de baño, cocina, logia y closet, este tipo de

archivo Revit monitorea el archivo principal, pudiendo representar el proyecto, pero sin poder editarlo. De esta manera se evita que el archivo principal contenga excesiva información y el manejo sea menos pesado, aún así pudiendo visualizar el revit linkeado.

Principalmente se trabajó realizando los planos de detalle aptos para la construcción del proyecto Mirador Soza, aplicando lo especificado en el PEB. La estudiante realizó coordinación con los planos



2.5. 3D Proyecto Mirador Soza Elaboración Propia



de especialidades entregados en formato DWG, plasmando la información de forma 2D en el proyecto y siendo necesario recurrir a los planos que contenían esta información específica para diseñar los elementos relacionados.

A partir de los artefactos especificados para cada baño, la estudiante realizó familias, que se suman a la biblioteca compartida y realizó el diseño y planos correspondientes, con los detalles de cada artefacto tal cual es en la realidad, determinando dimensiones concretas. Por otro lado, las cocinas y closets fueron modeladas de forma tridimensional como familias paramétricas y se realizó el diseño de estas en el revit link externo al archivo local, donde al mismo tiempo otro arquitecto se encontraba trabajando en los detalles de puerta y ventanas, pudiendo observar, luego de sincronizar, los cambios que la otra persona había realizado y si era necesario hacer algún cambio por parte de alguno en caso de interferencias. Por otro lado, en el caso de elementos netamente del proyecto, como serían los exteriores, esto se trabajó en el archivo local directamente vinculado al central, realizando el proyecto de piscina, detalles de pavimento, entre otros.

Origen de los Temas

En el momento en que se entrega el archivo “Plan de Ejecución BIM” nace la curiosidad respecto a en qué consiste una implementación BIM en una oficina de arquitectura, especialmente al denotar que esto va más allá del empleo del software como tal, donde también se requiere estandarizar los procesos de la oficina, las diferentes responsabilidades de las personas dentro de la oficina relacionadas a BIM, además de maneras “correctas” de realizar ciertas acciones.

Por lo tanto, en principio se requiere definir concretamente qué es BIM, a partir de este surge el cuestionamiento respecto a qué ocurre con BIM específicamente en Chile y por qué se busca implementar de forma obligatoria. Además observando los avances que realiza la oficina FV Arquitectos para lograr la implementación de forma totalmente voluntaria y conseguir el traspaso de la representación bidimensional a la metodología BIM, surge el cuestionamiento de cómo es esta transición para una oficina de arquitectos, si los esfuerzos valen la pena y por qué a Chile le está tomando tanto tiempo esta transición. Finalmente se busca realizar una herramienta que ayude dentro de la implementación que está realizando la oficina.

Capacidades y limitaciones de un proyecto BIM

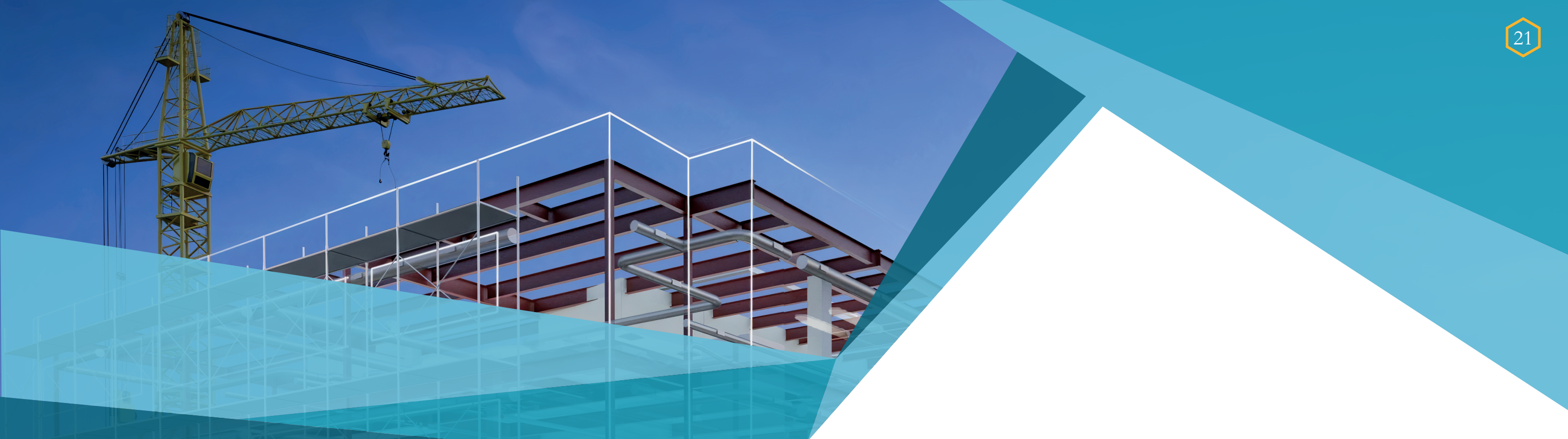
Implementación BIM en Chile desde el Estado

Implementación en una Oficina de Arquitectura

1

2

3



CAPACIDADES Y LIMITACIONES DE UN PROYECTO BIM

3.1



3.1.1. BIM

El tema a tratar abarca principalmente la definición de BIM, los beneficios que tiene su implementación y las capacidades que tiene para la industria de la construcción en ámbitos generales, haciendo la diferenciación entre el concepto normalizado de BIM relacionado a que éste es únicamente el software y lo que es realmente la metodología. Se abarca este tema debido a la desinformación respecto a la metodología BIM, donde se considera que esta es la utilización de un software y a partir de esta definición se considera que BIM entrega limitaciones para arquitectura. El objetivo es lograr la comprensión de lo que es BIM, tanto como contexto para los siguientes temas, como para erradicar los conceptos erróneos, entender que BIM es la información entregada por sobre la capacidad de modelación, aunque esta sea relevante, y promover una arquitectura con procesos más eficientes.

BUILDING INFORMATION MODELING

Building refiriéndose a la edificación, al conjunto de elementos que componen una construcción de cualquier tipo. Participan diferentes especialidades dentro del proceso de creación de una misma edificación, generalmente estas trabajan de forma separada, adicionando su fracción del proyecto de forma secuencial, poniendo su parte en el edificio, luego de que otro ya puso la suya, agregándose en lugar de “formando parte” de él. BIM busca integrar las disciplinas para que trabajen de forma continua en el mismo espacio. Todas siendo igual de relevantes y considerándose entre ellas, en lugar de luchar por un lugar en el proyecto.

Para la arquitectura esto significa poder colaborar con las especialidades de forma activa, presentando un modelo que contiene tanto la arquitectura del diseño, los requerimientos entregados por cálculo y las especialidades de forma integrada, obteniéndose un edificio unificado, bien pensado y sin soluciones a última hora.

Information, este es el concepto más importante que integra BIM, la información es la base de un modelo BIM, la información es un concepto “abstracto” sin dimensión no es modelable pero si el modelo puede contenerla, tener la facilidad de acceder a información través de un elemento tridimensional ayuda a la visualización de un conjunto, sus características y componentes. Además facilita la obtención final de diferente información necesaria para llevar a cabo una construcción.

Actualmente cualquier modificación en un proyecto significa un costo de tiempo en

actualizar la información en diferentes elementos como planimetrías, contabilizaciones, cubicaciones, modelos de análisis, etc., para ahorrar tiempo en estas modificaciones es necesario que esta información esté contenida en los elementos, de esta forma cualquier modificación ya involucra un cambio de información instantáneo.

Por otro lado, es necesario que la información generada por un miembro del equipo pueda ser visualizada y reutilizada por otros, hoy en día cada disciplina debe remodelar la información lo que genera una pérdida de tiempo y aumenta la posibilidad de errores. Además en el caso de arquitectura, son muchos los elementos que se utilizan en más de un proyecto, por lo que poder contener esta información ahorra tiempo en el siguiente proyecto.

Modeling, es necesario hacer la acotación de que la palabra es “Modeling” y no “Model”, BIM es un proceso de modelado, no únicamente un modelo. Se entiende el proceso de modelado como el desarrollo de un modelo y con modelo se habla de un elemento tridimensional, el cual es de fácil comprensión, con elementos conocidos como podrían ser muros, puertas, ventanas, etc. Ayuda a representar un espacio, un lugar que se pretende llevar a cabo, pudiendo ser observado en su totalidad, donde incluso ayudado con realidad virtual, se podría experimentar antes siquiera de ser tangible. Es este modelo el que contiene la información, donde un tabique puede contener sus materiales, las características de cada uno, como su eficiencia de aislación, y es este tipo de información que posteriormente permite simular su eficiencia en diferentes softwares.

Otro punto muy importante que se debe considerar es que BIM no es el uso del software, no se limita a utilizar un programa y modelar, BIM es una metodología, lo

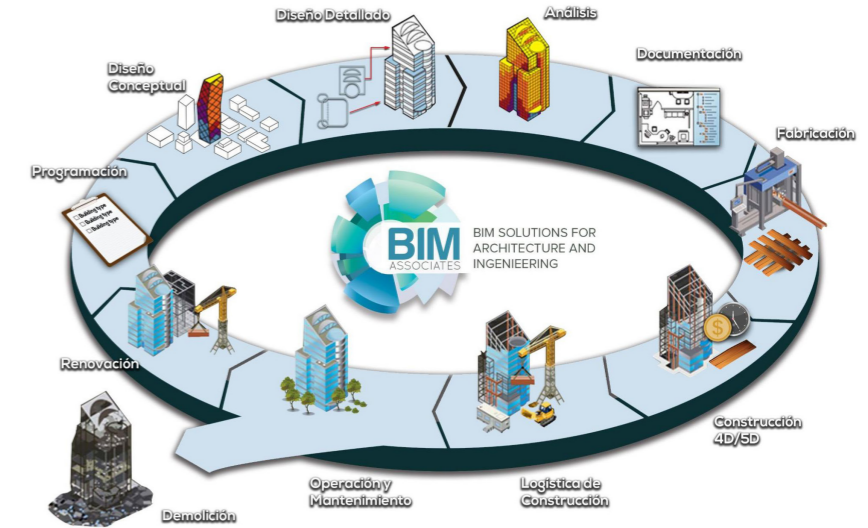
cual alude a un conjunto de métodos utilizados para llegar a un fin, donde método se refiere a un modo de hacer, una forma de realizar cierta acción. La tecnología entrega la posibilidad de gestionar y generar información a través de un modelo tridimensional, aquí el énfasis de que es la información la que utiliza la representación 3D, siendo útil durante todo el ciclo de vida de un proyecto. Por otro lado, la metodología, acompañada de estándares permite la colaboración entre las partes, entre las personas, cooperando entre un equipo e interdisciplinariamente, un cambio en el proceso de la industria. Es necesario diferenciar entre lo que es la metodología BIM y una herramienta BIM.

Dentro de la memoria y de este tema en específico se hablará de las capacidades de BIM en su totalidad, entendiendo que estas son sus mayores capacidades, pero implementarlas lleva su tiempo, aunque las facultades de la metodología son extensas, en el inicio de la implementación no son estos los resultados que se obtienen y para lograrlo se requiere de un mayor uso de la metodología BIM por todas las partes involucradas. Se hace énfasis en que estos no son los resultados observados a primeras, la metodología se trabaja con el tiempo, hasta llegar al completo uso, usualmente llamado Nivel 3, del cual se hablará más adelante.

La máxima eficiencia de esta metodología en un proyecto se obtiene cuando se utiliza en el desarrollo de cada etapa de la vida de un proyecto, incluyendo el proceso de mantención de la edificación. Y, por otro lado, la mayor eficiencia y la manera correcta de implementar la metodología es con un trabajo completamente colaborativo entre las partes, de manera simultánea y digitalizada, haciendo énfasis en la oficina misma, para igualmente extenderlo

a las demás partes que participan del proyecto.

Implementar un método de trabajo colaborativo requiere de definir estándares, para lograr una comprensión entre las partes involucradas. Este estándar puede referir tanto al trabajo interno de una organización como definir cómo será la interacción entre las demás partes. Pero es estrictamente necesario que exista una definición concreta que comprendan todas las personas que participan. Al no implementar estas normas y continuar con un trabajo de forma tradicional, pero con un software BIM solo incurrirá incluso en mayores problemas, ya que el personal trabaja en conjunto, pero cada uno a su manera y con sus propios términos, lo cual de forma individual funciona, pero en conjunto establece trabas y falta de comunicación. Una vez más haciendo la diferencia de trabajar con la metodología BIM a trabajar con herramientas BIM sin considerar el factor humano de la implementación.

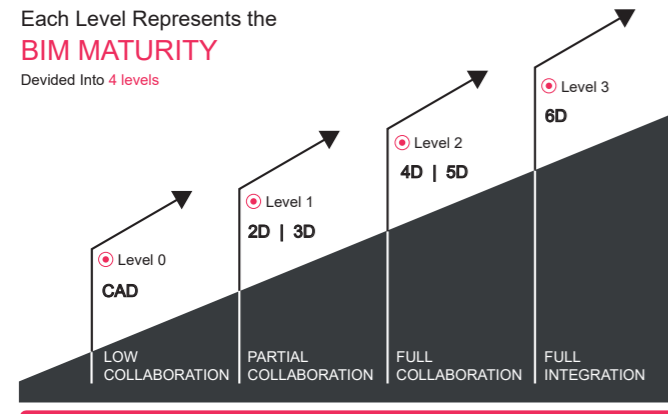


3.1.1. Esquema del ciclo de vida de un proyecto BIM
Fuente : Google

3.1.2. NIVELES DE MADUREZ BIM

Para llegar al completo uso de BIM el estado de Reino Unido realizó una escala por niveles de las diferentes etapas que tiene la implementación representando la madurez de BIM, una forma fácil para una oficina de identificar en qué nivel se encuentra y cuál sería el siguiente. Estos igualmente buscan incorporar progresivamente la colaboración entre las diferentes disciplinas.

Los niveles propuestos se caracterizan por lo siguiente:



3.1.2. Niveles de Madurez BIM (United BIM, 2022)

Nivel 0

Este se refiere a un proyecto que no promueve ningún tipo de colaboración. Tiene como propósito únicamente la generación de información 2D en papel o impresiones digitales (PDF).

Nivel 1

Este nivel combina el 3D con el 2D, sería el primer paso para comenzar la implementación, donde el 3D se

utiliza para trabajo conceptual y el 2D como generación de información de producción y documentos de aprobación reglamentaria. Es decir, aunque se trabaja de forma tridimensional, la información obtenida se realiza en 2D. En este nivel la colaboración es muy baja o prácticamente nula entre las partes interesadas, donde cada uno crea y gestiona sus propios datos.

Nivel 2

En este nivel se encuentra un mayor trabajo colaborativo. Existe intercambio de información de forma simple y una coordinación fluida entre las partes. Se hace uso de medios 3D, los cuales son intercambiados en un formato común, permitiendo combinar información externa, generando un modelo federado.

Nivel 3

Este nivel presenta una colaboración completa entre todas las disciplinas involucradas, con modelos compartidos en un repositorio central. Permite que todas las partes trabajen simultáneamente en el mismo modelo, eliminando la información conflictiva. Generando una solución integrada basada en estándares abiertos como IFC, donde la información se almacena en un único servidor.

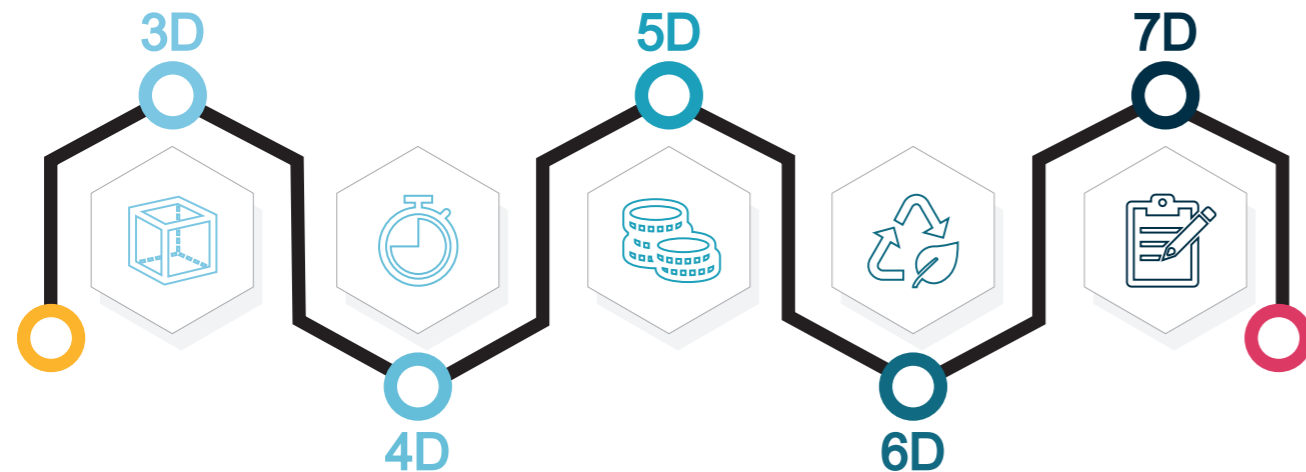
Como se menciona, estos niveles buscan integrar las AEC, logrando que trabajen de forma conjunta, involucrándose en la detección y resolución de conflictos, esto permite a los entes “menos” involucrados en un proyecto a que sean parte activa de él, manteniendo su responsabilidad en el diseño de este.

3.1.3. BENEFICIOS, CAPACIDADES E INFORMACIÓN OBTENIBLE

Una mayor productividad es uno de los grandes beneficios de implementar BIM, por un lado los modelos digitales se realizan con softwares paramétricos, permitiendo que los elementos estén relacionados entre sí y sus características estén referenciadas. Así si se modifica el parámetro de algún elemento, esta acción se ve reflejada en la totalidad del proyecto, esto permite una reducción de errores y un mayor rendimiento, donde la información relacionada al proyecto se va generando

al mismo tiempo que se modela. Por otro lado, la capacidad de BIM de trabajar de forma colaborativa permite agilizar procesos y mayor control sobre la información que debe manejar el personal, donde también permite realizar múltiples tareas a partir de un único proyecto como lo son el diseño, análisis energético, de radiación, de aislamiento, planificación de obras, estimación de costos, etc.

El contenido que puede tener un modelo se divide en diferentes “Dimensiones de BIM” en algunos casos se llega a hablar hasta un BIM 11D, sin embargo, los realmente constatados y aceptados llegan al 7D.



3.1.3. Dimensiones BIM
Elaboración Propia, Adaptado de Google

- “**BIM 3D:** Modelo paramétrico 3D
- **BIM 4D:** Tiempo, en el cual se encuentra la capacidad de “planificar”, se le entrega información a los elementos pudiendo identificar en qué fase se realizará y poder planificar los tiempos de entrega de productos y materiales.

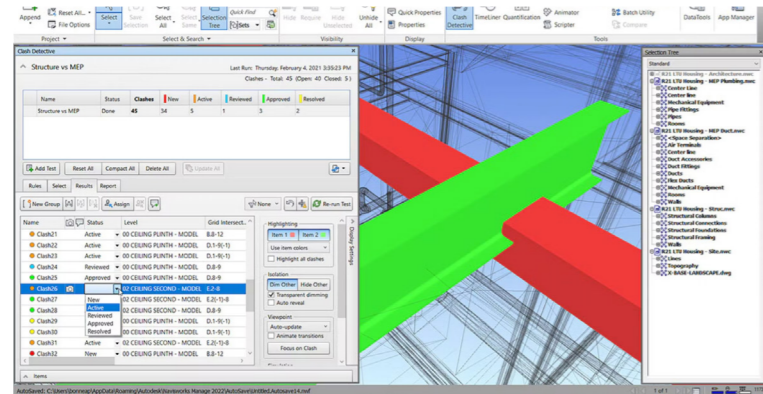
- **BIM 5D:** Costos y cuantificación, se integra información al modelo sobre costos del elemento y su entrega, pudiendo realizar estimaciones rápidas de costos, dando la posibilidad de comparar diferentes alternativas de materiales o tecnologías, promoviendo la optimización de la inversión a realizar.
- **BIM 6D:** Sustentabilidad, este permite realizar simulaciones de diferentes comportamientos, como lo son el térmico, consumo de energía, entre otros.
- **BIM 7D:** Mantenimiento, esta corresponde a la información relacionada a la gestión del proyecto luego de su construcción, conteniendo información sobre estructura, revestimientos, el equipamiento empleado, fechas de mantenimiento de cada uno, de tal forma que al estropearse un elemento, este pueda ser fácilmente identificado y reemplazado.” (Czmoch, I. y Pękala, A.,2014)

DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS

Una capacidad que suele ser la más empleada es la detección de interferencias, donde existen softwares que permiten identificar de forma automática las colisiones al integrar los diferentes modelos realizados por las distintas especialidades, entregando en detalle éstas. En la proyección tradicional es común encontrarse con interferencias en obra, teniendo que realizar modificaciones in situ, incrementando los costos y tiempos de entrega, por lo que es de gran utilidad solventar estas obstrucciones de forma temprana.

“Los programas son capaces de detectar 3 tipos de colisiones:

- **“Heavy collisions”**, donde dos elementos se encuentran en el mismo espacio.
- **“Light collisions”**, el cual considera el espacio libre necesario para el ensamblaje o instalación de algún artefacto.
- **“Technological Collisions”**, en el cual se examina la secuencia de ensamblado y el calendario de entrega, considerando la cantidad de trabajadores y el tiempo necesario para su instalación.” (Czmoch, I. y Pełkala, A.,2014)



3.1.4. Heavy Collision
Fuente: Naviswork

Esta capacidad de identificación de colisiones se encuentra dentro de los niveles avanzados de BIM. En los primeros niveles los “heavy collisions” suelen ser identificados de forma manual, el empleo de un software externo para esta identificación no suele ser parte del comienzo en una implementación.

OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS

Al tener un modelo BIM bien detallado, que integre el material requerido, el equipamiento, los artefactos, las ventanas, puertas, etc. se pueden obtener cuantías más precisas y bien definidas respecto a lo necesario, donde al haber resuelto interferencias durante el proceso de diseño, no existe un delta posterior que deba sumarse.

SOSTENIBILIDAD

Existen softwares BIM en los que se puede introducir un modelo y simular su comportamiento a partir de los materiales, aislación y orientación del edificio, a partir de los resultados entregados se puede optimizar los materiales, aumentando su eficiencia y reduciendo su consumo energético. Este tipo de softwares permiten predecir el comportamiento que tendría el proyecto una vez construido, dando la posibilidad de mejorar los elementos necesarios previo a su construcción y siempre velando por el confort del usuario y una mayor sostenibilidad. Estas simulaciones ayudan a la obtención de certificaciones relacionadas a la sostenibilidad de un proyecto.

GESTIÓN DEL PROYECTO

Como etapa final de un proyecto BIM, es de utilidad la entrega del modelo completo, llegando incluso e idealmente a realizar un modelo As-Built que integra todas las modificaciones que pudieron realizarse durante el transcurso de la construcción. Estos modelos contienen toda la información, la cual es útil no únicamente para la etapa del diseño y construcción, como lo puede ser la georeferencia, información técnica de los elementos, antecedentes de licitación, etc. Este modelo puede ser utilizado en etapas posteriores, permitiendo gestionar el proyecto a lo largo de toda su vida.

Es ideal tener un modelo “as built” con todos los detalles finales del proyecto, especificando cada elemento utilizado, pudiendo obtener información de equipamiento empleado, fechas de mantenimiento y gestión de los activos, pudiendo entregar esta información a la administración final del proyecto, promoviendo su correcto empleo y mantenimiento. Además este tipo de representación es de una comprensión

más fácil que un plano o una gran cantidad de documentación, un modelo tridimensional se acerca a la realidad, dando una comprensión cercana para el usuario, pudiendo manejarse la información de forma fluida.

Claro está que generar un modelo como lo es el As-Built, implica una gran dedicación de tiempo, además de requerir de personal cualificado para integrar toda esta información de forma correcta a un modelo que se mantendrá en el tiempo y debe ser entendido por externos. Es en este mismo punto donde implementar estándares ayuda a esta comunicación, donde la definición de elementos debe ser comprensible de forma generalizada. Son muy pocos los proyectos que logran llegar a este nivel de precisión, nuevamente, esto es algo que se puede lograr, sin embargo se sigue observando que las especialidades trabajen de manera individualizada, dejando un modelo As-Built completo como una expectativa difícil de alcanzar.

3.1.4. DESVENTAJAS

Las desventajas identificadas están directamente vinculadas a los inicios de la implementación, siendo estas:

- **Falta de capacitación**, al ser una metodología diferente a lo acostumbrado es necesario preparar al personal para utilizar los softwares, pero, más importante, se debe capacitar para trabajar de forma colaborativa.
- **Alto costo**, una de las principales razones es el alto precio de los softwares a emplear, además del hardware, ya que para utilizar estos programas es necesario tener un buen computador y otros implementos que cumplan con los requerimientos de

cada software. Además el costo de capacitación del personal, ya que la metodología se basa en el trabajo colaborativo, es necesario preparar al equipo para trabajar de esta manera.

- **Precisión**, la información que debe presentar el modelo debe ser precisa, una forma de trabajo que no se acostumbra realizar. Para poder trabajar con BIM se deben implementar diferentes estándares a seguir, obligando a abandonar el trabajo individual para trabajar de forma unificada como oficina.
- **Vocabulario BIM**, la falta de conocimiento de BIM implica no conocer la terminología relacionado a este, por lo que durante la implementación esto puede llevar a comprender de manera equivocada una tarea, logrando un resultado erróneo.

Algunas oficinas que han implementado la metodología, lo han hecho dejando de lado el trabajo colaborativo, sin capacitar a su personal, además de no realizar un estándar, esto resultó en una inversión importante con errores significativos en el trabajo realizado que incurrieron en más gastos de dinero para solventarlo. Es así que se pueden encontrar malas experiencias a la hora de emplear la metodología, sin embargo al estudiar el método de implementación utilizado o buscar categorizar dentro de un nivel de madurez BIM se encuentra que no cumplió con lo necesario para encontrarse siquiera en el nivel 1, incurriendo en el error de creer que BIM es únicamente la utilización de softwares BIM.

3.1.5. HERRAMIENTAS BIM

Existen diferentes herramientas empleadas en BIM que cumplen diferentes trabajos, de los cuales hay 3 principales, se explican a continuación utilizando como referencia el documento *“Recomendaciones prácticas para el uso de Herramientas BIM en la coordinación de proyectos desarrollados en forma tradicional”* realizado por BIM Forum:

Diseño y Modelación:

Tal como sugiere el nombre se trata de una herramienta que permite diseñar y modelar de forma tridimensional. Empleado para generar contenido de la industria AEC, estos modelos contienen entidades que representan elementos reales como lo puede ser un muro, donde para arquitectura representaría un cierre de un espacio, aportando dimensión, y en construcción este presenta su capacidad estructural. Por lo general estos softwares presentan diferentes tipos de template dependiendo de la especialidad que vaya a realizar el modelado, por ejemplo el de especialidades no podría modificar la ubicación de un tabique, mientras que arquitectura si.



Los elementos de esta herramienta son parametrizables y contienen información variada como

la función que cumple, su costo, su geometría, datos técnicos, plazos, entre otros. Además estas entidades tienen la capacidad de interactuar con otras de manera inteligente y esta capacidad permite analizar el conjunto posteriormente.

Herramienta de Gestión y Coordinación:

Esta herramienta se centra en la visualización de modelos federados, estos modelos suelen ser pesados ya que cuentan con variados modelos provenientes de las diferentes disciplinas, incluso de diferentes softwares, por lo tanto esta herramienta tiene la capacidad de visualizar esto de forma eficiente. Igualmente permiten analizar los modelos, analizar la información no geométrica, etc.

Los softwares de análisis de eficiencia energética o de diferentes comportamientos se encuentran en esta categoría, donde también está la posibilidad de realizar simulaciones del proceso constructivo, es aquí donde entran las capacidades 4D y 5D, de tiempo y costos. Además existen herramientas que permiten verificar el cumplimiento de normativas o estándares internacionales arquitectónicos, aunque esto prácticamente no se utiliza, realizándose de forma manual.

Dentro del documento se afirma que existen herramientas que ya incorporan de forma básica estas capacidades, pero las herramientas destinadas únicamente a esto tienen una mayor capacidad de manejo de grandes cantidades de información, con



capacidad de reportar los resultados de simulaciones de forma eficiente a todos los actores de diseño y construcción.

Herramienta de Intercambio y Visualización

Esta herramienta como el nombre lo indica se utiliza para visualizar el proyecto, no únicamente en computadores sino también en plataformas móviles como tablets y smartphones. Esta herramienta permite al usuario acceder a la información geométrica sin necesidad de saber emplear un software complejo, siendo de utilidad incluso en obra de forma rápida para obtener la información de algún elemento. Para este tipo de herramientas es necesario intercambiar los archivos en formatos IFC de forma que cualquier software lo pueda leer.



BIMvision®



BIMcollab
ZOOM

3.1.6. APLICACIÓN BIM EN ARQUITECTURA

Es claro que todas las capacidades antes mencionadas son empleables en arquitectura, especialmente cuando se considera la comunicación con otras especialidades, que, se debe recordar, es una de las grandes visiones que tiene BIM de poder unificar todos los actores que participan en la realización de un proyecto. Claramente existen grandes arquitectos que tienen la capacidad de integrar todas las especialidades sin necesidad de tecnologías, como es el caso del arquitecto australiano Glen Murcutt, sin embargo, BIM propone eficiencia, no únicamente con la necesidad de incurrir en menos gastos sino también por un ámbito ecológico que todo arquitecto debe tener en mente. Un modelo bien realizado con la información necesaria, entrega una cuantía ajustada, lo cual no solo involucra un menor gasto económico, sino también un menor malgasto de materiales que terminen en residuos, sin ser necesario que esta evaluación sea realizada de forma manual.

Un ejemplo directo de un factor que ayuda a la comunicación es la capacidad de los modelos de arquitectura que pueden fácilmente transformarse en modelos de cálculo, permitiendo implementar la estructura necesaria para cumplir con lo requerido por los arquitectos, logrando un traspaso de información eficiente y completamente coherente a lo manejado por arquitectura. En algunos casos de interacción entre cálculo y arquitectura de forma tradicional ocurre que la información entregada, al ser bidimensional, cálculo pasa por alto algún elemento proyectado, en cambio, de esta manera, no solo cálculo tiene una completa comprensión de lo diseñado por arquitectura, sino también el arquitecto puede acceder fácilmente a la información estructural propuesta por la especialidad y los costos de esta.

Una problemática de BIM presentada a la autora es la “limitación” que impone al arquitecto implementar BIM y a su capacidad de diseño, problemática que no fue encontrada a través de otras fuentes, pero presentándose como una incertidumbre general en el ámbito. Esta adversidad a la metodología BIM se refiere a la limitación que estaría imponiendo el uso de los softwares BIM en el diseño del proyecto. Se enfatiza, por lo tanto, que BIM no se limita al uso del software, y además la tecnología es adaptable, si una herramienta de modelado no presenta la capacidad de representar el diseño requerido, entonces el arquitecto busca otra manera o incluso se pueden utilizar o realizar “Mods” al software empleado que permita proyectar lo requerido. Los proyectos arquitectónicos no se adaptan a la herramienta empleada, sino que la herramienta se adapta al proyecto.

3.1.7. EJEMPLO DE BUENAS PRÁCTICAS

COMPARACIÓN DEL DISEÑO TRADICIONAL VS. CON METODOLOGÍA BIM

De forma acotada se presenta el caso de estudio de un complejo de oficinas en Varsovia Polonia (Czmoch, I. 2014) en el cual se compara el proceso del diseño tradicional vs. el diseño con metodología BIM.

El proyecto es desarrollado por 10 diseñadores empleando la herramienta de modelado Revit, se observa de modo general que el proceso de diseño fue un 10% más rápido y con un 80% más de precisión que empleando el diseño tradicional. Dentro del proyecto únicamente 3 personas tenían conocimientos respecto al BIM, siendo estos los líderes

correspondientes a cada especialidad (arquitectura, construcción y MEP) y el resto del equipo fue introducido a BIM durante el proceso.

Se hizo uso de la herramienta de modelado para las instalaciones MEP, logrando detectar las colisiones durante el proceso y pudiendo solventarlas durante la etapa de diseño, por lo que no hubo interferencias en la etapa de construcción. En el documento se afirma que la inversión empleada en implementar BIM fue devuelta en el ahorro realizado al ordenar la cantidad exacta de materiales y elementos necesarios para el proyecto entregado por las herramientas, sin incurrir en gastos adicionales por falta de materiales. Además asegura que el tiempo empleado en generar la documentación de la construcción disminuyó un 30%, lo cual fue posible al trabajar en un único modelo a diferencia de variados archivos de dibujo 2D (CAD), aprovechando este tiempo ahorrado para visualizar interferencias, solventarlas y llegar a mejores soluciones.

39 VICTORIA STREET, LONDON

Este proyecto fue llevado a cabo por Willmott Dixon Interiors (WDI) para el Departamento de Salud en agosto de 2017. La firma ganó el premio “Best Overall BIM Project” en los RICS Awards por su trabajo.

El edificio proyectado comienza desde una construcción preexistente, siendo requerido mantener parte de las instalaciones ya presentes. El edificio consta de una primera planta con amplios salones de reuniones, restaurante y atención

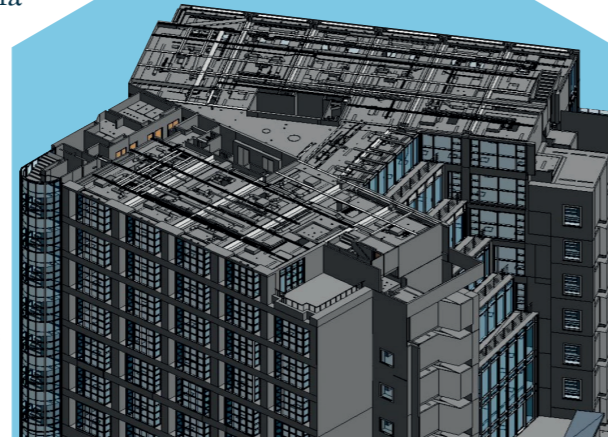


al público, los primeros 8 pisos son oficinas de planta abierta y salas de reuniones y el noveno piso cuenta con oficinas grandes y un bullpen.

Los requerimientos del cliente involucraron hacer uso del Nivel 2 BIM implementado por el gobierno de Reino Unido.

Se redacta a continuación la experiencia de Amador Caballero, líder BIM de la firma WDI en este proyecto (Caballero A. 2017). Caballero afirma que el hacer uso de BIM y VR les permitió entregar el proyecto a tiempo y respetando el presupuesto, pudiendo realizar presentaciones al cliente que reflejaban el trabajo que se haría y evitando cambios durante la construcción. El trabajo con los subcontratistas fue más complejo porque no tenían experiencia en BIM, pero eso fue mejorando durante el transcurso del proyecto. Lo más relevante fue que hicieron entrega del modelo para facilitar la administración del edificio, es decir realizaron un modelo As-built. Para la mayoría del equipo era primera vez que se veían involucrados en un proyecto de Nivel 2 BIM, sin embargo fue más simple de lo esperado.

El proyecto se realiza a partir de un edificio preexistente, siendo necesario levantar la información de Operación y Mantenimiento (O&M, Operations and Maintenance) del equipamiento presente para incluirla en los modelos y asegurar la información necesaria para la administración de este. Finalmente a partir del levantamiento de información



3.1.6. 39 Victoria Street en software
(Caballero A, 2017)



3.1.7. Amador Caballero
Fuente: Willmott Dixon Interiors

obtienen un modelo con las dimensiones exactas de arquitectura y estructura visible, pero con baja información MEP, debido a que no se les permitió evaluar los cielos falsos de forma temprana y realizarlo de forma posterior implicaría retrasar el proyecto. En el caso de que un cliente quiera obtener los beneficios completos de emplear BIM se debe entregar la posibilidad de estudiar las instalaciones de forma temprana.

Se tuvo un periodo de pre-construcción de 12 semanas para levantar la información del edificio, al ser un tiempo muy acotado y no poder esperar a que exista el levantamiento completo del modelo con la información existente, se decidió entregar a los arquitectos de forma semanal, la información de un piso, permitiendo el avance con la información verídica existente, al unísono del levantamiento.

Las partes interesadas acordaron un Plan de Ejecución BIM posterior al contrato (PEB) escrito por WDI para capturar los requisitos de información del proyecto describiendo los requisitos de información del empleador y los requisitos de información de activos. WDI manejó un Entorno de Datos Comunes para el intercambio de información del proyecto, esto permitió definir el flujo de trabajo correcto, posibilitando que todo el equipo autorizado tenga acceso a la información requerida, pudiendo gestionarla y rastrearla.

Una de las ventajas de BIM aplicadas al proyecto fue la generación de visualizaciones, animaciones y presentaciones con VR para facilitar el entendimiento del cliente, lo cual derivó en realizar principalmente

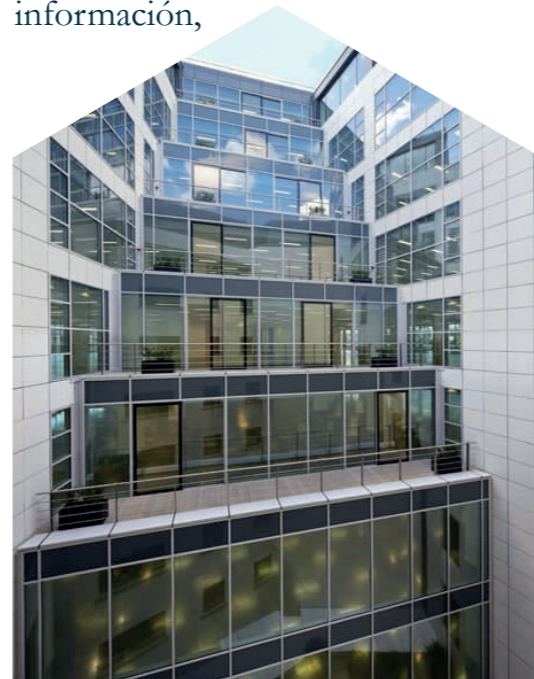
cambios de terminaciones del material. Aunque lo más destacado fue hacer uso de las capacidades 5D de cuantificación. “La persona encargada en WDI de realizar la cuantificación se encontraba escéptica respecto a los softwares 5D, sin embargo descubrió grandes beneficios respecto a su empleo y se encuentra entusiasmado de poder emplearlo en futuros proyectos”(Caballero A. 2017).

El subcontratista de MEP entregó un modelo de instalaciones de forma temprana, permitiendo que el cliente autorice verificar la presencia de elementos existentes y asegurar junto a arquitectura que no exista colisión entre elementos.

Los subcontratistas de diseño igualmente debían entregar modelos BIM, para la mayoría de ellos era primera vez que se enfrentaban a esto, por lo que hubo muchas dudas e inseguridades, las cuales se fueron resolviendo con el uso del PEB que determinaba nomenclaturas y formas de intercambio de información, permitiendo el entendimiento de la colaboración.

Como lecciones aprendidas en el proyecto, Amador Caballero establece que BIM requiere que el cliente se vea involucrado desde el comienzo del proyecto para lograr un resultado valioso.

Se requiere definir previamente los equipos que se deben preservar y la información que se requiere de estos, además de mantener el modelo durante el



3.1.8. 39 Victoria Street, Patio Interior
Fuente: Google

ciclo de vida del proyecto, evitando que este quede obsoleto.

En el caso de ser necesario levantar la condición preexistente de una construcción el cliente debe plantear cuáles son sus expectativas de emplear BIM y permitir el acceso temprano al edificio, evitando retraso en el programa del proyecto. Es necesario entregar un apoyo constante a los subcontratistas, especialmente si no tienen mayor conocimiento BIM, entregándoles seguridad, mejorando sus habilidades y comprensión respecto a la entrega BIM.

CONCLUSIÓN

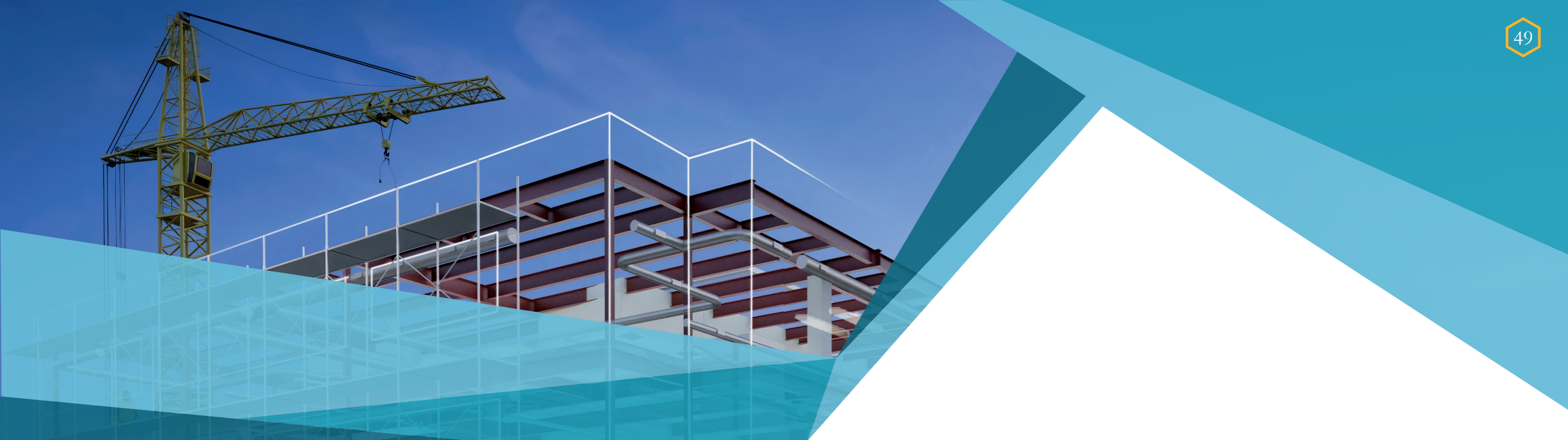
En principio el planteamiento de que BIM es limitante para la arquitectura, se refiere realmente al empleo del software, lo cual, como ya se observó, BIM a diferencia de lo entendido, no es únicamente el uso de herramientas BIM, sino un conjunto de métodos utilizados para llegar a un fin, haciendo uso de estas herramientas. La metodología no es limitante e involucra un factor humano que es dejado de lado a la hora de definir BIM como el uso del software, factor muy relevante ya que son las personas las que llevan a cabo el trabajo empleando las herramientas.

En gran medida las limitaciones que presenta BIM se refieren al comienzo de la implementación, al buscar una manera diferente de realizar los procesos y cambiando la forma individualizada de trabajar presente en la industria, siendo discordante con las costumbres ya adquiridas. En comparación son mayores los beneficios obtenidos por emplear la metodología que las desventajas que esta presenta, permitiendo a través de la eficiencia que los arquitectos logren dedicarse más a la etapa de diseño que a resolver conflictos y repetir información en cada plano.

La integración de las especialidades y el trabajo colaborativo interdisciplinario es beneficioso tanto para el proyecto en sí mismo, incentivando la responsabilidad de las partes involucradas, como para la sostenibilidad de lo que implica construir un edificio, pudiendo disminuir los residuos generados por la industria de la construcción y un mejor comportamiento de las edificaciones levantadas.


Por otro lado, desde la perspectiva de que las herramientas de modelado BIM son limitantes para un arquitecto, esto no es real, ya que existen variadas herramientas, con

diferentes funciones y el arquitecto jamás se debe ver limitado por la herramienta que está empleando. El arquitecto cuando se enfrenta a realizar una maqueta de su proyecto, no cambia lo proyectado porque el material empleado no le permite la representación de su idea, sino que busca un nuevo material que le permita llevar a cabo su proyecto, adecuando el material y no viceversa. El material empleado es una herramienta para que el arquitecto represente su idea, de la misma manera en que un software de modelado es una herramienta para el arquitecto y estas herramientas son modificables de forma de lograr representar lo requerido.



IMPLEMENTACIÓN BIM EN CHILE DESDE EL ESTADO

3.2



BIM es una metodología que permite volver más eficiente la industria de la construcción en todos sus ámbitos, siendo reconocida así por diferentes países, de esta forma es que se exige desde el Estado implementar la metodología BIM en los proyectos, iniciando por los proyectos públicos y apuntando a que se integren los proyectos privados. Chile no se queda atrás con esta propuesta, exigiendo la implementación en proyectos públicos a partir del 2020.

En este tema se definirá la base de la industria de la construcción en Chile por la que comienza la iniciativa de implementar BIM de forma obligatoria, abordando los objetivos a los que se pretende llegar, los avances que se han realizado hasta el momento, las ayudas que está brindando el Estado y las limitaciones con las que se ha encontrado este cambio. Se toma este tema debido a la necesidad de llevar la metodología al contexto de este país, donde se debe considerar la base que tiene este, el cual se diferencia de otros países, llegando en general a determinar que el elemento faltante es la capacitación de las personas, no únicamente relacionado al software, sino principalmente a la colaboración, por lo que los avances deberían centrarse en la preparación de los equipos.

3.2.1. REINO UNIDO

El mejor ejemplo de buenas prácticas que está considerando el equipo de Planbim, encargado de la implementación de BIM en Chile, es el de Reino Unido, el cual fue uno de los primeros en comenzar la implementación obligatoria, liderando actualmente el desarrollo de iniciativas de implementación BIM, además de hacer su uso obligatorio en proyectos públicos desde 2016, exigiendo alcanzar el nivel 2 de madurez BIM.

En base a la información recopilada por la comisión Interministerial BIM se determina los siguiente datos sobre la adopción de BIM por Reino Unido, donde la iniciativa de implementar fue realizada a través de BIM Task Group, comenzando por determinar cuáles eran las bases por las que comenzaba su industria y, por consiguiente, cuáles eran los puntos en los que fallaba, determinando que un 35% de sus recursos invertidos en la construcción se perdían y que el 32% de los residuos totales generados provienen de la industria de la construcción.

Como objetivos se determinaron los siguientes:

- Reducir en un 33% el coste del ciclo de vida de los activos.
- Reducir un 50% el tiempo de construcción de activos.
- Reducir un 50% las emisiones de efecto invernadero.
- Reducir un 50% la brecha comercial entre exportación e importación de productos y materiales.
- Incrementar la calidad de los activos.
- Incrementar la productividad del sector.

Reino Unido exige implementar BIM sin obligar a que sea empleado en cada proceso de forma estricta, sino llamando a identificar en qué parte del proceso es necesario emplearlo,

siendo esto totalmente individual de cada oficina, ya que todas funcionan de maneras diferentes, es así que invita a cada uno a determinar cómo emplear BIM para mejorar sus propios procesos. Por otro lado, busca incentivar la capacitación de personal, realizando un cambio en la industria desde la manera de hacer.

El gobierno no delimitó la manera de capacitar a los profesionales y estudiantes, presentando así una diversidad de universidades y organizaciones que ofrecen estas capacitaciones con diferentes enfoques y perfiles profesionales. Apoyados por el BIM Academic Forum (BAF) desarrollaron un instrumento para impulsar las capacidades en BIM, guiando la implementación. El gobierno determinó un marco de los contenidos de formación y desarrollo respecto a BIM con la intención de guiar la enseñanza, llamado Learning Outcomes Framework (LOF). Este presenta 3 áreas de desarrollo basada en la comprensión de la metodología:

- Comprensión general de BIM, considerando lo que implica el nivel 2 de madurez BIM y su asociación con la “Government Construction Strategy and Industrial Strategy 2025”
- Comprensión del impacto de BIM en las organizaciones.
- Comprensión de los requerimientos para la gestión e intercambio de información entre agentes.

A partir de estos puntos planteados se entiende que lo que busca el gobierno de Reino Unido no es determinar una manera de hacer estricta, sino indicar los conceptos generales que una persona que implemente la metodología debe saber, comprendiendo para qué se empleará y que los profesionales y estudiantes busquen un “cómo” a partir de comprender

lo anterior. De esta manera se entrega total libertad de maneras de aprender y enseñar, sin limitar a cursos que estrictamente se deben tomar y generando una gran variedad de alternativas.

De igual manera y como ya se ha mencionado, es de suma importancia determinar un estándar para emplear BIM, por lo que este es realizado por el estado de Reino Unido, además de determinar formas de intercambio de información, generando los siguientes documentos:

- Estándar para producción colaborativa de información de arquitectura e ingeniería.
- Especificaciones para gestión de Información en el desarrollo de proyectos de construcción.
- Especificaciones para gestión de Información en la operación y mantenimiento.
- Especificaciones sobre seguridad en la gestión de información.

Donde el estándar determina requisitos para la implementación como los siguientes:

- Requerimientos de Información del Cliente (EIR).
- Planes de Ejecución BIM (PEB).
- Formatos de intercambio para los modelos BIM.
- Funciones y Responsabilidades.
- Protocolos y procesos.

UK BIM FRAMEWORK



3.2.1. Implementación BIM Reino Unido
Fuente: UK BIM Framework

Reino Unido al implementar de forma obligatoria el uso de BIM desde 2016 en proyectos públicos, han obtenido como resultado una reducción de costos que plantean utilizar para construir más y mejor, calculando que el dinero que empleaban antes para construir 5 escuelas, ahora construyen 7 de estas.

Por otro lado abarcando resultados de otros países, Rodrigo Sanchez en su presentación “Consejo de productividad CChC: Adopción de BIM como respuesta a los desafíos de productividad” en 2022 entrega los siguientes datos:

- En Estados Unidos, se redujo el tiempo de los proyectos en un 7%, lo que significó un ahorro de 10% de costos de contratos, 40% de eliminación de cambios no presupuestados y 90% de reducción de tiempo para estimar costos.
- En Singapur se obtuvo un 45% de ahorro en mano de obra.
- Según una encuesta realizada por Matrix Consulting (2020) los usuarios de BIM reportaron un aumento en la producción laboral de un 3%.
- Un estudio de la CDT entrega que el uso de la metodología BIM reporta una reducción del 5,1% del costo total en proyectos de edificación en extensión.

De forma que la implementación de BIM de forma obligatoria ya ha entregado beneficios concretos en otros países.

3.2.2. BIM FORUM CHILE

BIM Forum nace como apoyo para las organizaciones y personas que buscan o ya están implementando BIM, a través de canalizar dudas e inquietudes respecto a la metodología. Es una organización que convoca diferentes instituciones relacionadas al BIM en Chile como Mandantes Públicos y Privados, Entidades Académicas, Oficinas de Arquitectura, Empresas Coordinadoras de Proyectos, etc.



BIM Forum Chile

3.2.2. BIM Forum Chile
Fuente: BIM Forum Chile

La organización promueve buenas prácticas y desarrollo en el sector de la construcción respecto al uso de BIM en el ciclo de vida de los proyectos. También invita a la investigación de la metodología, genera instancias de difusión y busca aportar en la formación de competencias y habilidades relativas al BIM.

BIM Forum es el mayor apoyo en Chile respecto a lo relacionado con BIM, dentro de la directiva se encuentra en estos momentos la directora ejecutiva de Planbim Carolina Soto que junto a esta organización han desarrollado la implementación obligatoria a nivel nacional. Además BIM Forum ha realizado diferentes documentos para ayudar a la implementación, junto con recabar información de experiencias tanto en otros países como en Chile. También realiza congresos internacionales para informar respecto a diferentes temas de BIM, invitando a variados profesionales extranjeros para hablar de sus experiencias y promover sus prácticas en Chile. Pudiendo así interconectar a las personas que buscan mejorar su implementación o comenzarla, con gente que ya ha experimentado el cambio. Dentro de la presente memoria se toman referencias de diferentes documentos y

charlas realizadas por BIM Forum Chile, al ser el ente más relevante respecto al tema en el país, además de ser el más completo y con mayor entendimiento de la metodología a nivel nacional.

3.2.3. PLANBIM

Planbim es una iniciativa de CORFO (Corporación de Fomento de Producción) en el marco del Programa Estratégico de Productividad y Construcción Sustentable, Construye 2025. Este programa está destinado a fomentar el uso de la metodología BIM en Chile, introduciendo así la obligatoriedad de su uso en proyectos públicos a partir de 2020.



3.2.3. Planbim
Fuente: Planbim

3.2.3.1. OBJETIVO

Como es necesario, Planbim determina primero por qué debe implementarse, identificando cuales son las fallas que tiene en este momento la industria en Chile.

Como primer punto se encuentra la **baja productividad**, realizando una comparación entre Chile y Estados Unidos respecto a la productividad de la construcción habitacional, obteniendo que Chile tiene una productividad únicamente del 48% en comparación a Estados Unidos.

Las razones identificadas para esto son:

- El poco empleo de métodos avanzados de gestión.
- La fragmentación de las partes relacionadas a la proyección de un proyecto.
- La falta de estandarización.
- La escasez de uso de materiales prefabricados.
- La falta de capacitación de trabajadores.

Se identifica, según el ministerio de obras públicas, que esto conlleva a un 30% de retraso en los plazos de entrega, una baja calidad y extensos periodos de tiempo para conseguir permisos de construcción. Además determina una gran falla al no pensar en la eficiencia de lo construido en la etapa de operación, realizando ahorros en la etapa de construcción que implican mayor gasto en el tiempo de empleo.

Por otro lado, los valores que Chile presenta respecto a los residuos generados por la industria de la construcción son del 34% del total de desechos, pudiendo llegar en 2016 a superar 8 millones de toneladas, además de un 38% de los gases invernaderos y 35% del consumo energético (Minvu, 2018).

El objetivo general de Planbim es aumentar la productividad y la sustentabilidad determinando 8 puntos específicos:

- Calidad: Mejorar la calidad y eficiencia de los proyectos en todo el ciclo de vida.
- Productividad: Aumentar la productividad y competitividad de la industria en la construcción.
- Ahorro: Reducir costos, plazos e ineficiencias en todo el ciclo de vida.

- Transparencia: Aumentar la trazabilidad y transparencia de la información de proyectos.
- Colaboración: Fomentar una industria colaborativa y el uso de estándares comunes.
- Eficiencia: Asegurar el cumplimiento normativo y reducir los tiempos de aprobación de permisos de construcción.
- Participación: Proveer mejores herramientas para la participación ciudadana de proyectos.
- Predictibilidad: Mejorar la predictibilidad y control de costos y plazos de la construcción.

Estos puntos mencionados tienen un gran parecido a los objetivos planteados por Reino Unido, además de ser las expectativas básicas que se tienen al hacer uso de la metodología BIM, entendiendo que al buscar los mismo objetivos se puede apoyar de lo ya realizado por Reino Unido, siempre considerando que son diferentes países, con diferentes estadísticas y diferentes culturas.

3.2.3.2. USO OBLIGATORIO DE BIM PARA PROYECTOS PÚBLICOS

A partir de los problemas detectados y dando inicio a la utilización de BIM a nivel nacional se comienza por la implementación en proyectos públicos a partir del 2020, con la intención de que se sume la industria privada para el 2025. “Con esto se busca, entre otras cosas, facilitar la participación de las empresas en las licitaciones y obtener información precisa de los proyectos que entregue mejores herramientas para la toma de decisiones.” (Planbim, 2019)

3.2.3.3. ENCUESTA NACIONAL BIM 2019

El paso más importante consiste en generar un estándar común para todas las instituciones que hagan uso de BIM, de esta manera todos los actores de los proyectos tienen conocimiento de un mismo estándar, asegurando consistencia, calidad e interoperabilidad. Reconociendo que los proyectos son trabajos que juntan diferentes disciplinas y la manera correcta de realizarlos es cooperativamente, por lo que al definir un estándar, todas las partes se aseguran de que recibirán la información con cierto grado de calidad ya definido. A partir de esta seguridad se espera incentivar igualmente al sector privado a sumarse a esta implementación.



3.2.4. Estándar BIM para Proyectos Públicos
Fuente: Planbim

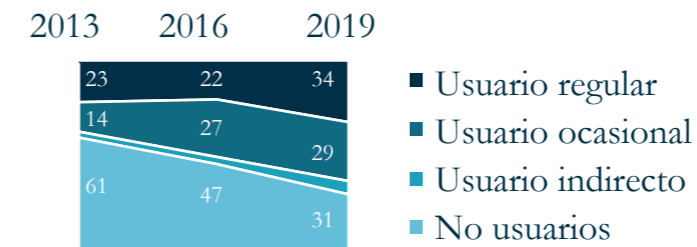
Para asegurar el traspaso de información entre las partes se hace uso de openBIM el cual se refiere al proceso de compartir la información de manera segura, sin pérdidas, a partir de formatos abiertos, en este caso específicamente el formato IFC. Este formato conserva la información de los modelos, pudiendo traspasarse entre diferentes softwares, de esta manera no se obliga a emplear específicamente un software y se da libertad respecto a esta decisión a cada oficina.

Previo a la implementación obligatoria se ha realizado una encuesta al sector privado de la industria cada 3 años respecto al uso de la metodología, la cual posteriormente será comparada con la encuesta realizada en el presente año 2022.

Se recuerda una de las desventajas relacionadas al BIM, de la **falta de vocabulario**, lo cual implica no conocer realmente las palabras empleadas, pero creer que si las comprende, llevando a realizar de manera equivocada lo exigido. Se trae nuevamente este punto ya que las respuestas de la encuesta, en parte, son subjetivas, un usuario puede creer estar empleando BIM para obtener las cubicaciones, quizá realizándose de una manera manual, no automática, pero al tener el desconocimiento de cuál sería el método correcto de realizarlo asegura emplear BIM para esta función. De aquí que estas encuestas pueden no ser precisas, ya que se basa en la percepción de cada usuario de lo que es BIM.

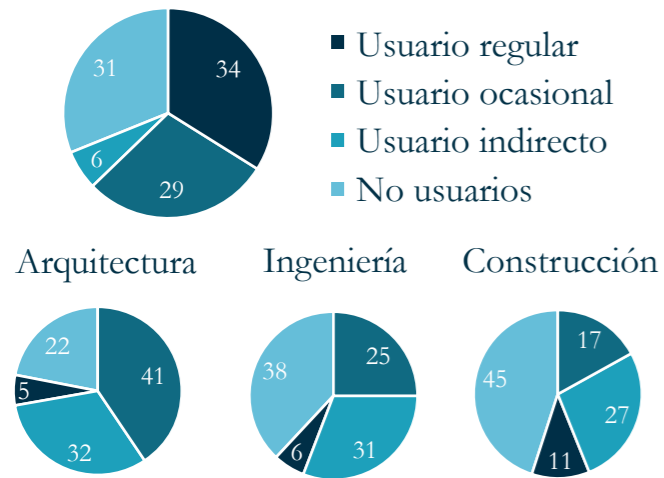
En principio se realiza una diferenciación entre los tipos de usuarios, siendo estos los usuarios regulares, los usuarios ocasionales, los usuarios indirectos y los no usuarios.

3.2.5. Niveles de adopción, 2013-2019
% de usuarios
Fuente: Adaptado de "Encuesta Nacional BIM 2019"



3.2.6. Niveles de adopción BIM

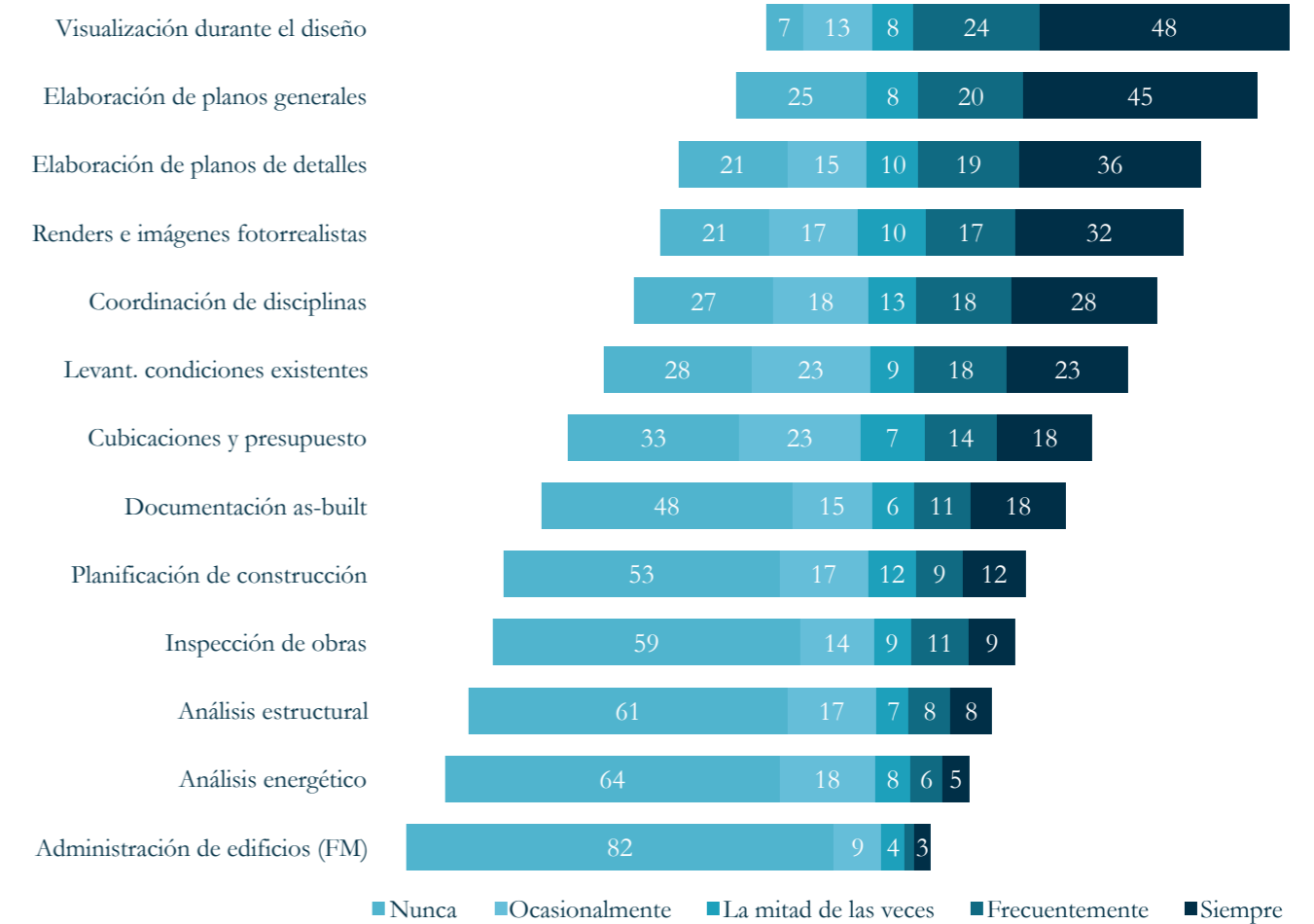
% que tiene el siguiente nivel de adopción BIM & comparativo entre disciplinas
Fuente: Adaptado de "Encuesta Nacional BIM 2019"



Donde se encuentra que a nivel general al menos un tercio es un usuario regular y este valor ha ido aumentando con el paso de los años. Dentro de arquitectura el porcentaje de usuarios regulares es mayor, llegando al 41%, en cambio dentro de las otras disciplinas los porcentajes son más altos en los no usuarios, denotando que el intercambio de información entre especialidades se ha de realizar en formatos diferentes, lo cual limita las posibilidades de BIM.

3.2.7. Usos

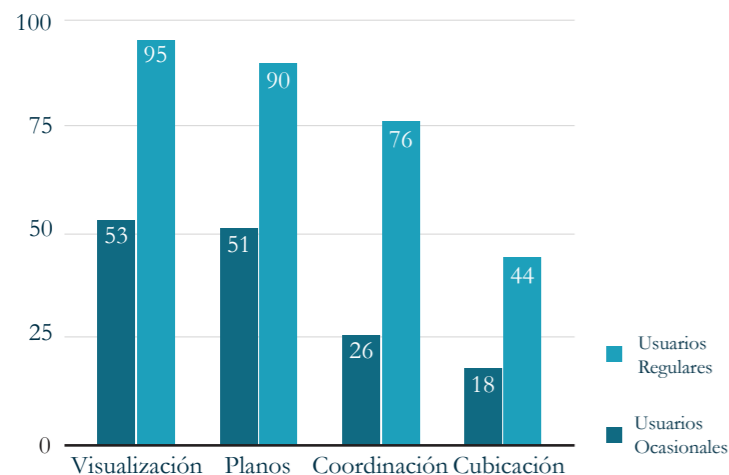
% de usuarios que ha utilizado BIM con determinada frecuencia para los siguientes usos
Fuente: Adaptado de "Encuesta Nacional BIM 2019"



Este gráfico muestra los diferentes usos que realizan los usuarios, siendo el más común la visualización del modelo, lo cual puede realizarse a través de un software común de

modelado 3D, no es necesario que este sea BIM, al igual que los siguientes dos usos más empleados de elaboración de planos y elaboración de planos de detalles. A partir del 4 uso serían los que realmente implicaría la metodología BIM, esto quiere decir que a pesar de asegurar emplear la metodología BIM, en realidad en la mayoría de los usos, lo que más se emplea, no va vinculado al BIM, quedándose en el nivel 1 de la madurez dentro de los niveles planteados por Reino Unido, donde se hace uso de los elementos tridimensionales, pero sin colaboración significativa.

3.2.8. Usos según usuario
Fuente: Elaboración propia



El gráfico presentado se realiza a partir del total de personas encuestadas, por lo que el documento realiza una diferenciación escrita que plantea la siguiente diferencia:

“Usuarios ocasionales vs regulares. Los usuarios ocasionales utilizan BIM casi exclusivamente para visualización durante el diseño (53% lo hace frecuentemente o siempre) y elaboración de planos generales

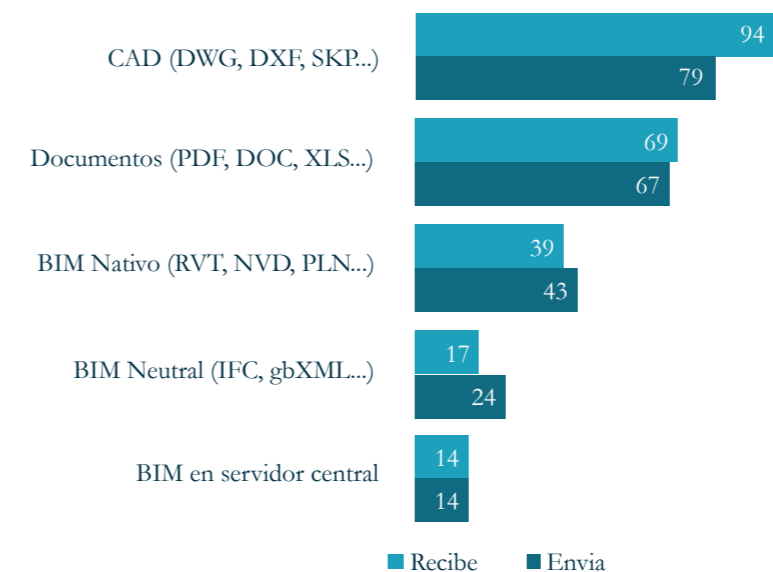
(51%). Apenas un 26% realiza coordinación de disciplinas y un 18% realiza cubicaciones. En cambio, los usuarios regulares realizan un rango mucho más amplio de usos: visualización (95%), elaboración de planos generales (90%) y de detalles (76%), coordinación de disciplinas (64%), renders (60%) y cubicaciones (44%).” (Loyola, M., 2019)

Esto quiere decir que al menos los usuarios regulares realizan un empleo más relacionado con la metodología BIM diferenciándolo de únicamente las capacidades gráficas que tiene el software.

Por otro lado el documento hace diferencias para el uso específico de cada disciplina, siendo este punto relevante para arquitectura, ya que se busca trabajar dentro del mismo formato todas las disciplinas y no incurrir en combinaciones que retrasan el proceso.

“Uso específico de disciplinas. Sólo el 19% de los ingenieros estructurales usa BIM para realizar análisis estructurales. El 42% de los constructores nunca ha usado BIM en obra, y sólo un 36% de ellos lo ha utilizado para apoyar labores de planificación de obras o inspección de proyectos.” (Loyola, M., 2019)

3.2.9. Formato para el intercambio de información
% de usuarios que utiliza los siguientes formatos digitales para enviar y recibir información de proyecto.
Fuente: Adaptado de “Encuesta Nacional BIM 2019”



A partir del siguiente gráfico se observa que el intercambio de información sigue realizándose de manera tradicional con visualizaciones 2D, incurriendo en un mayor trabajo al tener que realizar el cambio de formato. En el caso de arquitectura donde se trabaja con softwares de modelación BIM, estos deben realizar el cambio de formato a, por ejemplo, CAD, para entregar la información a las

disciplinas y posteriormente estas entregan nuevamente en este formato la información a arquitectura, siendo necesario traspasarlo a un modelo tridimensional o mantener los dibujos

3.2.10. Usos observados vs esperados
% usuarios que realizan siempre o frecuentemente los siguientes usos (uso observado) versus % de usuarios que cree que utilizaría BIM para esos usos (uso esperado)
Fuente: Adaptado de "Encuesta Nacional BIM 2019"



bidimensionales en el modelo del proyecto, lo cual limita la capacidad tan esperada de BIM de coordinar disciplinas y evitar interferencias.

Se entiende por esto que hasta el 2019 Chile se encuentra lejos de poder llegar a la utilización de BIM dentro de la completa vida de un proyecto, donde, como ya se observó en gráficos anteriores, las especialidades diferentes a arquitectura tienen un empleo muy bajo respecto a las utilidades que puede entregar BIM para cada especialidad en concreto.

En este gráfico se presentan dos opciones realizadas a usuarios y a los no usuarios que conocen la metodología, donde se le pregunta a los no usuarios ¿para qué creen ellos que se emplearía BIM? y a los usuarios ¿para qué emplean BIM? para determinar las diferencias entre estas dos perspectivas.

Para los no usuarios los usos principales esperados son la coordinación de disciplinas

(67%) y la cubicación de presupuestos (67%), seguido por la visualización durante el diseño (65%), sin embargo los usos para los que realmente se emplea son la visualización (72%) y la elaboración de planos generales (65%) y de detalle (54%). Menos de la mitad lo emplea para la coordinación de disciplinas (46%) y menos de un tercio para la cubicación y presupuestos (32%). Incluso poco más de la mitad de los no usuarios cree que se emplearía para la planificación de construcción y esto es en realidad empleado únicamente por un 21% de los usuarios. Incluso se observa en este gráfico que el uso de la metodología BIM para el proceso posterior a la construcción que sería la administración de edificios presenta la preocupante cifra del 5%, demostrando que aún la industria en Chile no considera dentro de su planificación el uso necesario durante la ocupación del edificio.

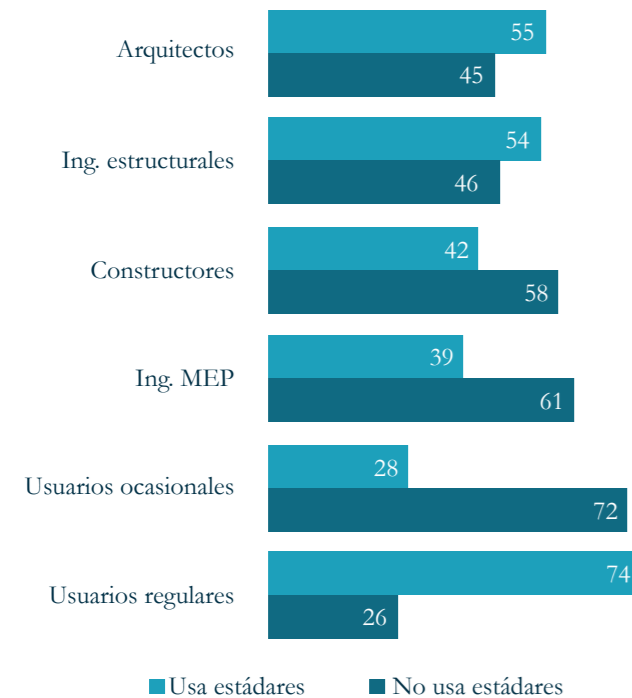
“Uso de estándares. Un poco más de la mitad de los usuarios (54%) utiliza algún tipo de estándar BIM. La mayoría (42%) usa estándares propios o internos a su empresa y un 12% utiliza estándares externos definidos por el cliente o por normas extranjeras. Del total de usuarios que emplean estándares un 16% señala usar estándares que debe modificar a cada proyecto o equipo diferente.

3.2.11. Estándares BIM utilizados
% de usuarios que utiliza los siguientes tipos de estándares BIM
Fuente: Adaptado de "Encuesta Nacional BIM 2019"



usa estándares propios o internos a su empresa y un 12% utiliza estándares externos definidos por el cliente o por normas extranjeras. Del total de usuarios que emplean estándares un 16% señala usar estándares que debe modificar a cada proyecto o equipo diferente.

3.2.12. Estándares BIM utilizados
% de usuarios que utiliza estándares BIM
Fuente: Adaptado de “Encuesta Nacional BIM 2019”



Usuarios ocasionales vs regulares. El 74% de usuarios regulares utiliza algún tipo de estándar, mientras que en usuarios ocasionales, la situación es exactamente inversa: el 72% no usa ningún tipo de estándar.” (Loyola, M., 2019)

Como se ha mencionado, es necesario hacer uso de estándares al emplear la metodología BIM, facilitando el trabajo colaborativo, además de que el no emplearlo puede terminar en problemas mayores y complicando el trabajo. Es debido a este tipo de prácticas que algunos usuarios aseguran tener una mala experiencia al emplear BIM, es complejo realizar un cambio de metodología comenzando por limitar la forma de trabajar

sin tener conciencia de dónde y cómo realizarlo, es por esto que al recibir una guía por parte del estado se facilita este cambio.

“**Aprendizaje.** Casi la mitad (48%) de los usuarios BIM ha realizado un curso formal de BIM en una universidad o institución de capacitación. La proporción es mayor en usuarios regulares (53%) que ocasionales (42%) y en arquitectos (52%) que en ingenieros MEP (39%). No obstante, el método más común de aprendizaje, común a todas las disciplinas y tipos de

usuarios, es el autoaprendizaje informal usando tutoriales disponibles en Internet. El 88% de los consultores BIM ha realizado un curso formal en una universidad o institución de capacitación.” (Loyola, M., 2019)

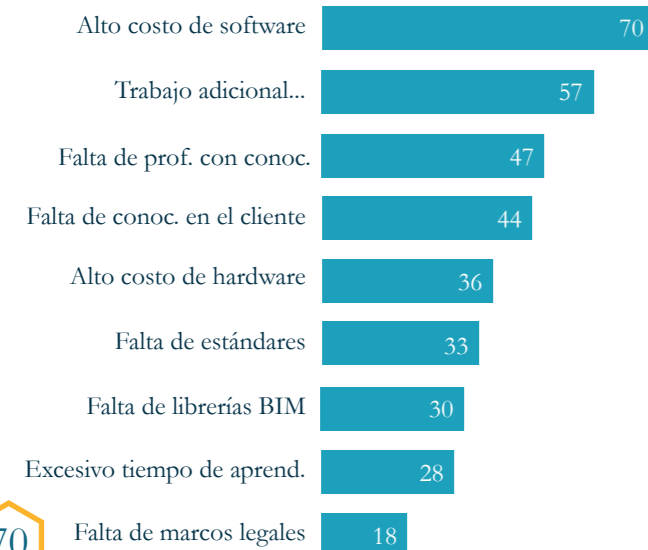
“**Aprendizaje en pregrado.** Sólo el 33% de los profesionales recién egresados (menores a 25 años) que son usuarios de BIM aprendió a usar la tecnología en cursos durante el pregrado.”(Loyola, M., 2019)

Énfasis en que, este último, se refiere al aprendizaje del manejo del software, no a la metodología. Los profesionales egresados tuvieron algún tipo de formación dentro de su preparación en pregrado, aunque es más común no obtener ningún tipo de capacitación, por lo que es necesario adquirir los conocimientos de forma externa, siendo el más común el aprendizaje a partir de tutoriales, estos por lo regular enseñan a manejar el software y a partir de ahí se buscan soluciones para problemas específicos. Es complejo que dentro de estos tutoriales se enseñe a manejar las habilidades blandas, limitándose entonces únicamente a mejorar el manejo del software.

En el nivel de satisfacción adquirido al emplear BIM se obtiene que el personal que aprendió a partir de métodos formales tienen una satisfacción de 7,9/10 a diferencia de los de aprendizaje informal de 6,8/10. Es necesario tener en cuenta que cada usuario trabaja con otros, por lo que el método de trabajo de uno afecta al de los demás, por lo tanto aunque una persona se haya preparado con una amplitud de herramientas, cursos, universidades, etc. su trabajo se ve afectado por el de una persona que no se haya preparado de igual manera, esta satisfacción viene del trabajo colaborativo, por lo que debería hacerse la inferencia del nivel de preparación del equipo completo.

Dentro de los beneficios obtenidos al emplear BIM se realiza en la encuesta la pregunta de ¿qué beneficio han obtenido? y ¿cuál es más importante? Los resultados muestran que para el 82% de los arquitectos es importante la reducción del tiempo, mientras que para los ingenieros solo el 45% lo considera importante. En la etapa de construcción menos del 40% de constructores ha observado reducción en los costos, reducción de tiempo de construcción o mayor precisión en la programación de obras. Esto puede deberse a que, como se ha observado, hasta el momento el empleo de la metodología BIM no se ha realizado de forma correcta, por lo que no se puede esperar grandes resultados. Los usuarios regulares reportan obtener más beneficios que los usuarios ocasionales, donde por ejemplo el “82% de los usuarios regulares reporta beneficios altos o muy altos en reducción de errores en documentos versus sólo un 49% en usuarios ocasionales.” (Loyola, M., 2019)

3.2.13. Barreras para el uso
% de usuarios que declara haber enfrentado los siguientes problemas durante el uso de BIM
Fuente: Adaptado de “Encuesta Nacional BIM 2019”



Dentro de las razones entregadas que limitan el emplear BIM se entrega el siguiente gráfico, donde nuevamente aparece el factor costo como una de las mayores razones para no hacer el traspaso a esta metodología, especialmente entre ingenieros especialistas MEP (80%), empresas pequeñas (76%) y usuarios iniciales (73%). También, dentro de esta misma pregunta, los resultados de la encuesta muestran que una gran razón entregada para no hacer el traspaso es que otras disciplinas no hacen uso de esta

metodología, por lo que se realiza trabajo adicional, siendo esta la razón de un 57%, entregada principalmente por arquitectos que no han cambiado a la metodología.

A partir de esta base en el uso de la metodología BIM es que comienza el uso obligatorio en proyectos públicos.

3.2.3.4. ENTIDADES IFC

El traspaso de información al ser realizado en el formato IFC, implica que se debe entender el funcionamiento de las entidades que este presenta, es así que Planbim entrega un documento llamado “Guía de entidades IFC arquitectura” en el cual expresa las características de cada entidad arquitectónica que puede ser representada en formato IFC y sus cualidades. Primero determina que en el esquema IFC, “una entidad representa una categoría de elementos, definidas por propiedades comunes” (Planbim, 2021), haciendo diferencias entre:

- **Entidades abstractas y entidades físicas**, la entidad física podría ser un muro o ventana y la abstracta podría ser una tarea.
- **Entidades generales y específicas**, en este se separan por el nivel de especificación del dato o elemento del que se habla, por ejemplo uno general sería la entidad IfcElement, el cual se refiere a un elemento, luego pasando a lo más específico, es que dentro de esta categoría estaría un muro o ventana.

Por lo tanto, un muro sería una entidad física y específica, donde su entidad general sería el IfcElement.

3.2.3.5. DOCUMENTO “ESTÁNDAR BIM PARA PROYECTOS PÚBLICOS”

Dentro de este documento se explican tipos predefinidos de cada entidad, comenzando desde entidades como ejes, terreno y elementos geográficos, pasando por losas, muros y ventanas, hasta llegar a equipamientos y muebles. Además determina cuáles son los parámetros que se exportan al formato, siendo éstos el parámetro de tamaño, el parámetro de posicionamiento y el parámetro de especificación.



3.2.14. Ejemplos de parámetros nativos en formato IFC
Fuente: Adaptado de “Guía de entidades IFC Arquitectura”

Es a partir de estas características, definidas por el formato empleado, que Planbim realiza el “Estándar BIM para proyectos públicos” utilizándolo para especificar las entidades que componen los modelos BIM, el tipo de información (TDI) que deben contener según los Usos BIM, el nivel de información (NDI) necesario para el Estado de Avance de la Información de los modelos (EAIM), todo esto incluido dentro del documento que especifica a detalle cómo se mezclan estos conceptos.

En este punto se resumirá a grandes rasgos el contenido que tiene el documento realizado por Planbim para estandarizar los proyectos públicos realizados con la metodología BIM.

En principio determina la necesidad de generar un Plan de Ejecución BIM (PEB) el cual se enfoca en definir diferentes aspectos de la forma de trabajar:

- 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 para el desarrollo del modelado de información en el proyecto.

El PEB definido por Planbim determina que debe existir uno por cada proyecto a realizar, incluso de dos tipos, al ser proyectos públicos, son diferentes los proyectos propuestos y junto a estos se debe presentar el PEB de oferta, para entender de qué manera se va a emplear BIM a la hora de realizar la infraestructura que se propone y una vez decidido cuál de estos se va a llevar a cabo, se debe entregar el PEB definitivo. Por otro lado, la experiencia de la autora respecto al PEB en la oficina de la práctica, es un único documento generado para el trabajo en la oficina específicamente, integrando los elementos respectivos a la información generada únicamente para el personal de la oficina, esto se debe a que no existen especialidades externas con las cuales compartir la información BIM. En cambio los proyectos públicos deben emplear BIM en todas las especialidades por lo que se debe generar un documento que especifique lo necesario para realizar este intercambio interdisciplinario de cada proyecto de forma singular.

Otro documento que el Estándar exige es la Solicitud de Información BIM (SDI BIM) el cual integra por qué y para qué se hará uso de BIM en el proyecto. Este se diferencia del PEB ya que este último responde al cómo se empleará BIM.

La información compartida por las diferentes especialidades es estandarizada a partir de “Entregables BIM” los cuales deben ser especificados dentro del SDI y del PEB.

Modelos BIM

Dentro de los entregables BIM se encuentran los modelos, presentando 9 tipos de modelos diferentes, el de Sitio, Volumétrico, Arquitectura o Diseño de Infraestructura, Estructura, Mecánico Eléctrico Sanitario, Coordinación, Construcción, As-Built y de Operación. Además de determinar qué elementos deben aparecer según el tipo de modelo (Entidades mínimas para cada tipo de modelo BIM), estas entidades son obtenidas a partir de las entregadas en el formato IFC ya mencionado. Llegando así de forma gráfica a demostrar el contenido mínimo de un modelo BIM (Anexo A)

Siendo necesario para el modelo de arquitectura que presente:

- Ejes
- Terreno
- Elementos Civiles
- Elementos Geográficos
- Fundaciones
- Zonas / Espacios
- Columnas

- Vigas
- Losas / Radier
- Muros
- Muros Cortina
- Ventanas
- Puertas
- Cubierta / Techumbre
- Cielos Falsos / Acabados
- Sistemas de Circulación / Escaleras / Rampas
- Equipos e Instalaciones
- Muebles
- Estructuras Especiales

Dejando por fuera del modelo:

- Equipamiento y Tableros MEP
- Distribución y Tuberías MEP

Posteriormente procede a indicar el contenido respecto a los modelos BIM que debe aparecer en el SDI BIM y en el PEB.

Documentación relacionada a los modelos BIM

También el Estándar determina que es necesario puntualizar cuáles son los documentos de apoyo para el desarrollo de cada modelo que se necesitan, lo cual se debe integrar en el SDI BIM y los documentos que se extraerán de cada modelo, presentados en el PEB.

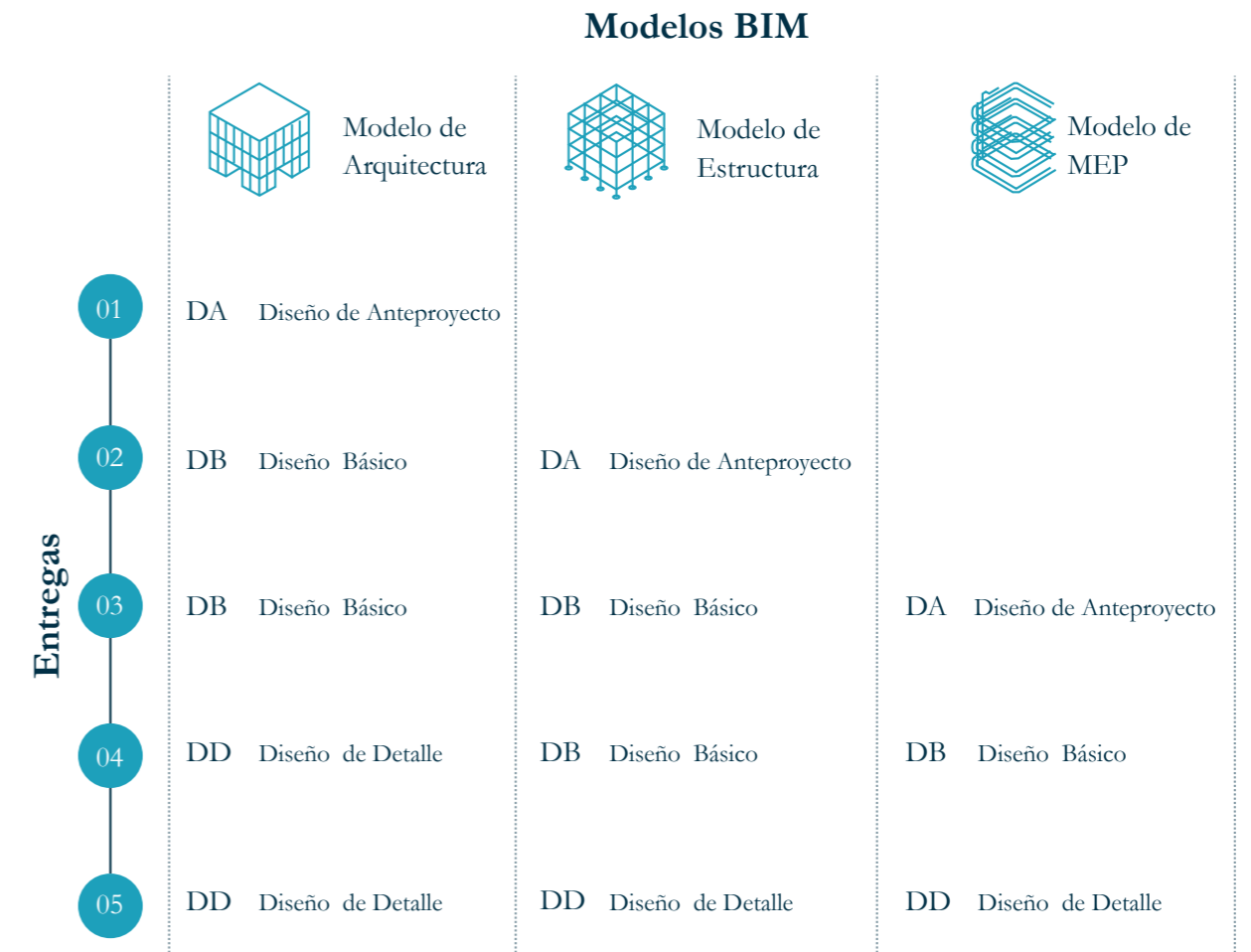
Estados de Avance de la Información (EAIM)

Este se refiere a la información que puede contener un modelo dependiendo del avance que lleve el proyecto, haciendo diferenciaciones entre la etapa de planificación, diseño, construcción y operación, obteniendo 9 estados de avance en total:

- **Información Planificación:**
 - Diseño Conceptual (DC)
- **Información de Diseño:**
 - Diseño de Anteproyecto (DA)
 - Diseño Básico (DB)
 - Diseño de Detalle (DD)
- **Información de Construcción**
 - Coordinación de Construcción (CC)
 - Construcción, Manufactura y Montaje (CM)
 - As-Built (AB)
- **Información de Operación:**
 - Puesta en Marcha (PM)
 - Gestión y mantenimiento del Activo (GM)

El SDI BIM debe indicar según cada entrega el estado de avance que deben presentar los modelos. El documento presenta una guía de los modelos que se pueden exigir dependiendo del estado de avance que presente el proyecto, facilitando la toma de decisiones a la hora de escribir el SDI BIM. Igualmente se especifica que se puede requerir el mismo modelo

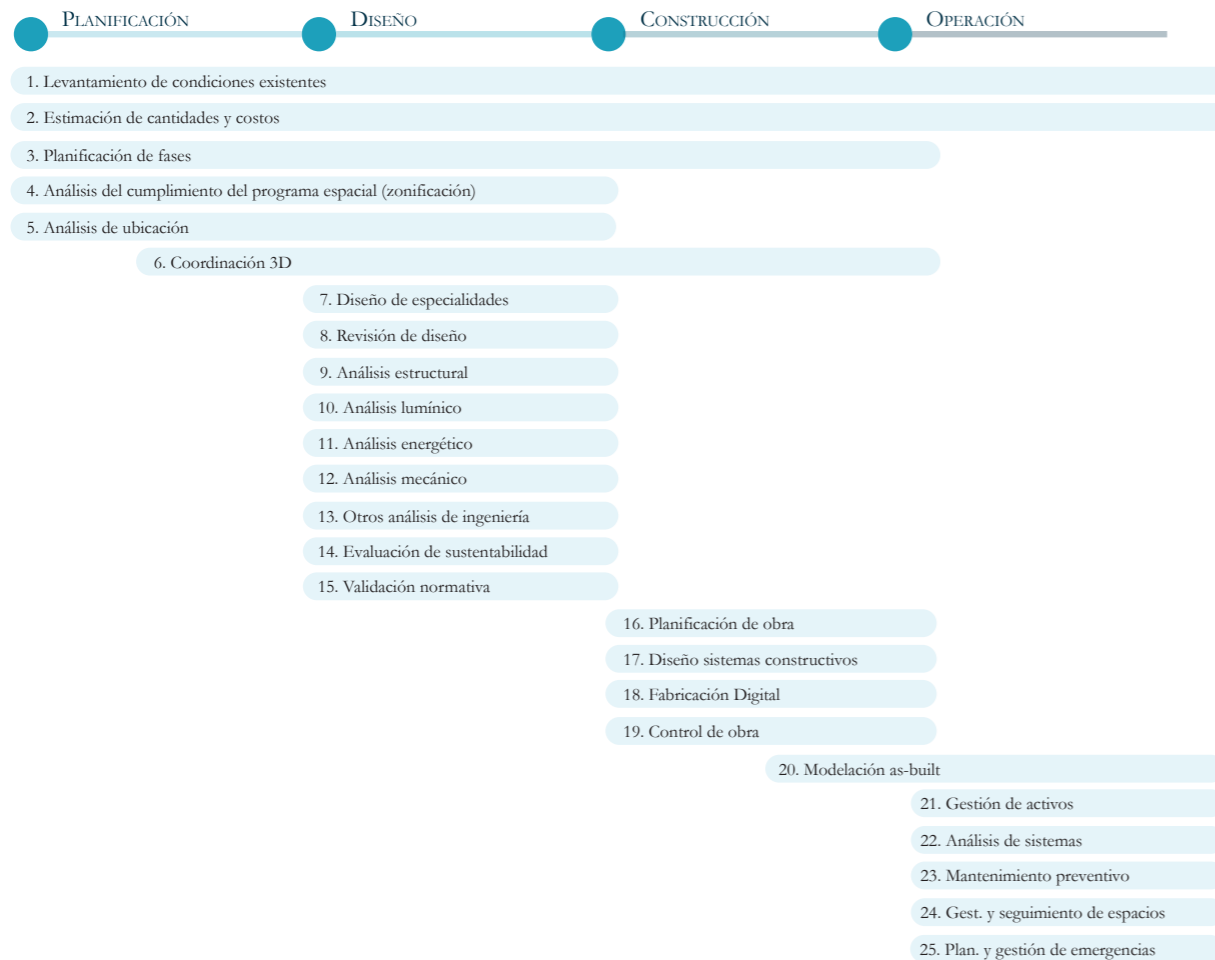
para diferentes entregas, pero con diferentes niveles de información como se muestra en el siguiente ejemplo:



3.2.15. Ejemplo de entregas con modelos en distintos Estados de Avance de la información
Fuente: Adaptado de “Estándar BIM para Proyectos Públicos”

Usos BIM

Estos son “métodos de aplicación de BIM durante el ciclo de vida de una edificación o infraestructura para alcanzar uno o más objetivos específicos” (Planbim, 2019) presentando 25 Usos BIM, los cuales se diferencian por la etapa del ciclo de vida.



3.2.16. Usos BIM por etapa del Ciclo de Vida de un Proyecto
Fuente: Adaptado de “Estándar BIM para Proyectos Públicos”

En el documento se explica en qué consiste cada uso y posteriormente determina que en el SDI BIM debe aparecer los usos necesarios considerando los objetivos requeridos por el Solicitante. Por otro lado el PEB entrega los Usos que efectivamente se emplearán y cuales son los recursos que utilizarán para realizarlos.

Tipos y Niveles de Información

Este habla de los contenidos que puede tener una entidad, identificando los tipos de información que puede presentar y los diferentes niveles de cada uno.

- **Tipos de Información (TDI):**
 - Información General del proyecto (TDI_A)
 - Propiedades físicas y geométricas (TDI_B)
 - Propiedades geográficas y de localización espacial (TDI_C)
 - Requerimientos específicos de información para el fabricante y/o constructor (TDI_D)
 - Especificaciones técnicas (TDI_E)
 - Requerimientos y estimación de costos (TDI_F)
 - Requerimientos energéticos (TDI_G)
 - Estándar sostenible (TDI_H)
 - Condiciones del sitio y medioambientales (TDI_I)
 - Validación de cumplimiento de programa (TDI_J)
 - Cumplimiento normativo (TDI_K)
 - Requerimientos de fases, secuencia de tiempo y calendarización (TDI_L)
 - Logística y secuencia de construcción (TDI_M)
 - Entrega para la operación (TDI_N)

- Gestión de activos (TDI_O)

Se define en el Estándar cuales son los tipos de información que puede tener cada Uso BIM (Anexo B)

- **Niveles de información (NDI)**

Se refiere a los grados de profundidad que puede tener la información de una entidad, entendiéndose que una misma entidad puede tener diferentes grados dependiendo del Estado de Avance de la Información, por lo que a medida que este estado progresa, la información de la entidad debe incrementar y por tanto la información del modelo también. Es así que el Estándar Bim para Proyectos Públicos determina los siguientes 6 niveles de información:

- Información Inicial General (NDI_1)
- Información Básica Aproximada (NDI_2)
- Información Detallada (NDI_3)
- Información Detallada y Coordinada (NDI_4)
- Información Detallada de la Fabricación y Montaje (NDI_5)
- Información Detallada de lo Construido y su Puesta en Marcha (NDI_6)

Se especifican entonces los diferentes Niveles de Información al que puede tener cada Tipo de Información (Anexo C) y los Niveles de Información por Estado de Avance de la Información de los Modelos. (Anexo D)

Se debe definir en el SDI BIM los Tipos de Información que se requieren con sus respectivos Niveles de Información, considerando el estado de avance de los modelos.

En el caso del PEB los Tipos y Niveles de Información se encuentran ya integrados en el EAIM.

Estrategia de Colaboración

El Estándar determina la necesidad de tener un Entorno de Datos Compartidos (CDE) el cual consiste en una fuente única de información que permite recopilar, gestionar y difundir documentos y modelos, aunque permitiendo que este localizada en múltiples ubicaciones, esto a través de diferentes softwares y sistemas, como serían plataformas de colaboración, de gestión documental y de requerimientos de información y colaboración, se especifican en el documento las condiciones que debe cumplir cada uno.

Determina los estatus del trabajo por el cual se debe guardar la información siendo estos:

- Trabajo en Progreso
- Compartido
- Publicado
- Archivado

De forma de mantener un orden general para todo aquel que requiera obtener cierta información sobre el proyecto.

El Estándar presenta dos formas de integrar la información de los modelos, siendo estos los Modelos BIM Federados y los Modelos BIM Integrados. También se determina cuál debe ser el proceso de las reuniones.

Respecto al SDI BIM, este debe establecer las condiciones en que se realizará el trabajo colaborativo, incluyendo en el documento el CDE, la Consolidación de Modelos BIM y el Procedimiento de Reuniones. El PEB integra cómo se abordará la estrategia de colaboración.

Organización de los modelos BIM

Para asegurar una colaboración fluida se deben determinar diferentes aspectos sobre los modelos como:

- **Estructuración de los Modelos BIM**, considerando las unidades que se emplearán, las coordenadas y el sistema de subdivisión de modelos, cuando sea necesario.
- **Nomenclatura y Codificación**, es necesario que todos hagan uso de una nomenclatura estandarizada de forma que todos la comprendan, además de determinar los nombres de archivos y carpetas. Para esto el Estándar ya entrega nomenclaturas a emplear.
- **Códigos de Tipos de Documentos**, el Estándar entrega códigos para referirse a diferentes documentos de forma abreviada.
- **Códigos y Colores por Disciplina**, se determinan siglas y colores correspondientes a cada disciplina, entregados ya en el Estándar.

Dentro del SDI BIM se definen los criterios que se emplearán por todas las partes involucradas, la estructuración de modelos, las nomenclaturas y códigos. En el PEB se especifica cómo se abordará la organización de los modelos y se mantendrá lo especificado por el SDI BIM.

Además como anexo el Estándar BIM para Proyectos Públicos presenta plantillas para

realizar el PEB de oferta y otro para el definitivo, facilitando la creación de este y asegurando que presente la información necesaria.

En conclusión el “*Estándar BIM para proyectos públicos*” se centra en la realización del SDI BIM y el PEB, determinando la información que cada uno debe contener y explicando de forma detallada a qué se refiere cada punto, de manera que todos tengan un manejo correcto de la información, sobrepasando la barrera del nuevo vocablo acompañado de BIM.

No entrega ningún software específico para emplear la metodología, pero sí delimita con lo que debe cumplir el software escogido. También determina el vocabulario y la forma de referirse a diferentes elementos, facilitando el intercambio de información y asegurándose de que cualquier persona externa al trabajo del proyecto logre obtener la información de forma rápida al conocer cómo se guardó la información y la nomenclatura empleada para definirla.

3.2.4. ENCUESTA

NACIONAL

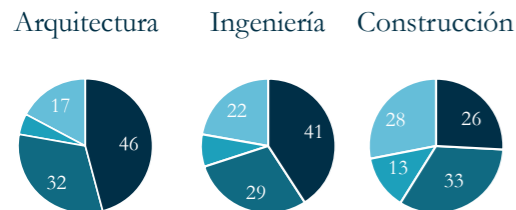
BIM 2022

En el presente año se realiza nuevamente la encuesta nacional respecto a BIM que se ha ido efectuando cada 3 años, en esta ocasión integrando la existencia del Estándar BIM para Proyectos Públicos y, considerando el aumento de personas que hacen uso de BIM, también se concentra en responder a cómo lo están empleando, los procedimientos de trabajo, como el intercambio de modelos, los métodos de colaboración, el uso de estándar y si existe definición de roles.

3.2.17. Niveles de adopción
% de respondientes
Fuente: Adaptado de “Encuesta Nacional BIM 2022”



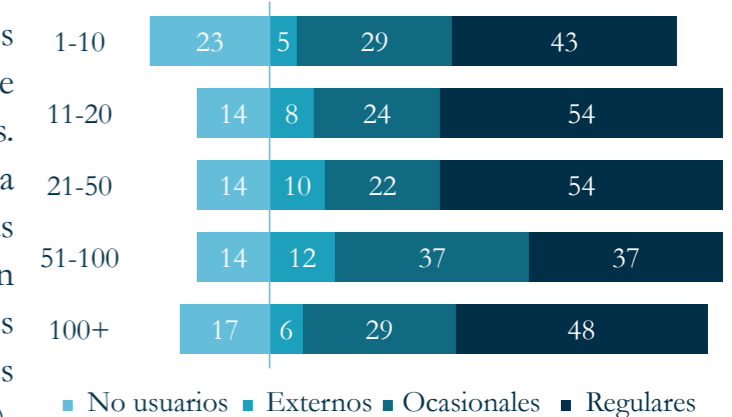
3.2.18. Niveles de adopción según disciplina
% de respondientes
Fuente: Adaptado de “Encuesta Nacional BIM 2022”



Se observa un aumento de adopción respecto al año 2019, donde el usuario regular aumentó del 34% al 41% y en el caso de arquitectura pasa de un 41% a un 46%, el usuario ocasional se mantiene y disminuye en un 5% los no usuarios de esta disciplina. También la encuesta entrega que los ingenieros estructurales tienen un porcentaje de usuarios regulares parecidos al de arquitectura, siendo este de un 47%, mientras que los ingenieros MEP tienen una adopción de un 30% de usuarios regulares. Por otro lado, la disciplina de construcción es la que presenta una menor adopción por parte de estos usuarios.

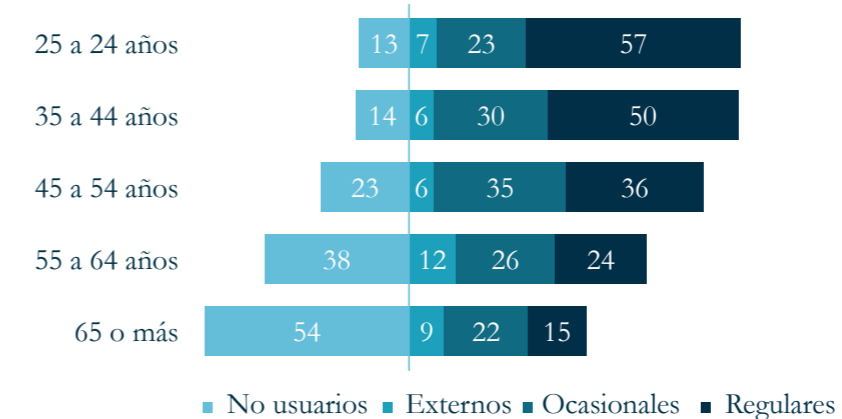
Dentro de los tamaños de empresas que han adoptado BIM se encuentra que las empresas pequeñas son las que menos lo han hecho, aunque el porcentaje no se aleja demasiado de las empresas grandes. Se observa que las empresas de 11 a 50 personas son las que presentan más adopción de usuarios regulares. También entrega que en el caso de las grandes empresas son los ingenieros estructurales los que presentan mayor adopción (51%).

3.2.19. Niveles de adopción según tamaño de empresa
% de respondientes
Fuente: Adaptado de “Encuesta Nacional BIM 2022”

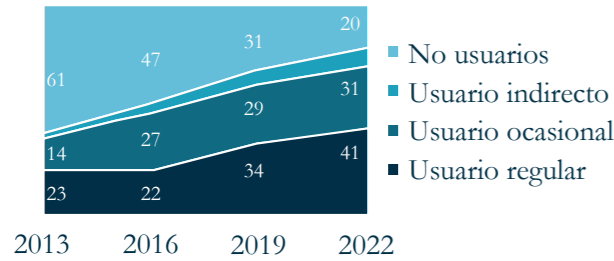


Respecto a la adopción por edades se observa que las personas más jóvenes tienen mayor adopción de BIM, resultado esperado debido a la integración de la tecnología dentro de la vida común de este segmento.

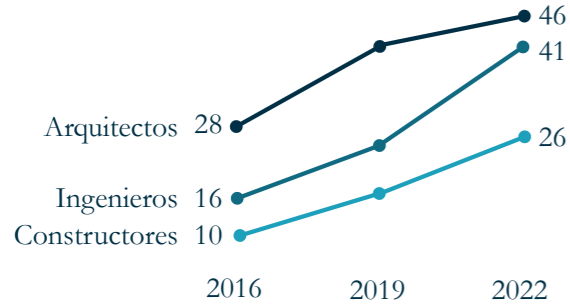
3.2.20. Niveles de adopción según edad
% de respondientes
Fuente: Adaptado de “Encuesta Nacional BIM 2022”



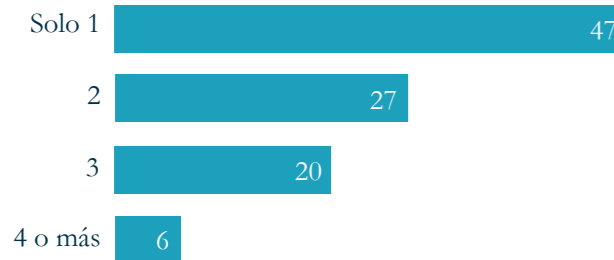
3.2.21. Niveles de adopción 2013-2022
% de usuarios
Fuente: Adaptado de "Encuesta Nacional BIM 2022"



3.2.22. Niveles de adopción 2016-2022 según disciplina
% de usuarios regulares
Fuente: Adaptado de "Encuesta Nacional BIM 2022"



3.2.23. Cantidad de herramientas BIM
% de usuarios
Fuente: Adaptado de "Encuesta Nacional BIM 2022"

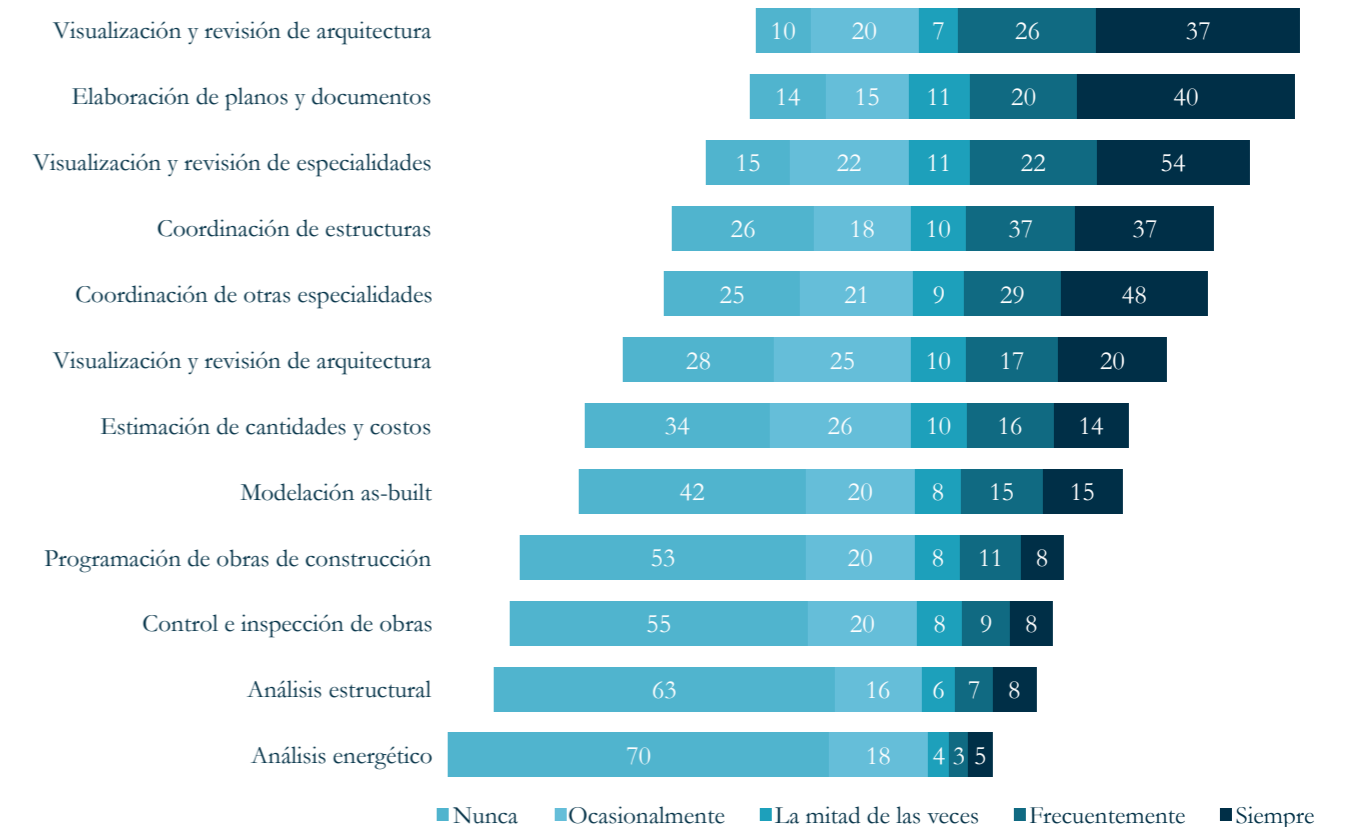


Dentro de la adopción observada a través de los últimos 9 años, se plasma que ha existido una gran disminución de los no usuarios, comenzando desde un 61% a tener solo un 20%. A niveles de adopción por disciplina desde 2016 a 2022 los usuarios regulares de arquitectura han aumentado de un 28% a un 46%, además se observa que los constructores sólo han llegado a un 26% y que los ingenieros han tenido un gran avance de uso desde 2019 a la actualidad.

Respecto a las herramientas BIM empleadas, se observa que Revit es el que presenta más uso a nivel nacional con un 79% haciendo uso de esta. Por otro lado y como se ha mencionado, existen diferentes herramientas que cumplen diferentes funciones, siendo al menos 3 necesarias para cumplir los 3 tipos de funciones, por esta razón se espera que se emplee más de una herramienta BIM al hacer uso de este, sin embargo la encuesta muestra que casi la mitad de los usuarios solo hacen uso de una herramienta, dejando de lado, probablemente, algunas capacidades de BIM.

Respecto a los Usos para los cuales se está empleando BIM en Chile se observa que estos se mantienen respecto al año 2019, por lo tanto ha existido un gran aumento de las personas que hacen uso de BIM, pero se sigue empleando de la misma manera. Aunque se observa una pequeña disminución respecto a la programación de obras e inspección de obras. Esto quiere decir que las personas siguen teniendo la misma capacitación, no hay conocimientos nuevos que lleven a aumentar estos Usos o, por otro lado, podría ser que las personas que

3.2.24. Usos
% de usuarios que ha utilizado BIM para los siguientes usos
Fuente: Adaptado de "Encuesta Nacional BIM 2022"



ya lo empleaban hayan avanzado en la implementación, pero al integrarse la obligación de

3.2.25. Usos observados vs. esperados
% de usuarios regulares que realizan siempre o frecuentemente los siguientes usos (uso observado) versus % de usuarios que cree que utilizaría BIM para esos usos (uso esperado)
Fuente: Adaptado de "Encuesta Nacional BIM 2022"



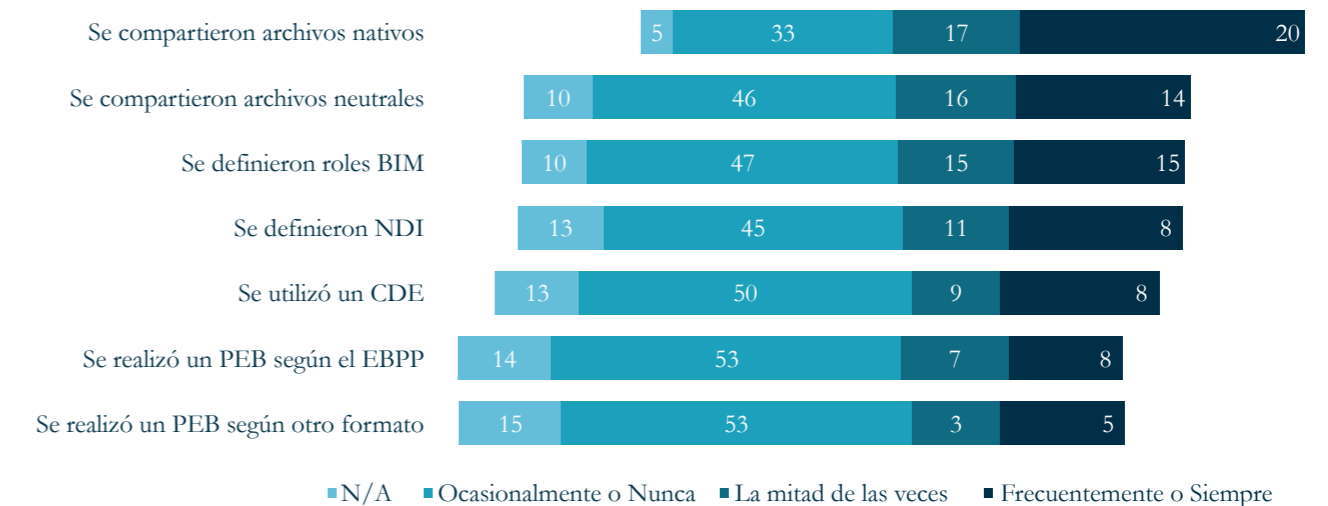
BIM en proyectos públicos estos deriven en una disminución en porcentaje respecto a los Usos, queriendo decir que las personas que se comienzan a integrar presentan bajos niveles de capacitación para hacer uso de BIM.

En usos observados vs. esperados, principalmente se observa que los porcentajes de usos esperados de no usuarios ha aumentado respecto a la encuesta anterior, dando a entender que los no usuarios tienen un mayor conocimiento respecto a lo que se puede esperar de BIM en comparación a la encuesta de 2019. Los porcentajes comparativos se parecen entre sí en las primeras categorías, sin embargo, se sigue observando la falta de visualización y coordinación de especialidades, a pesar de ser esta una de las más esperadas. También se denota una falta de uso dentro de la etapa de construcción. Se observan Usos que se pueden obtener a partir de un software de modelado 3D sin capacidades BIM.

Como base para una completa adopción BIM es fundamental el traspaso de información entre especialidades, información que se encuentra modelada, sin embargo la encuesta muestra que únicamente un 26% de usuarios comparte sus modelos con todas las especialidades, un 20% no la comparte con ninguno y un 17% lo comparte de forma no editable, probablemente únicamente para visualizar. Esto implica una falta dentro de la colaboración del proyecto, especialmente si no se comparte con ninguno, significando que aún existe un traspaso de la información del modelo a través de un formato 2D, lo cual toma un tiempo extra dentro de la realización del proyecto.

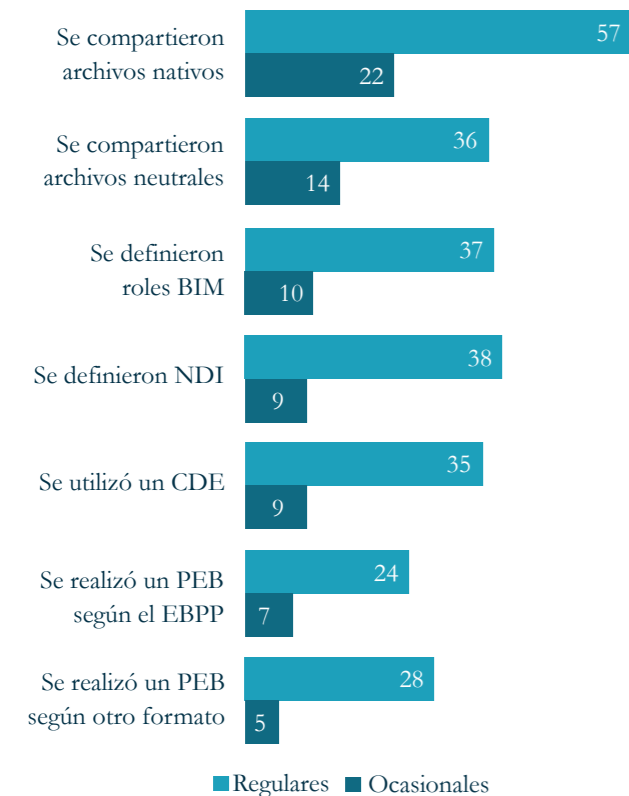
Una categoría no estudiada en las encuestas anteriores son los procedimientos de trabajo, donde como ya se mencionó es necesario hacer uso de estándares y definiciones para asegurar un buen trabajo colaborativo. La encuesta muestra resultados donde en más de la mitad de todas las categorías no se hace uso de estos o solo de forma ocasional, es

3.2.26. Procedimientos de trabajo
% de usuarios que ha realizado las siguientes acciones
Fuente: Adaptado de "Encuesta Nacional BIM 2022"



decir que la gran mayoría no definió roles BIM, Niveles de Información (NDI), Entornos Compartidos de Datos (CDE), ni realizó algún tipo de PEB, el cual dictamina la forma de emplear BIM en los proyectos. Por lo tanto las personas dentro de las empresas/oficinas están haciendo uso de BIM como cada uno lo dictamina, por lo que la forma de trabajar de forma individualizada se mantiene.

3.2.27. Proc. de trabajo según tipo de usuario
% de usuarios regulares y ocasionales que ha realizado las siguientes acciones frecuentemente o siempre
Fuente: Adaptado de “Encuesta Nacional BIM 2022”



Esto se observa igualmente cuando se separan los usuarios regulares de los ocasionales, los usuarios regulares presentan un porcentaje mucho mayor dentro de la comparación, aunque igualmente menos de la mitad ha definido estándares.

Dentro de la encuesta se considera la satisfacción obtenida por el Estándar BIM para Proyecto Públicos, donde se observa que más de la mitad de usuarios de este consideran que es útil tanto para proyectos públicos, como para privados, denotando que facilita la colaboración entre profesionales, sin embargo se muestra una tendencia a considerar que los profesionales tanto del sector público como del privado no se encuentran preparados para trabajar con el estándar.

3.2.28. Estándar BIM para proyectos públicos
% de usuarios que han utilizado EBPP
Fuente: Adaptado de “Encuesta Nacional BIM 2022”



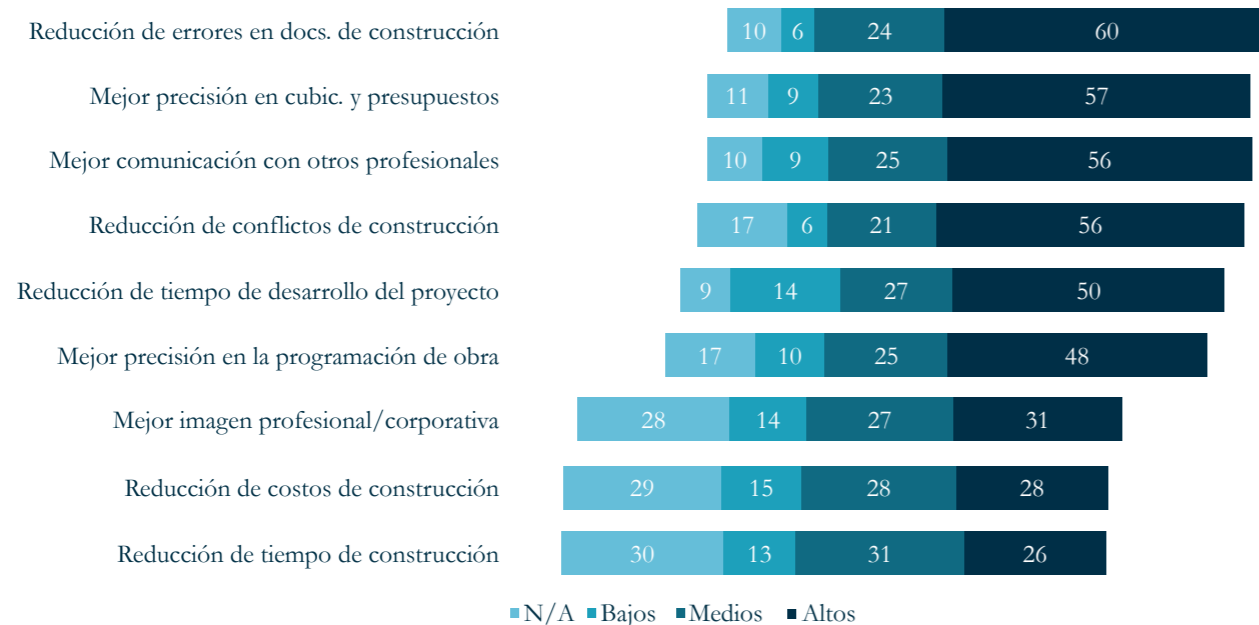
Dentro de los roles autoidentificados por cada persona encuestada se encuentra mayoritariamente la de modelador, presentando en el caso de arquitectura un 64% de personas autoidentificadas como modeladores, siendo necesario que cada uno se autoidentifique ya que los roles no fueron implementados formalmente dentro de sus respectivas oficinas. A partir de esto es complejo que un arquitecto se pueda identificar como director, gestor, revisor o coordinador si no tiene pleno conocimiento de cuáles son las facultades y obligaciones de estos, mientras que la gran mayoría se dedica al modelado, rol que puede emplearse al mismo tiempo que los demás.

Respecto al aprendizaje el 64% de los usuarios tiene educación formal en la tecnología y el porcentaje restante se ha formado a base de tutoriales o ensayo y error. Además, respecto

al aprendizaje en pregrado “El 63% de los profesionales recién egresados (menores a 25 años) señala haber aprendido BIM durante sus estudios de pregrado” (Loyola, M., 2022) aunque es necesario destacar que el común conocimiento de lo que es BIM se refiere al uso de software, por lo que es altamente probable que esta afirmación se refiera al uso de una herramienta BIM antes que de la metodología BIM.

A pesar de los bajos Usos BIM observados, los beneficios obtenidos por el empleo de la metodología es considerablemente alto, siendo relevante que se encuentra una mejora en la comunicación con otros profesionales, donde un 56% afirma que se ha obtenido un alto

3.2.29. Beneficios Percibidos
% de usuarios
Fuente: Adaptado de “Encuesta Nacional BIM 2022”

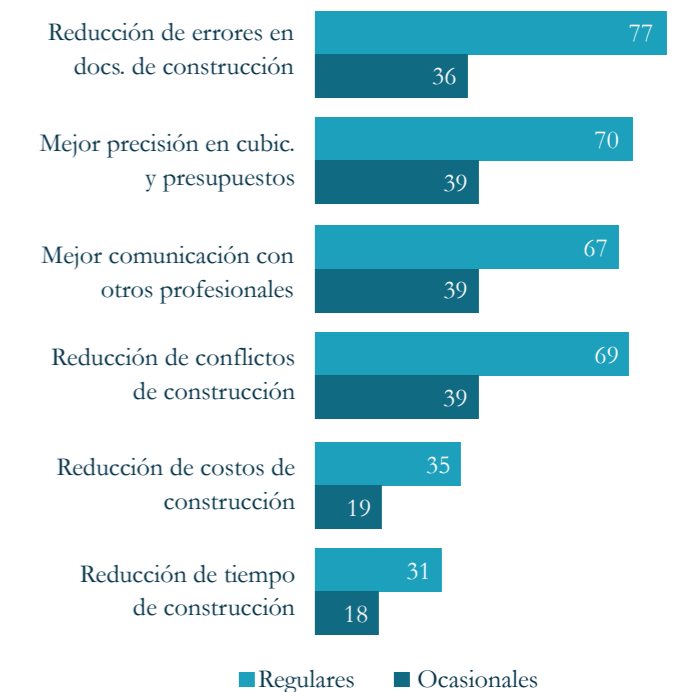


beneficio, al igual que en la reducción de conflictos de construcción. Aunque se observa que la reducción de tiempo total de construcción no presenta beneficios tan altos como en los otros casos, aún así es importante considerar que se ha observado reducción en esto y que a medida que se avance en los Usos esto puede aumentar.

Por otro lado, diferenciando los beneficios percibidos por usuarios regulares y usuarios ocasionales, se observa un mayor beneficio por parte de los usuarios regulares, los cuales igualmente son los que presentan un mayor empleo de estándares en su procedimiento de trabajo, lo cual permite mayores resultados.

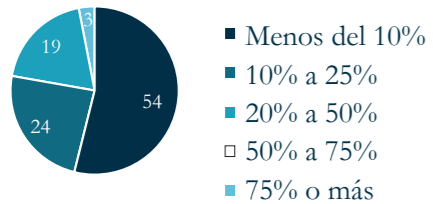
Respecto a los niveles de satisfacción de los usuarios se mantienen prácticamente iguales que los presentados en la encuesta anterior, con un aumento de 7,3/10 a 7,4/10 como satisfacción general y en el caso de arquitectura aumentó de 7,3/10 a 7,5/10. Siendo los usuarios que utilizan procedimientos de trabajo estandarizados y de colaboración los que presentan mayor satisfacción con un 8,8/10.

3.2.30. Beneficios percibidos según tipo de usuario
% de usuarios que reportan beneficios altos
Fuente: Adaptado de “Encuesta Nacional BIM 2022”



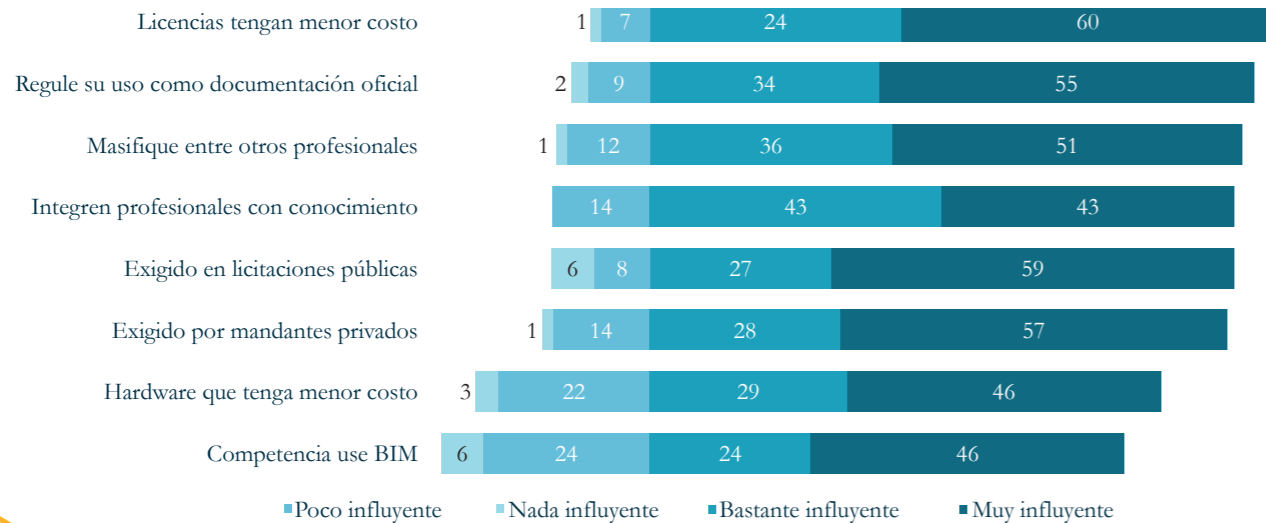
Las razones para no utilizar BIM entregada por los no usuarios siguen los mismos lineamientos que los presentados en la encuesta anterior, donde las razones más empleadas son que las empresas con las que trabajan no lo utilizan y que las licencias o equipos son muy caros, siendo esta última la entregada por un 72% de las empresas pequeñas.

3.2.31. Percepción de uso en competencia
% de no usuarios que conocen BIM
Fuente: Adaptado de "Encuesta Nacional BIM 2022"



Este mismo sector de no usuarios tiene la percepción de que la competencia en gran medida no está empleando BIM, donde el 54% cree que menos del 10% de la competencia hace uso de la metodología, percepción equivocada considerando lo entregado en la encuesta donde un 72% es usuario regular u ocasional.

3.2.32. Factores influyentes para el uso
% de no usuarios que conocen BIM
Fuente: Adaptado de "Encuesta Nacional BIM 2022"



Como factores relevantes por los no usuarios para comenzar a hacer uso de BIM se encuentra que las licencias tengan menor costo, que se regule su uso como documentación oficial, que sea exigido en licitaciones públicas o que se exija por mandantes privados, siendo el menos relevante que se integren profesionales con conocimiento. Es decir que principalmente requieren que sea obligatorio para que realicen el cambio, debe ser exigido de forma externa.

3.2.5. FALTA DE CAPITAL HUMANO

Generalmente el conocimiento proviene desde la academia y es empleado en la industria, de forma que la academia prepara a los profesionales, entregando nuevas herramientas y capacidades, sin embargo, en el caso de BIM ha sido diferente, ha sido la industria la que ha optado por implementar BIM quedando la academia no solo atrasada, sino también, presentando un grado de renuencia a integrar esta metodología a la enseñanza. Lo cual lleva a una falta de personal capacitado para emplear BIM de forma correcta.

La encuesta estudiada en el punto anterior demuestra que aunque el porcentaje de usuarios BIM ha aumentado, los usos BIM no han cambiado, se sigue empleando para lo mismo, esto quiere decir que el nivel de madurez BIM se mantiene, por lo que a pesar de aumentar su uso, no hay progreso en lo que se puede obtener a partir de la metodología. Esto a partir de diferentes factores, en principio desde la educación superior no se obtiene el conocimiento necesario, los cursos formales tienen costos elevados y la formación por autoenseñanza solo permite llegar al Nivel 1 de madurez.

Además la acotada enseñanza realizada en Chile ha sido con un enfoque equivocado,

ya que se limita a enseñar el uso del software a diferencia de otros países. Esto se observa en el “*Estudio de Costos Relacionados con la Implementación de metodologías BIM*” realizado por la Universidad de Chile junto a Planbim en 2018 donde se realiza una comparación respecto a los gastos que se llevan a cabo para implementar BIM en el extranjero y los gastos presentes en Chile. Dentro de lo observado en el extranjero se obtiene una mayor inversión en las **personas y procesos**, en cambio en Chile el 50% de la inversión se hace plenamente en la tecnología, 26% en la coordinación y 22% en honorarios, “demostrando con ello la baja comprensión de la industria nacional respecto a la potencialidad de BIM como metodología integral, que va más allá de la implementación de un software.” (Terán, M. 2018)

La arquitecta Peggy Deamer determina que existen 3 opciones para que los profesionales obtengan capacitación BIM, “Opción 1: No se cambia el currículo académico, es decir, se introduce BIM en algunos electivos o talleres y se establece que es responsabilidad de la industria enseñarlo. Opción 2: Se decide que es responsabilidad de la academia, pero su enseñanza sólo se integra a nivel de postgrado. Opción 3: Se reestructura la educación para incorporarlo integradamente desde el inicio de la carrera. La autora se inclina por esta última opción.” (Ogueta, C. 2017). Sin embargo esta enseñanza no debería ser a partir de los softwares, ya que el alumno, en el caso de arquitectura, no ha desarrollado las habilidades necesarias para entender el software como una herramienta y puede llevar a que dependan totalmente de él.

Planbim anunció de forma formal desde 2017 que el empleo de BIM en proyectos públicos sería obligatoria para 2020, aún así BIM no se ha visto integrado en las mallas curriculares más allá de optativos en muchos casos. Las universidades se enfrentan a

diferentes barreras para lograr esta implementación, presentando los siguientes antecedentes establecidos en el documento “*¿Cómo se enseña BIM en Chile?*” (Loyola, M. 2021):

- **Proceso extenso.** Para que una universidad incorpore BIM de forma formal requiere de un procedimiento administrativo extenso que permita realizar cambios en la malla, lo cual suele ocurrir cada varios años, en algunas universidades transcurrieron 10 años desde el primer curso de BIM hasta que este fue formalizado e integrado en la malla curricular.
- **Es más fácil enseñar el software.** En el caso de que se tenga entendimiento de que BIM va más allá del software, es más complejo enseñar la metodología, por lo que se opta por enseñar una herramienta BIM que es más simple, hay más contenido para enseñar y es de fácil evaluación.
- **Limitación de hardware.** Enseñar el software igualmente tiene un grado de dificultad, debido a la limitación de hardware de los estudiantes, donde por lo general no cumplen con los requerimientos, por lo tanto las universidades deben abastecerse con hardware de mayor categoría para permitir estos ramos.
- **Falta de variedad de herramientas BIM.** Los docentes coinciden en que los estudiantes deberían aprender a usar una variedad de herramientas BIM, permitiendo resolver problemas de interoperabilidad y utilizar formatos abiertos de intercambio, sin embargo no todos los proveedores presentan licencias estudiantiles y los costos son altos para entregar variedad. Además indican una falta de capacitación de los docentes respecto a diferentes herramientas y una falta de tiempo del estudiante para aprenderlas.

- **Modelador BIM.** La carrera de arquitectura es una de las que más ha presentado algún tipo de enseñanza BIM, sin embargo, al ser esto dirigido hacia el uso de software se prepara al profesional para emplear el rol de modelador BIM, sin abarcar la colaboración interdisciplinaria.
- **Conocimiento de EBPP sin aplicación.** Las universidades en las que se ha dado conocimiento respecto al Estándar BIM para Proyectos Públicos, aunque los alumnos presentan estar informados respecto a esto, desconocen la forma de emplearlo y llevarlo a cabo. El EBPP suele estar presente más en las carreras de ingeniería que en arquitectura.
- **Enseñar BIM de forma temprana es beneficioso aunque problemático.** A partir de que BIM se enseña centrado en el software, implementarlo desde el inicio permite al estudiante adquirir habilidades de forma progresiva dentro de la carrera, sin embargo, al no tener los conocimientos técnicos aun, esto puede llevar a una malinterpretación de las cualidades de BIM. El estudiante tiende a depender del software, deshabilitando la capacidad de imaginación y conocimiento de los componentes modelados como elementos físicos construibles, esperando que el software solucione y entregue la información por sí mismo.
- **Falta desarrollar el trabajo colaborativo interdisciplinario.** En la mayoría de universidades donde se enseña BIM dejan de lado la colaboración entre las diferentes disciplinas, incluso cuando las carreras se encuentran dentro de la misma facultad, manteniendo la fragmentación presente en la industria de la construcción.

BIM se emplea en Chile desde hace 15 años, los cursos BIM en pregrado se han hecho presentes tan solo hace 5 años, por lo general como optativos impulsados por profesores provenientes del mundo laboral, la gran mayoría de universidades no presentan cambios formales en sus mallas para integrar la metodología. La enseñanza fundamental faltante es la colaboración entre disciplinas e incentivar el concepto T-Shaped people (Messner J. 2010), donde una persona tiene conocimiento profundo respecto a su área y conocimiento base de las demás disciplinas. De esta forma cada alumno es líder de su propia área y es el que presenta esta información al resto del equipo, logrando comunicarse y comprender a las personas responsables de las demás disciplinas, desarrollando habilidades blandas de colaboración.

Aunque es necesario aprender a usar herramientas BIM, estas no son de utilidad si no se comprenden y manejan los principios BIM de colaboración, integración, estandarización, automatización, etc. No basta con enseñar el software, ya que de forma posterior los profesionales no tendrán las habilidades para manejarlo en un ambiente laboral.

CONCLUSIÓN

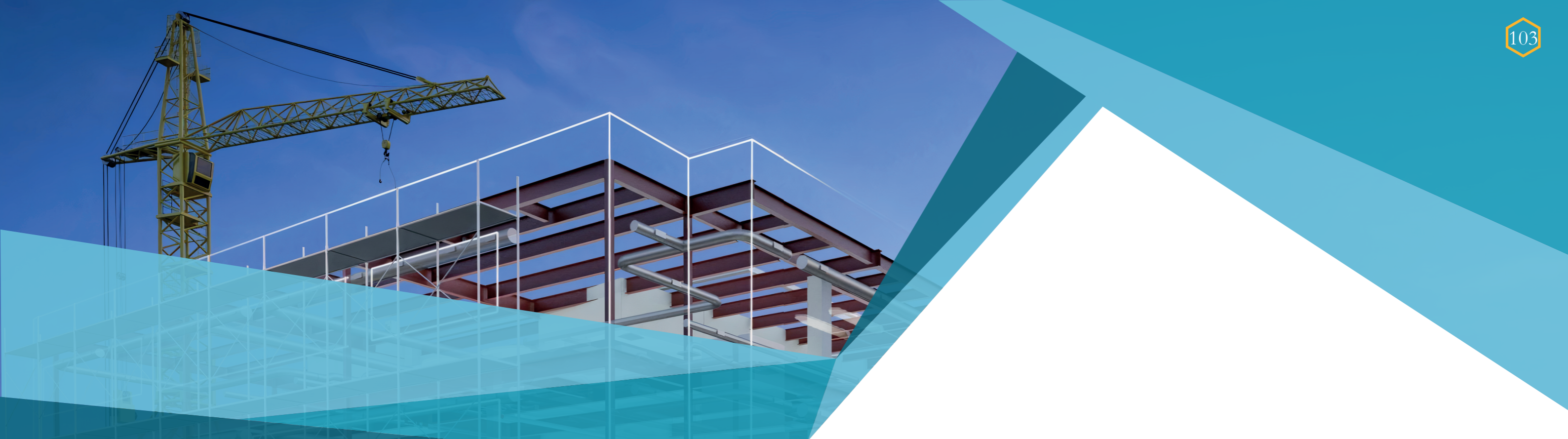
Determinar una implementación obligatoria de BIM desde el Estado es beneficioso para la industria de la construcción del país. Sin embargo cada país tiene su propia cultura, Planbim parece haber empleado los mismos métodos que países europeos, logrando una adaptación regular de BIM en Chile.

Comenzando por la base de la cultura chilena, donde considera el software como BIM en concreto, Planbim con el estándar no ha solucionado esta percepción. Incluso las oficinas han adquirido BIM únicamente por la obligatoriedad de esto y con un estándar que parece ser impuesto. Por otro lado, el estándar establece bases de cómo se debe realizar el empleo de BIM, pero no está delimitando la forma de realizar el propio estándar de cada oficina, es únicamente una guía de definiciones. Regresando a la poca comprensión de lo que es BIM, los usuarios que no lo manejan, ven en este documento una obligación hacia su oficina, dejando de lado que BIM en sí mismo es para adaptar y mejorar los procesos de la misma, pudiendo adoptar lo necesario para este propósito. Planbim no dejó este punto claro y permitió que cada oficina adopte BIM desde su propia y limitada perspectiva, lo cual puede resultar en un disgusto por parte de cada oficina a la hora de percibir que se está forzando una implementación generalizada.

Mientras no haya un mayor entendimiento de que la metodología BIM no se limita únicamente a la utilización del software, Chile no podrá avanzar en la madurez BIM, ya que como muestran los estudios, no basta con simplemente hacer uso de BIM. La preparación del personal carece del desarrollo de habilidades blandas que permitan un correcto trabajo colaborativo, especialmente entre las distintas especialidades.

La definición de lo que involucra la metodología BIM ya dictamina la necesidad de emplear estándares, por lo que en un país donde el estándar ha sido facilitado y aún así se observa que son la minoría los que hacen uso de este, no se pueden esperar grandes avances. Hace falta otra encuesta (seguramente realizada en el 2025) que vuelva a estudiar el procedimiento de trabajo para poder determinar si el país va por buen camino o los resultados obtenidos en esta última encuesta se mantienen.

Chile no presenta la misma cultura que Reino Unido, por lo que las bases para enseñar BIM y garantizar que los profesionales sean formados en este ámbito deberían estar más formalizadas e integradas en las carreras. La cultura no tiene la capacidad de dejar el libre albedrío respecto a la capacitación y esperar que esta sea llevada a cabo, ya que como se ha observado, esto no se ha realizado. No se puede depender de que cada institución dé el paso de integrar la enseñanza a su proceso de formación luego de haber pasado 5 años desde el anuncio de la obligatoriedad de emplear BIM y esto no se ha integrado.



3.3

IMPLEMENTACIÓN EN UNA OFICINA DE ARQUITECTURA



Habiendo definido lo que es la metodología BIM y comprendiendo cual es la situación en Chile, se busca conocer cómo sería una correcta implementación en una oficina de arquitectura, con el objetivo de apoyar dentro del progreso y avance en FV Arquitectos.

Por esto en este tema se abordan buenas prácticas y errores que se pueden cometer a la hora de realizar la implementación en una oficina de arquitectura, además de las desventajas que presenta esta. También se abordarán sugerencias y procesos correctos para el cambio, haciendo énfasis en la importancia de las personas dentro de la implementación BIM, lo relevante que es la organización dentro de la oficina y la inversión económica que ésta debe realizar.

Las personas son las que hacen uso de BIM, ellas son las que realizan el diseño y las que lo comunican, “BIM sin implementación es solo software” (Deutsch, 2011), una oficina que usa BIM sin ningún tipo de preparación, es solo una oficina utilizando una herramienta BIM. Una oficina con personal capacitado para trabajar con metodología BIM, con conocimientos de colaboración, es un equipo que trabaja a través de BIM. BIM no es nada sin la implementación y no hay qué implementar sin BIM, estos conceptos son necesarios de implementar como un conjunto.

3.3.1. COMIENZOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

3.3.1.1. MAL USO Y DIFICULTADES

En base al documento *“Estudio de costos relacionados con la implementación de metodologías BIM”* se obtiene que la industria local entiende la implementación de BIM como una implementación tecnológica y no metodológica, ya que en comparación a otros países Chile realiza mayores inversiones en la obtención de Softwares y capacitaciones respecto a este que en las habilidades de colaboración del personal.

Esto lleva a lo siguiente:

- **Confundir la metodología con el software.** El desconocimiento de lo que es la metodología BIM provoca que las oficinas consideren que al cambiar el software con el que trabajan ya implica hacer uso de la metodología BIM.
- **Trabajo Individualizado.** A partir de lo anterior, las personas continúan trabajando de igual manera que con el método tradicional, no se trabaja de forma colaborativa, por lo tanto el único cambio fue pasar del dibujo 2D al modelado 3D, haciendo uso de una herramienta BIM.
- **Diferentes formatos.** Al comenzar la implementación generalmente ocurre que las especialidades con las que se trabaja no manejan esta tecnología, por lo que se le debe entregar la información en formato CAD por ejemplo, y ellos entregan sus proyectos en el mismo formato, esto implica un gasto de tiempo en realizar los cambios de formato necesarios.
- **Gran inversión, poco resultado.** La oficina realiza la inversión necesaria para obtener el software BIM, sin embargo, a partir de lo explicado, se hace un mal uso

de la metodología, implicando incluso que se requiera de más tiempo para realizar el trabajo.

3.3.1.2. BUENAS PRÁCTICAS Y SUGERENCIAS

Para hacer un uso correcto de la metodología BIM se requiere de estándares, buenas prácticas y normativa, de forma que todas las partes involucradas en el diseño de un proyecto comprendan a cabalidad la forma en que se empleará BIM, cual es el rol que desempeñará cada uno y sus respectivas responsabilidades.

Para asegurar una buena implementación el Consejo de Productividad de la Cámara Chilena de la Construcción elaboró en el presente año (2022) el documento *“Guía estratégica de Adopción BIM”* del cual se basará este punto.

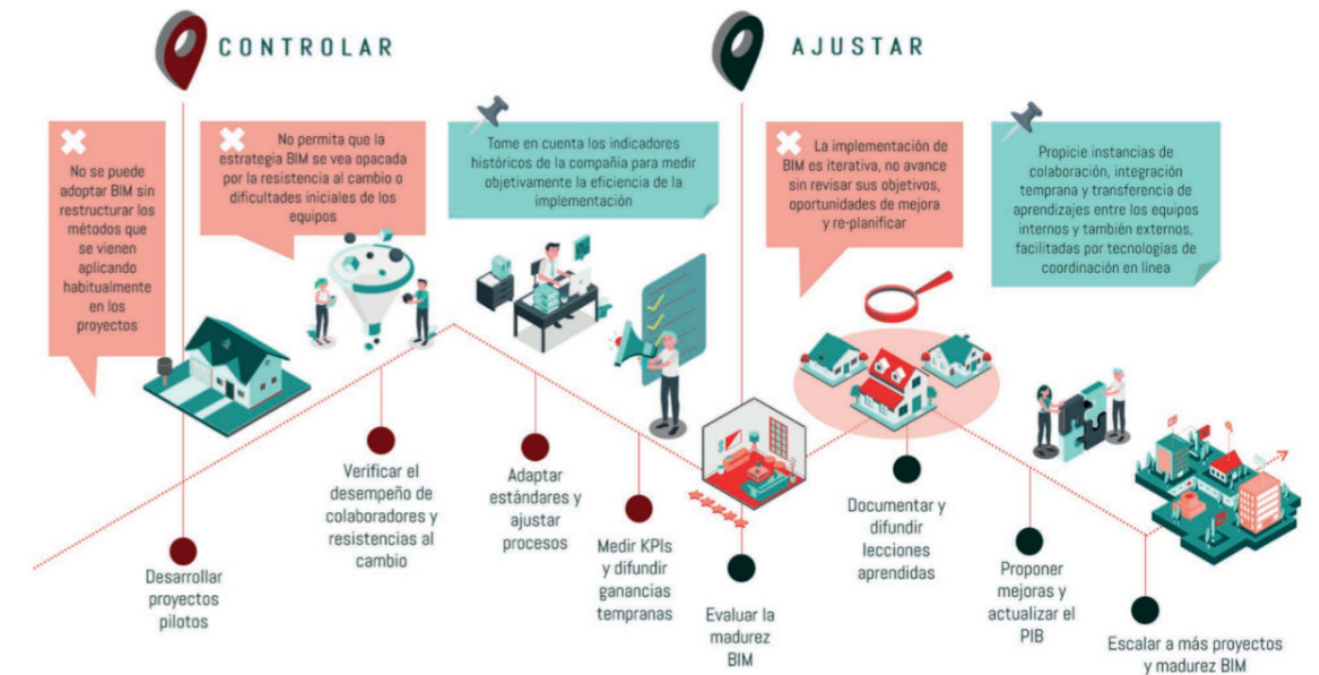
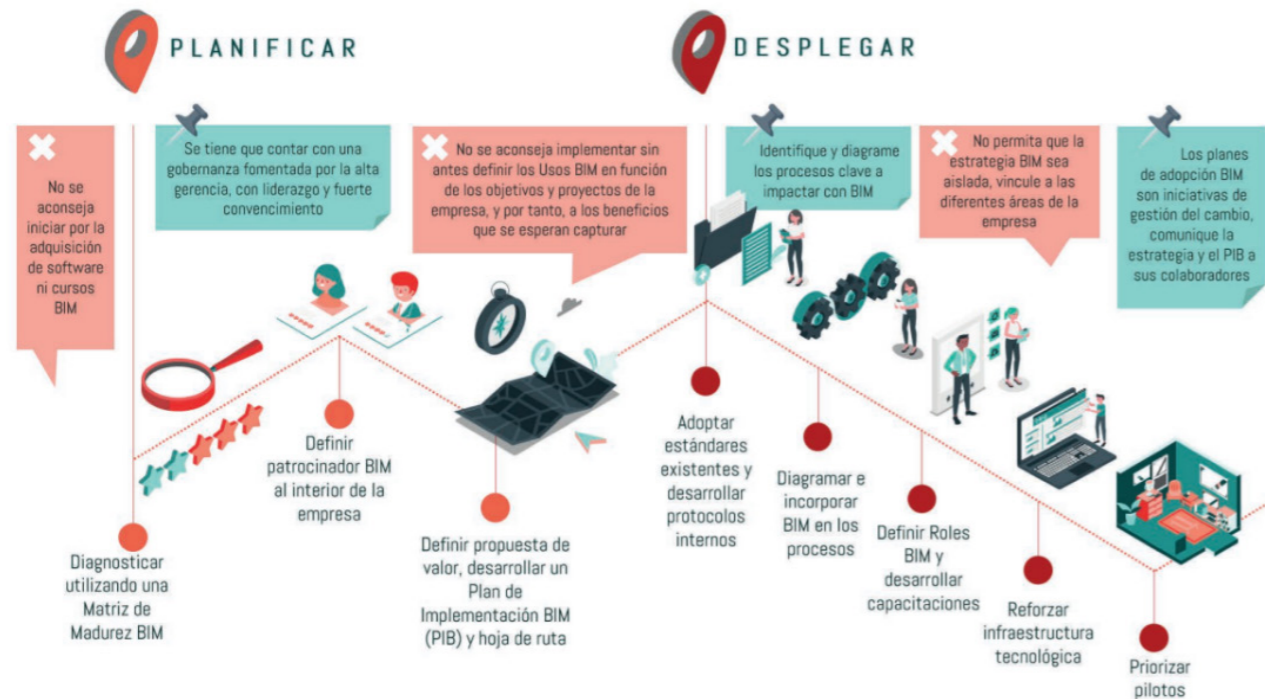
Para comenzar una implementación se recomienda generar un diagnóstico de la oficina, que involucre las capacidades del personal, la cultura de estandarización que se posee, la capacidad de colaboración, la capacidad económica de la institución y sus objetivos. Esto se realiza con el objetivo de generar posteriormente un Plan de Implementación BIM (PIB), el cual es exclusivo de cada oficina, ya que se realiza a partir de la base de la oficina con sus singularidades y objetivos.

Una correcta adopción de BIM debe basarse en 4 pilares relevantes:

- **Gestión estratégica.** Se refiere al liderazgo BIM dentro de la organización, el cual debe ser definido por un coordinador de la adopción BIM, definir objetivos y metas necesarios para la oficina.
- **Gestión de procesos.** Se requiere identificar los procesos en que se empleará BIM y de qué manera se hará, para esto se deben realizar estándares de protocolo que maneje el personal para un correcto entendimiento entre ellos, además de documentar los procesos en que ya se ha empleado BIM para un posterior análisis.
- **Gestión de personas.** Es necesario capacitar al personal en la metodología y estándares BIM, haciendo énfasis en el aspecto colaborativo de este, además de enseñar el uso de los softwares. Para esto la oficina debe determinar Roles y Responsabilidades BIM.
- **Gestión tecnológica.** La oficina debe adoptar hardware y software apto para el trabajo en BIM, asegurando una fácil colaboración y traspaso de información.

Los primeros pasos para comenzar la implementación son la generación de un PIB, adicional a una hoja de ruta con los plazos y objetivos del cambio. El PIB requiere objetivos, recursos, personal, desarrollo, impulso, éxitos tempranos y tiempo; para llevar esto a cabo es necesario contar con una visión estratégica por parte de un superior dentro de la empresa u oficina. La Guía Estratégica entrega como referencia los siguientes capítulos en que se puede dividir un PIB:

- 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 protocolos BIM.
- Gestión documental a manera interna y con terceros.
- Infraestructura Tecnológica.
- Metodología de evaluación del éxito de la implementación y KPIs (Key Performance Indicators).



3.3.1. Etapas recomendadas del PIB
Fuente: Guía Estratégica de Adopción BIM

De igual manera se recomienda realizar la implementación de forma escalonada, es decir realizarla de a poco, priorizando, de manera que si hay alguna falla en el proceso de implementación, este se pueda corregir de manera temprana cuando aún no esté completamente estructurado. Así es recomendable que el PIB considere las siguientes etapas:

- **Planificar:** Diagnosticar la situación de la oficina, identificar brechas y resistencias al cambio, a partir de esto establecer metas y priorizar acciones para la adopción. Desarrollar un PIB definiendo beneficios BIM y estrategias para llevar a cabo los pilares de implementación.
- **Desplegar:** Llevar a cabo las estrategias y acciones determinadas en el PIB sobre los cuatro pilares. Se recomienda realizar esto en proyectos pilotos de pequeña envergadura para corroborar el funcionamiento y posteriormente realizarlo a mayor escala.

- **Controlar:** Se llevan a cabo los proyectos piloto, se determinan las lecciones aprendidas, se ajustan los protocolos y estándares necesarios. Monitorear los avances de adopción.
- **Ajustar:** en este punto ya se han realizado las acciones determinadas por el PIB de corto y mediano plazo, por lo que se realizan los ajustes necesarios al PIB, posterior a esto ya sería el definitivo.

Por lo tanto a partir de la Guía se entiende que para implementar BIM se requiere organizar previamente cómo se va a realizar, de forma

que la implementación se haga de forma fructífera. Al organizar la manera en que se realizarán los procesos tanto de modelado, de traspaso de información y de comunicación se asegura que el trabajo sea eficiente. No es recomendable comenzar con el cambio de software directamente, ya que no existe aún un protocolo de cómo manejarlo y esto lleva a los errores ya mencionados.

3.3.1.3. LAS PERSONAS COMO PILAR FUNDAMENTAL

La metodología se basa en el trabajo colaborativo, entre personas, por lo que el manejo del personal es uno de los factores más importantes. Randy Deutsch destaca que existen diferentes factores humanos que al trabajar con personas van a afectar en el proceso, como lo son la iniciativa personal, el respeto mutuo y la confianza, la naturaleza humana, la propiedad y autoría, la comodidad con el proceso de trabajo, el flujo de trabajo, el impacto de la tecnología en cómo se diseña, los hábitos de trabajo, las preferencias, la identidad y el rol, la personalidad, el legado, la capacidad de colaboración y comunicación, todo esto impacta en la efectividad y eficiencia del trabajo con BIM. Las personas tienden a ser reacias al cambio, existe un factor social importante a la hora de cambiar la forma de hacer de una oficina, donde el personal ya tiene su manera, una manera individualizada de actuar, por lo que hacer un cambio con una tecnología desconocida provoca incertidumbre.

Dentro de los equipos de trabajo existen personas con diferentes capacidades en todos los sentidos, existen algunas que tienen mayores habilidades para afrontar los cambios, presentan curiosidad y facilidad para el manejo de tecnología. Para una oficina realizando el cambio de metodología es fundamental identificar a las personas del equipo con estas

cualidades, ya que serán un gran apoyo para el resto del personal y tienen la suficiente curiosidad para experimentar con los programas buscando soluciones o formas más eficientes de realizar procesos.

Laura Lacaze en su presentación (Lacaze, L. 2022) determina 3 pilares fundamentales en el equipo que está realizando el cambio:

1. **Motivar:** es necesario para el personal conocer los por qué y para qué se está realizando este cambio, de forma que puedan comprender los objetivos y hacerlos parte de la transición, evitando el sentimiento de imposición de cambiar.
2. **Experimentar:** dar la oportunidad de trabajar en procesos definidos, experimentando y aplicando propuestas de mejoras concretas, entregando resultados a corto plazo de lo que pueden ser estos cambios a mejor.
3. **Planificar:** definir objetivos y plazos, eliminando la sensación de incerteza en las personas acerca del cambio. Estos deben ser definidos desde un comienzo aunque pueden variar, alineando las expectativas de todos los participantes.

Al ser el factor de las personas tan relevante se suele observar que son las oficinas de menor envergadura las que logran la adopción de la metodología de forma más rápida, logrando formar a un equipo más pequeño con íntegras capacidades de colaboración entre ellos. Por lo que en el caso de equipos de mayor envergadura es recomendable hacer mayor énfasis en las capacidades de colaboración y comunicación entre ellos.

La metodología indudablemente entrega beneficios para el proyecto, sin embargo, no se suele tomar en cuenta los beneficios que obtiene el personal de

manera individualizada y como persona, como por ejemplo, un beneficio obtenido por el empleo de BIM es la detección de interferencias, el cual entrega un beneficio social de evitar el proceso de señalar a un responsable del error, probablemente detectado en obra y obligando a realizar una solución en el momento (Deutsch, 2011), esto como persona alivia o directamente evita la tensión que puede haber entre las diferentes disciplinas o entre el mismo equipo.

3.3.2. Los beneficios, Beneficios sociales e implicaciones de adoptar BIM
Fuente: Adaptado de "BIM and Integrated Design"

Beneficio	Co-Beneficio	Impacto Sociocultural
Los miembros del equipo comienzan antes en el proceso	Fomenta un mayor sentido de participación	Proporciona una oportunidad mayor de contribuir
Toma menos tiempo en general	Permite más tiempo para el proceso de diseño	Permite a los arquitectos hacer uso de sus capacidades en lugar de dedicarse a solventar problemas
Los recién graduados trabajan junto a diseñadores experimentados capacitando a los miembros más jóvenes del equipo.	Los arquitectos emergentes, que recién comienzan, aprenden cómo los edificios se realizan más temprano en la carrera	Los arquitectos emergentes evitan el trabajo pesado de buscar revisiones y participan en todo el proceso
Requiere que el profesional se involucre más como arquitecto contribuyente	Permite mejorar como colaborador	Hace que los arquitectos sean más equilibrados y completos
Aumenta la productividad, reduce las horas/persona y la mano de obra al reducir el tamaño del equipo	Reduce la duración de la fase de documentación	Aumenta la fase de diseño, enfatiza en el diseño

Es así que parte del valor que entrega BIM no se refiere únicamente a la industria o al proyecto, sino que de forma individual para las personas involucradas igualmente entrega beneficios.

3.3.1.4. TRASPASO DE UN PROYECTO EN 2D AL 3D

Existen casos donde es necesario implementar BIM cuando un proyecto ya ha sido realizado con representación bidimensional, generalmente con la intención de coordinar el proyecto entre las especialidades, es necesario pasar los proyectos de cada especialidad a una herramienta de modelación para posteriormente hacer uso de una herramienta de coordinación que permita identificar conflictos y solventarlos.

Como ya se ha mencionado esto requiere de planificación y estándares para garantizar una buena comunicación. Los pasos a seguir para realizar la coordinación se basa en lo siguiente (BIM Forum, 2017):

- **Paso 1: Definición Contractual**
 - Regulación del alcance, responsabilidades, deberes y obligaciones entre el mandante y el coordinador.
 - Comprensión general por parte del mandante acerca de los conceptos generales de la coordinación BIM.
 - Considerar a los encargados del diseño de cada especialidad para resolver conflictos.

- **Paso 2:** Planificación
 - Analizar la información disponible y los alcances acordados para determinar qué, quién, cómo y cuándo se desarrollarán los procesos necesarios.
 - Posteriormente realizar un plan de ejecución de coordinación del proyecto.
- **Paso 3:** Estudio de antecedentes
 - Corroborar que se cuenta con todos los antecedentes necesarios, planimetría y detalles por cada disciplina, EE.TT., criterios de diseño, normas específicas que aplican al proyecto, definición de estándares y requerimientos del mandante, requerimientos especiales (comportamiento energético, sustentabilidad, etc.)
 - Se debe verificar que estos son los documentos vigentes.
- **Paso 4:** Metodología y ejecución de la modelación
 - Estructura interna de la organización, que exista un método conocido de control y trabajo ordenado. Para proyectos grandes se recomienda un coordinador general.
 - Colaboración e Integración, se debe modelar considerando que existen más especialidades en el proyecto, definir los elementos más restrictivos de cada especialidad. Se requieren plataformas que permitan el trabajo integrado entre los modeladores.
 - Criterios y estándares de modelado, se requiere estandarizar la forma en que se realizarán los modelos, estableciendo softwares y flujos de trabajo, servidores, nomenclatura, etc.
 - Finalmente se puede realizar la modelación.

- **Paso 5:** Detección y resolución de interferencias
 - Es recomendable primero coordinar arquitectura con cálculo, ya que estos son los que afectan a mayor escala el proyecto, evitando realizar la coordinación entre todas las disciplinas al mismo tiempo.
 - Al identificar las interferencias, se recomienda que estén presentes los representantes de cada especialidad y se lleguen a acuerdos en la misma reunión sobre los cambios a realizar.
 - Continuar con las disciplinas que tengan mayor impacto o tengan mayores restricciones en el proyecto.
- **Paso 6:** Entrega
 - Se debe determinar si las soluciones a las interferencias se harán presentes en el modelado o se proyectan a solucionar en obra.
 - Se puede entregar el modelo igualmente si este será empleado para obtener información como ubicación, antecedentes para licitación, mantenimiento, etc.
 - En caso que los demás actores no tengan manejo de los modelos se debe entregar planimetría que contenga los cambios realizados.
 - Se recomienda mantener la documentación generada separada por disciplina, de forma que sea legible.
 - Se recomienda hacer entrega de un documento preliminar con los resultados de la primera detección de interferencias, y un documento con las interferencias resueltas y las no resueltas.

Es extremadamente necesaria una buena planificación y comunicación a la hora de combinar especialidades, por lo que no basta con que cada especialidad se limite a realizar su modelo y luego pretender juntarlo con los demás, cuando los profesionales se centran en su proyecto sin considerar el trabajo de los demás luego existe la reticencia de realizar cambios para solventar los problemas, al mantener la comunicación entre las partes hacen propio el conjunto del proyecto en lugar de solo su especialidad evitando el enfrentamiento entre las partes.

3.3.2. ESTANDARIZACIÓN DE LA OFICINA

Para la organización de la oficina a la hora de hacer uso de la metodología se deben determinar roles BIM entre los empleadores, un plan de ejecución BIM y entender las entidades IFC correspondientes al formato en el cual se compartirán los modelos e información.

3.3.2.1. ROLES BIM

Los roles BIM son necesarios a la hora de dirigir el proyecto, los roles se entregan a las personas que tengan capacidades tanto BIM como otras que la cualifiquen para el papel a desarrollar. Los Roles BIM se encuentran relacionados con los Usos BIM que se emplearán dentro del proyecto, por lo que la persona que represente el Rol debe tener las capacidades y responsabilidades relacionadas al Uso BIM respectivo al Rol. Un rol no es un cargo nuevo dentro de la organización, este puede ser empleado por cualquier persona ya perteneciente al equipo, siempre y cuando esté capacitada, un rol puede ser ejercido por

diferentes personas y al mismo tiempo una persona puede tener varios roles.

Los roles definidos por Planbim son:

- Revisión en BIM
- Modelación en BIM
- Coordinación en BIM
- Gestión en BIM
- Dirección en BIM

Para ayudar a las oficinas a determinar los roles necesarios para un proyecto, Planbim desarrolló una matriz que permite comprender cuales son las capacidades específicas de cada rol (Anexo E), donde por ejemplo en el caso común de un arquitecto en una oficina este emplearía el rol de “Modelación en BIM” el cual debe principalmente comprender los beneficios que trae BIM al implementarlo en un proyecto, poder trabajar de forma colaborativa, seguir marcos normativos y estándares de la oficina, desarrollar modelos de información tanto la parte geométrica como no geométrica, aplicando los tipos y niveles de información y entregables BIM, hacer uso de elementos pre-configurados además de crear otros, entre otras habilidades.

El documento diferencia las capacidades de los diferentes roles a través de si estos deben Comprender, Comunicar, Fomentar, Planificar, Validar, Utilizar, Aplicar, Desarrollar o Implementar algún concepto, ya que todos estos están involucrados entre sí, un Rol específico debe validar, comunicar y fomentar un concepto, mientras otro lo debe únicamente aplicar.

Cada proyecto debe determinar las personas

que ejercerán los diferentes roles y esta información debe integrarse en el PEB correspondiente al proyecto.

3.3.2.2. PEB

El Plan de Ejecución BIM es un documento único generado para determinar objetivos por los cuales se hará uso de la metodología BIM en el proyecto, estableciendo los requisitos del cliente, el alcance que tendrá el uso, los roles y responsabilidades de las personas involucradas, además de tareas y las herramientas que se emplearán. Este documento se genera antes de comenzar los proyectos, facilitando la interacción entre las personas al ya existir definiciones formales respectivas al proyecto, conociendo la información y la forma en que los demás equipos la entregarán, además de facilitar la comprensión del proyecto para personas que se sumen a este de forma posterior.

El PEB es único para cada proyecto, pudiendo contener variada información, las categorías que este debe abordar según la investigación de Zigurat Global Institute of Technology (2021) es la siguiente:

- **Información del proyecto:** Siglas de proyecto, ubicación y descripción.
- **Contactos relevantes.**
- **Objetivos BIM del proyecto:** definir la finalidad de emplear BIM y su valor estratégico.
- **Roles y responsabilidades:** definir el o los coordinadores del proceso de planificación y ejecución a lo largo de las etapas del proyecto.
- **Diseño del proceso BIM:** se debe ilustrar claramente cuál será el proceso de ejecución a través de mapas de procesos.

- **Intercambios de información BIM:** definir elementos del modelo y niveles de detalle para implementar cada uso BIM.
- **Procedimiento de Colaboración:** el equipo debe desarrollar los procedimientos electrónicos y de actividad de colaboración. Se incluye la definición de procedimientos de gestión de modelado como estructuras de archivos y permisos de estos.
- **Necesidades de infraestructura tecnológica:** se debe definir el hardware, software e infraestructura de red necesarios para la ejecución.
- **Estructura del modelo:** se debe documentar la estructura del modelo, denominación de archivos, sistema de coordenadas y estándares del modelado, como nomenclaturas, unidades, etc.
- **Entregables del proyecto.**
- **Estrategia de entrega y contratos.**

El PEB determina las medidas básicas para una buena colaboración, donde se determina un estándar documentado de los procedimientos, facilitando las decisiones y logrando una comunicación más fluida entre las partes.

En el caso de la oficina donde la estudiante realizó la práctica proyectual se buscó estandarizar sus procesos como oficina, por lo que el PEB va orientado a este fin, sin existir un PEB por proyecto, ya que, además, la oficina hasta el momento no colabora a través de BIM con las demás especialidades involucradas en los proyectos.

El Plan de Ejecución BIM presente en la oficina fue realizado por una persona externa, la cual se dedicó a entender el funcionamiento de esta e indicó la manera en que puede estandarizar sus procesos y aumentar

la eficiencia de estos, además de determinar mejores maneras de hacer ciertas ejecuciones de modelado. La oficina se encuentra integrando de a poco el PEB en sus procedimientos, siendo esto en parte una dificultad al diferenciarse de lo acostumbrado.

3.3.2.3. ENTIDADES IFC

Como ya se ha mencionado existen diferentes formatos en los cuales puede existir un documento, la ventaja de BIM es que existe un formato abierto denominado IFC que permite hacer uso de la información sin la necesidad de un software específico, de forma que las diferentes oficinas pueden emplear las herramientas que estimen conveniente, mientras se pueda compartir a través de formatos IFC.

Por esta razón es importante para los arquitectos que trabajan con BIM comprender la manera en que funciona la información de las entidades IFC, de forma que esta se mantenga en el momento de realizar la conversión al formato y asegurar que los demás equipos obtengan la información contenida por el modelo original.

Como se mencionó en el punto 3.2.3.4. de la presente memoria, Planbim entrega una Guía de entidades IFC de arquitectura, de fácil entendimiento sobre estos elementos bases del modelado.

3.3.3. INVERSIÓN ECONÓMICA

Una de las razones más relevantes entregadas para no efectuar la implementación de BIM son los gastos que involucra esto, por ello en este punto se abordará las inversiones

económicas que se realizan en Chile basándose en el “*Estudio de Costos Relacionados con la Implementación de Metodologías BIM*” realizado por la Universidad de Chile junto a Planbim.

En principio afirma que contrario a la creencia popular de que en BIM se hace uso de un único software, en realidad se usa una gran variedad de estos debido a la cantidad de compleja información que se debe manejar, por esta razón se requiere realizar una gran inversión no únicamente en los softwares específicos sino también en hardware que pueda soportarlos y en personas con capacidades para manejarlo, incluso fuera de la industria de la construcción. Varias oficinas estudiadas presentan al menos una persona de informática y programación, la cual desarrolla o adapta los programas a las necesidades de la oficina. Se obtiene que únicamente con la inversión en licencias ya se triplica el gasto respecto al trabajo en CAD.

Por otro lado el Estudio concluye que no es la elección de las herramientas BIM la que determina la inversión generada, sino la falta de procedimientos de trabajos (generación de estándares y protocolos), los que dificultan la implementación de BIM y esto afecta indirectamente la inversión necesaria para este fin.

Observa que en los casos extranjeros estudiados, la generación de estándares BIM nacionales disminuyen la inversión del costo de implementación, determinando que estos estándares no se deben limitar únicamente a convenciones del modelo o nomenclaturas, sino también a esquemas y protocolos (definición de roles, responsabilidades, etapas de trabajo, métodos de colaboración, y otros aspectos organizacionales, procedimentales e instrumentales del trabajo en equipo y manejo de información digital).

Respecto a la capacitación de las personas, se tiende a considerar esta inversión como un gasto inicial, sin embargo en los casos de éxito se observa que es una inversión permanente, estimándose que se suele invertir en esto 10 veces más que la inversión en software y tecnología. Sin embargo, como ya se mencionó en el punto 3.2.5., en Chile se invierte un 50% únicamente en tecnología, lo cual demuestra la falta de comprensión de lo que implica implementar y hacer uso de BIM.

El estudio entrega la siguiente tabla para considerar los gastos que se realizan dependiendo de la gama de hardware, opciones de Software y capacitaciones ya sea de forma interna por cantidad de horas, como capacitación externa por niveles.

3.3.3. Costos por variables y opciones
Los valores se expresaron en UF
Fuente: Adaptado de "Estudio de costos relacionados con la Implementación de Metodologías BIM"

Hardware		Software (anualidad)		Capacitación			
				Interna		Externa	
Opción	Precio	Opción	Precio	Opción	Precio	Opción	Precio
Gama baja	53,69	Revit	21,93	15 horas para grupo de 5 a 6 personas	35,18	Nivel introductorio 15 a 20 horas, precio por persona	9,26
Gama media	64,80	Archicad	30,15	30 horas para grupo de 5 a 6 personas	61,10	Nivel básico 32 horas, precio por persona	13,33
Gama alta	92,57	Suite AEC/ Revit /Autocad /Infraworks /Civil 3d / Navisworks	60,84	60 horas para grupo de 5 a 6 personas	111,08	Nivel medio avanzado 60 horas, precio por persona	24,07

Por otro lado el estudio entrega una tabla de presupuesto según el tamaño de la oficina, considerando que el hardware tiene una vida útil de 3 años, por lo tanto considera 3 años de licencia y de capacitación interna.

3.3.4. Presupuesto de implementación BIM por tamaño de empresa
Especialidades de gerenciamiento de proyectos, servicios de arquitectura, ingeniería estructural, obras civiles e inspección técnica y construcción. Los valores se expresaron en UF
Fuente: Adaptado de "Estudio de costos relacionados con la Implementación de Metodologías BIM"

Tamaño Empresa	Cantidad	Opción económica Precio Unitario 1	Opción intermedia Precio Unitario 2	Opción máxima Precio Unitario 3	Total Precio Unitario 1	Total Precio Unitario 2	Total Precio Unitario 3
< 10	6	125,34	165,43	293,60	752,06	992,60	1.761,12
10 y 20	18	125,34	165,43	293,60	2.256,18	2.977,80	5.284,86
20 y 40	36	125,34	165,43	293,60	4.512,36	5.955,60	10.569,72
> 40	42	125,3	165,43	293,60	5.264,42	6.948,20	12.331,34

Igualmente se debe considerar que las oficinas suelen tener ya hardware, por lo que la inversión no es completa en estos casos y que éstas ya se encontraban pagando licencias de otros programas, sin embargo, mientras se realiza la transición es necesario mantener ambas licencias hasta que se realice el traspaso completo únicamente a utilizar BIM.

Los datos entregados por el estudio demuestran una inversión elevada para realizar la implementación, pero por otro lado las experiencias se refieren a esto de forma menos desalentadora, como es el caso del arquitecto británico David Miller, el cual fue entrevistado en 2018 en el marco de una conferencia realizada por Planbim. En principio el arquitecto afirma que los porcentajes de inversión realizadas en su oficina fueron de un 20% en hardware, 30% en software y 50% en entrenamiento del personal, donde infiere que el costo humano no se realiza únicamente en la formación sino también en mantener a la persona que se formó,

haciendo el siguiente hincapié:

“La mitad del costo que tuvimos que asumir fue en relación al entrenamiento y es algo bueno para tu equipo de trabajo. Se trata de desarrollar una relación sólida con tu equipo. Es difícil encontrar un buen personal, así que si has encontrado un buen equipo, es bueno entrenarlos y esperar que se mantengan y crezcan dentro de tu misma oficina.” (Franco, J. 2018)

Por otro lado, el Estudio de Costos afirma que los beneficios de la implementación de BIM son externalizados, donde si se realiza únicamente en etapas tempranas de un proyecto, como sería el caso de arquitectura, al generar planimetría con menos errores, los beneficios económicos se observan en la etapa de construcción, al desarrollar faenas de construcción más eficientes y económicas. Por tanto, esta etapa es la más beneficiada a pesar de no estar implementando BIM y a partir de esto, en el documento, se realiza la siguiente conclusión:

“Estimamos que la única forma metodológicamente correcta de calcular un retorno de inversión “de la tecnología” sería con una metodología integrada donde tanto los costos de implementación como los beneficios económicos sean compartidos por todos transversalmente, independientemente de la fase en la cual se produzcan.” (Terán, M. 2018)

Sin embargo, se considera que este documento no toma en consideración otros factores relativos al valor obtenido por la implementación de BIM, fuera de los beneficios directamente económicos, como se desarrolla en la entrevista a Francisco Vivanco en el siguiente punto.

3.3.4. CASO OFICINA FV ARQUITECTOS

Se toma como ejemplo la oficina donde la estudiante realizó la práctica proyectual. En FV Arquitectos se comenzó aproximadamente en 2010 a realizar el cambio hacia la metodología BIM, lo primero que se realizó, como suele ser el caso, fue cambiar el software a una herramienta BIM, Archicad, donde obtuvieron capacitación respecto al software por parte de una empresa externa, sin embargo, después de algunos meses de operar el software para el desarrollo de los proyectos de la oficina, la implementación resultó fallida, pues la compatibilidad con Autocad era compleja, puesto que ambos softwares son de distintas compañías, siendo difícil incluso la interacción con las demás disciplinas, al momento de generar planimetría como insumo para el trabajo de los distintos especialistas. En la búsqueda de nuevas herramientas y con la aparición de Revit, software de la misma compañía que Autocad (Autodesk), se toma la decisión de cambiar de software. Para esta implementación, la capacitación fue realizada por un profesional de la oficina que tenía conocimientos avanzados respecto de este. Esta implementación fue exitosa en gran parte porque tuvieron apoyo constante dentro del taller para resolver los problemas y las dudas por un periodo prolongado de tiempo. De esta manera se logró una adopción exitosa del software por parte de todos los profesionales.

Posteriormente y a partir de conocimientos adquiridos por parte del personal, es que se comprendió que las capacidades de BIM van más allá del manejo, desarrollo y producción de planimetría de los proyectos. En la búsqueda de constantes mejoras a los procesos y



3.3.5. Francisco Vivanco Arquitectos
Fuente: FV Arquitectos

desempeño de la oficina se identificaron errores repetitivos y procesos ineficientes, es por esto que en 2021 toman la decisión de realizar una interventoría asesorada por un profesional acreditado por Autodesk.

El propósito de este proceso fue desarrollar un método para poder trabajar de mejor manera los proyectos de gran escala que se desarrollan en la oficina, gestionar modelos complejos de gran extensión y nivel de detalle, evitando problemas operativos presentados al trabajar de forma colaborativa. A través de las interventorías se fueron tomando decisiones que respetan la forma de trabajar de la oficina y vela por la productividad de esta, obteniendo finalmente el Plan de Ejecución BIM único para el empleo de la oficina y no para la interacción con el mandante o las demás especialidades, ya que el nivel de adopción de la metodología en estas es muy incipiente o inexistente.

En estos momentos la oficina se encuentra en lo que sería el Nivel 1 de los niveles BIM, buscando progresar a partir del PEB e ir integrando las diferentes capacidades que entrega la metodología. El cambio a emplear el PEB dentro de su trabajo ha sido recibido de diferente manera por los arquitectos, aunque la mayoría coincide en que el PEB ha sido una herramienta útil para el trabajo, que les permite ser más ordenados, eficientes y les entrega la capacidad de comprender de mejor manera el trabajo que realiza un compañero, aunque igualmente se señala la dificultad de cambiar las costumbres ya establecidas de forma individual (Anexo F).

Es claro que implementar BIM en una oficina requiere de una gran inversión económica, lo cual parece no ser beneficioso de forma directa a la oficina, sin embargo se rescatan valores entregados más allá de la capacidad económica, aunque de forma indirecta favorece

este factor, como lo son una alta producción con menos personal, una mayor calidad por lo tanto, una mayor eficiencia, una mejor llegada a los clientes y por ende un mejor producto.

“La tecnología ha entregado un enorme beneficio, ilimitado, difícil de cuantificar y el costo es, bueno, los computadores [...] pero bueno es mucha plata, claro, es mucha plata para efectos de una persona, pero para efectos de una empresa que produce planos... es mucho más caro el programa que te cobras todos los años, eso es caro, los programas, capacitar a la gente es caro, encontrar a las personas apropiadas es difícil, no es fácil, pero bueno, son procesos y punto, pero los costos y beneficios yo creo que están a la vista, osea, es más rápido, es más efectivo, detalla mejor las cosas, puedes dar mejor servicio, tienes más claridad sobre el proyecto e identificar los errores.” (Francisco Vivanco, Anexo G)

Por lo tanto realmente los beneficios económicos por emplear la metodología BIM en una oficina de arquitectura sí existen, aunque no se observan de manera directa, las personas del equipo las identifican de forma clara.

3.3.4.1. COLABORACIÓN

A partir de comprender cómo es la implementación de BIM en una oficina de arquitectura se estudia cómo potenciar esto en FV Arquitectos. En la oficina ya se han realizado gran parte de los cambios mencionados en los primeros puntos de este tema, se han asesorado, han generado un PEB, determinado roles y han buscado aumentar la comunicación entre ellos. Dentro de la experiencia de la estudiante, durante los 8 meses, ha observado cómo la comunicación entre el equipo es fundamental, que existe una tendencia a capacitarse entre ellos

mismos, reconociendo las capacidades de cada uno y recurriendo a estos, se observa también, la necesidad del Coordinador BIM de diariamente estar informado de los avances realizados por los modeladores, donde además los modeladores requieren de pautas claras sobre lo necesario a realizar. En el proceso de generación de estándares de la oficina, varios arquitectos jefes de proyecto desarrollaron un archivo “Checklist”, el cual es una guía clara sobre la información gráfica y no gráfica que deben contener los detalles. La creación de este Checklist fue un ejercicio útil de revisión del estándar de dibujo en varios proyectos, buscando una forma óptima para estos. El Checklist además sirvió como herramienta de revisión por parte del profesional que dibuja el detalle, como un paso previo a la revisión ex post, lo cual es siempre difícil debido a los plazos acotados para el desarrollo de estos.

La autora considera que esta herramienta puede ser mejorada, integrando la capacidad de comunicación y de seguimiento del avance de la generación de detalles, de manera que la herramienta se emplee no sólo para la revisión e incorporación de elementos, sino también como una herramienta de colaboración y comunicación del equipo.

Durante el proceso de la generación de planos de detalles, se tiende a recurrir a proyectos anteriores donde estos ya han sido realizados, para tomarlos de referencia y emplear los mismos recursos gráficos, sin embargo, el proceso de encontrar estos planos es tedioso, siendo necesario preguntar al Coordinador BIM si recuerda alguno que esté bien realizado y completo para tomar de referencia y en la mayoría de ocasiones, estos planos no incluyen toda la información requerida. A partir de esto es que se determina la necesidad de un “Documento Guía” para que los modeladores tengan acceso a la información precisa requerida para los detalles, acompañado de la herramienta mejorada de

DETALLE BAÑOS 1:25		Check
GRAFICA	Escala mínima 1:25 (planta) 1:25 (elevaciones)	
	Ejes no visibles.	
	Cotas: cota general, tabiquería y particulares (muebles e instalaciones) todas las dimensiones deben ser legibles.	
	Proyecciones: cielos falsos, vigones y registros. Vanos de ventanas altas.	
	Pavimentos: Incluir pavimentos con partidas, guardapolvo, junquillos, cubrejuntas y topes de puerta (a piso)	
	Perfiles de terminación: Indicar perfiles de terminación. Ej: remate de cerámicas. (Indicar biselado en porcelanatos y perfiles en cerámica, en encuentros verticales y zócalos.) En encuentro de tabique con muro de hormigón, considerar dilatación de 1 cm en tabique y cerámico, considerar perfil esquinero)	
	Aislaciones: Incluir aislación térmica o acústica extra tabique.	
	Muros exteriores: Incluir revestimientos exteriores (Fachada de muros perimetrales)	
	Detalle de refuerzo de tabiques 1:5, indicar altura de acuerdo a mueble, artefacto y accesorios que se va a fijar (planta, elevaciones y cortes)	
	Cuadro de artefactos: Artefacto, marca, modelo, dimension y nicho o encastre (Legend)	
	General 1: Todos los espesores y dimensiones deben ser consistentes con la realidad.	
	General 2: Dimensiones de artefactos sanitarios y accesorios consistentes con EETT.	
	General 3: Verificar ubicación de accesorios (Ej: puerta de shower no puede chocar perchas, distancia de portarrollo a WC.)	
	General 4: Alturas de accesorios y artefactos de acuerdo a cuadro oficial oficina FV.	
	Elevaciones:	
	Indicar elevaciones en planta.	
	Identificar cada accesorios con letra.	
Indicar melaminas de muebles por color.		
Indicar sentido de la veta en casos de melamina madera.		
Indicar partidas de cerámicas		
Nota: Graficar y chequear apertura de puertas y cajones.		
Planta:		
Debe indicar mueble vanitorio.		
Apertura puertas y cajoneras. (Aperturas: graficados en línea gris segmentada.)		

“Checklist”, permitiendo al Coordinador BIM conocer los progresos reales de la generación de detalles, las necesidades del equipo para continuar con ellos y el listado de láminas finales.

Esta herramienta, por lo tanto, vela por la **comunicación** fluida entre las personas del equipo, **estandarizar** la información requerida en los planos de detalle y asegurar la **comprensión** del contenido necesario en estos.

3.3.4.2. HERRAMIENTA DE SEGUIMIENTO DE AVANCE

No está en mano de cualquier persona la facultad de capacitar al personal de una oficina en BIM, sin embargo, conociendo los procesos de trabajo realizados y las necesidades determinadas por la oficina, es posible plantear una estandarización y fomentar la comunicación entre las personas que componen los equipos. La herramienta realizada va directamente relacionada a la etapa de elaboración de planos de detalles, etapa en que la estudiante se vió más involucrada, por lo que comprende los procesos empleados en esta. La herramienta va destinada a asegurar una calidad mínima característica de FV Arquitectos, incorporando la información determinada por la oficina que deben contener los planos de detalle, respetando el Nivel de Información NDI-3 determinado en el PEB y priorizando la comunicación entre el equipo.

Se utiliza como base un checklist realizado por los arquitectos de la oficina para la etapa de elaboración de detalles, este consta de un listado de elementos que se deben

incorporar a la planimetría, los cuales deben ser tickeados cuando estén incluidos y posteriormente se pretende que el coordinador BIM del proyecto realice una revisión respecto a la incorporación de estos elementos. Sin embargo, dentro de la experiencia de la autora, este checklist es empleado como una ayuda “visual”, donde se abre el archivo para revisar los elementos necesarios, pero no se hace uso del checklist como tal. Por otro lado, los modeladores y el Coordinador BIM deben mantenerse informados respecto al avance que se ha realizado y si los modeladores requieren alguna información extra, además de ocasiones donde se necesita realizar algo fuera de lo planeado con mayor prioridad que lo que se está realizando, por lo que existe la necesidad de una herramienta que permita esta comunicación, conociendo, igualmente, cual es el progreso que lleva cada serie y el proyecto en su totalidad.

La herramienta generada es un documento Excel, el cual debe ser empleado con Microsoft 365, herramienta que permite la colaboración en un mismo documento, pudiendo varias personas trabajar al mismo tiempo y observar los avances realizados.

Dirección de carpeta Drive con los documentos:

https://usmcl-my.sharepoint.com/:f/g/personal/francisca_marcus_sansano_usm_cl/EuUeNoEZgP9NukxHmwiXN1wB_7UMVVPV62Sljan45dmthg?e=T8xePX



Herramienta Excel



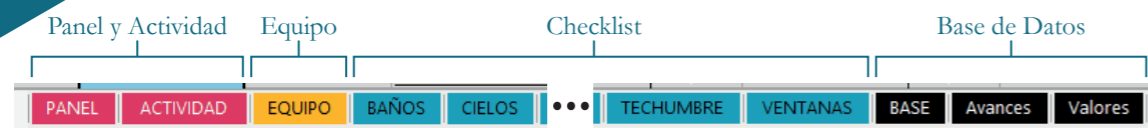
Guía

Seleccionar para direccionar a los documentos

SE RECOMIENDA
DESCARGAR ARCHIVOS

El documento Excel se encuentra separado en 4 secciones principales, el orden presentado es:

- Hojas “Panel y Actividad”
- Hoja “Equipo”
- Hojas “Checklist”
- Hojas “Base de datos”



3.3.7. Secciones de hojas de la Herramienta
Fuente: Herramienta Seguimiento de Avance - Elaboración Propia

En principio se presenta el funcionamiento de esta herramienta y posteriormente se explicará el modo de empleo de esta. Para la explicación se empleará de ejemplo la serie de baños.

La hoja de equipo únicamente integra los nombres de las personas que participan en la generación de detalles del proyecto y su color correspondiente.

Las hojas de checklist son las compuestas por los tipos de detalles, este elemento abarca el checklist ya realizado por la oficina, el excel presenta los mismos conceptos ya determinados adquiriendo otras habilidades. Las series están separada por tipo de visualización: Generales, Plantas, Elevaciones, Cortes, Cortes de muebles y Leyendas (detalles en lámina del tipo leyenda).

ASIGNACIÓN DEL EQUIPO	
Persona del Equipo	Color
Arquitecto 1	
Arquitecto 2	
Arquitecto 3	
Arquitecto 4	
Arquitecto 5	
Arquitecto 6	
Arquitecto 7	

3.3.8. Hoja de Equipo
Fuente: Herramienta Seguimiento de Avance - Elaboración Propia

Posterior a este se encuentra el concepto “ámbito” que puede ser terminaciones, artefactos, graficar, indicar, identificar, cotas, etc. y finalmente el “elemento”; es así que por ejemplo la serie indica que en la planta se debe graficar los ductos de la especialidad de clima, hasta aquí el documento asimila la información del checklist original, lo presentado a continuación son las capacidades nuevas de esta herramienta.

Se presentan columnas por tipo de baño, por ejemplo Baño Tipo 1, Baño Tipo 2, etc. con la capacidad de cambiar este nombre para que coincida con el requerido por el proyecto, además sobre este se debe indicar la persona responsable a través del listado que llama la información entregada en la hoja de equipo. Cada tipo de baño tiene una casilla de “Estado”

3.3.9. Hoja de Serie Baños
Fuente: Herramienta Seguimiento de Avance - Elaboración Propia

	A	B	C	D	E	F	G	H
1				RESPONSABLE ->	Arquitecto 1			
2		SERIE BAÑOS			BAÑO TIPO 1		BAÑO TIPO 2	
3	Serie	VISUALIZACIÓN	ÁMBITO	ELEMENTO	ESTADO	OBSERVACIÓN	ESTADO	OBSERVACIÓN
4	Baño	General	Fecha o versión	Esp. Clima	Terminado		No aplica	
5	Baño	General	Fecha o versión	Esp. Electricidad	Terminado		No aplica	
6	Baño	General	Fecha o versión	Esp. Sanitario	Terminado		No aplica	
7	Baño	General	Ocultar	Ejes	Terminado		No aplica	
8	Baño	General	Aislación	Incluir aislación térmica o acústica extra a tabique	No aplica		No aplica	
9	Baño	General	Terminaciones	Cubrejuntas	En Proceso		No aplica	
10	Baño	General	Terminaciones	Guardapolvo	En Proceso		No aplica	
11	Baño	General	Terminaciones	Junquillo	En Proceso		No aplica	
12	Baño	General	Terminaciones	Modelar Pavimento	En Proceso		No aplica	
13	Baño	General	Terminaciones	Modelar Revestimiento	Terminado		No aplica	
14	Baño	General	Terminaciones	Perfil de terminación	Terminado		No aplica	
15	Baño	General	Terminaciones	Tope de Puerta	Terminado		No aplica	
16	Baño	General	Accesorios	Altura de acuerdo a cuadro oficial FV.	Terminado		No aplica	
17	Baño	General	Accesorios	Verificar ubicación	Terminado		No aplica	
18	Baño	General	Artefactos	Altura de acuerdo a cuadro oficial FV.	Pendiente	Falta información de	No aplica	
19	Baño	General	Artefactos	Dimensiones consistentes con la realidad	Terminado		No aplica	
20	Baño	General	Graficar	Esp. Clima: Extractor	Terminado		No aplica	
21	Baño	General	Graficar	Esp. Electricidad: Enchufes e Interruptores	Terminado		No aplica	
22	Baño	General	Graficar	Zócalo WC	Terminado		No aplica	
23	Baño	General	Corroborar	Esp. Electricidad: características en ficha técnica	Terminado		No aplica	
24	Baño	General	Corroborar	Esp. Electricidad: cumplimiento con zona de seguridad	Terminado		No aplica	
25	Baño	General	Corroborar	Esp. Electricidad: Ubicación de arracques eléctricos	Pendiente	Falta el proyecto de e	No aplica	
26	Baño	Planta	Escala	Mínimo 1:25	Terminado		No aplica	
27	Baño	Planta	Elevaciones	Indicar ubicación	Terminado		No aplica	
28	Baño	Planta	Graficar	Apertura puertas y cajones	Terminado		No aplica	
29	Baño	Planta	Graficar	Esp. Clima: Ductos	Terminado		No aplica	
30	Baño	Planta	Graficar	Esp. Clima: Extracciones e inyecciones	Terminado		No aplica	
31	Baño	Planta	Graficar	Esp. Sanitario: ductos	Terminado		No aplica	
32	Baño	Planta	Graficar	Esp. Sanitario: ubicación descargas	Terminado		No aplica	
33	Baño	Planta	Graficar	Impermeabilización	Terminado		No aplica	

según elemento y una casilla de “Observación”, la casilla de “Estado” presenta un listado de opciones para rellenar, las cuales son:

- En proceso
- Terminado
- Pendiente
- No aplica

BAÑO TIPO 2	
ESTADO	OBSERVACIÓN
No aplica	
No aplica	
No aplica	
No aplica	
No aplica	
No aplica	

3.3.10. Indicar Estado
Fuente: Herramienta Seguimiento de Avance - Elaboración Propia

BAÑO TIPO 2	
ESTADO	OBSERVACIÓN
No aplica	
En Proceso	Actividad
Terminado	es son:
Pendiente	estado inicial y
No aplica	ción de la actividad

El elemento seleccionado como “No Aplica” se utiliza en caso de que ese elemento no sea necesario en ese tipo de baño en concreto, por ejemplo, en el caso donde el baño no tiene ventana, no se requiere identificar la ventana con su nomenclatura, por lo que el usuario indica que no aplica. Por otro lado la opción de pendiente se utiliza cuando se requiere información

SERIE BAÑOS			BAÑO TIPO 1	
VISUAL	ÁMBITO	ELEMENTO	ESTADO	OBSERVACIÓN
Planta	Identificar	Ventana	No aplica	

3.3.11. Indicar Estado “No Aplica”
Fuente: Herramienta Seguimiento de Avance - Elaboración Propia

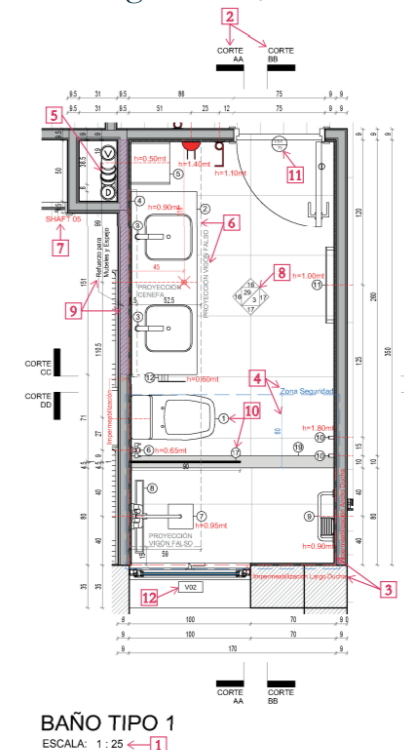
SERIE BAÑOS			BAÑO TIPO 1	
VISUAL	ÁMBITO	ELEMENTO	ESTADO	OBSERVACIÓN
Planta	Identificar	Ventana	Pendiente	Aún Arq. 2 no lo termina

3.3.12. Indicar Estado “Pendiente”
Fuente: Herramienta Seguimiento de Avance - Elaboración Propia

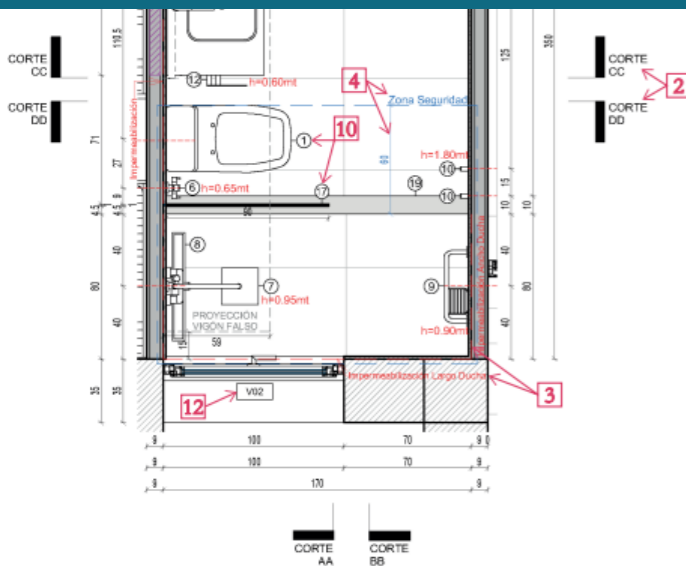
o alguna acción por parte de otra persona del equipo, en este caso se rellena la casilla de observación para indicar en qué consiste este “pendiente”

por ejemplo, queda pendiente indicar el tipo de ventana porque la persona dedicada a este detalle aún no lo realiza, pudiendo etiquetar a la persona responsable de este punto, otro ejemplo sería en el caso de ser necesario incorporar el detalle de zócalo, pero hace falta las dimensiones específicas requeridas por el tipo de WC empleado, por lo que se escribe esto en la observación, etiquetando a la persona responsable de obtenerlo. La opción de “En proceso” se emplea en caso de que el tipo de baño se vaya a realizar y posteriormente se emplea el “Terminado”. Cada elemento se encuentra vinculado a un Documento Guía, al seleccionar el elemento en excel se es dirigido a un documento en Google Drive, donde en la hoja se

- INDICACIONES PLANTA
- ESCALA MÍNIMO 1:25 [1]
- MOSTRAR ELEVACIONES DE BAÑO [2]
- GRAFICAR
- APERTURA DE PUERTAS Y CAJONES, EN LÍNEA GRIS SEGMENTADA
 - IMPERMEABILIZACIÓN [3]
 - ZONA DE SEGURIDAD [4]
 - DUCTOS, EXTRACCIONES E INYECCIONES - ESP. CLIMA
 - LAMPISTERÍA, DIMENSIONES CERCANAS A LA REALIDAD - ESP. ELECTRICIDAD
 - DUCTOS Y UBICACIÓN DE DESCARGAS - ESP. SANITARIO [5]
- PROYECCIONES
- CIELOS FALSOS
 - VIGONES [6]
 - VANOS DE VENTANAS ALTAS
 - REGISTROS - ESP. CLIMA
- INDICAR
- MUEBLE VANTORIO
 - ZÓCALO WC
 - NÚMERO DE SHAFT [7]
 - REVESTIMIENTOS + EXTERIOR (MUROS, CIELOS Y PAVIMENTOS) CON NÚMEROS [8]
 - PARTIDA DE PAVIMENTO
 - UBICACIÓN Y ALTURA DE REFUERZO EN TABIQUE [9]
 - ARRANQUES (LAVADORA, TERMO) - ESP. SANITARIO
 - UBICACIÓN LLAVES DE PASO - ESP. SANITARIO
- IDENTIFICAR
- ARTEFACTOS → [10]
 - PUERTAS → [11]
 - VENTANAS → [12]
- COTAS
- PARTICULARES: MUEBLES, INSTALACIONES, ESPACIO WC
 - TABIQUERÍA
 - GENERAL
 - EJES DE ARTEFACTO A TABIQUE - ESP. ELECTRICIDAD
 - EJES DE ARTEFACTO A TABIQUE - ESP. SANITARIO (LAVADORA, TERMO)



3.3.13. Documento Guía
Fuente: Herramienta Seguimiento de Avance - Elaboración Propia



BAÑO TIPO 1

ESCALA: 1 : 25 ← 1

3.3.14. Ejemplo Zona de Seguridad

Fuente: Herramienta Seguimiento de Avance - Elaboración Propia

presenta a mayor detalle el elemento seleccionado y un ejemplo de este tipo de detalle, por ejemplo, en la planta de baño se indica graficar Zona de Seguridad, al seleccionar este elemento se es dirigido a las indicaciones de Planta de Baño, donde el número 4 muestra cómo se grafica este elemento. Así con los diferentes tipos de detalle se encuentra un ejemplo y un mayor detalle de los conceptos, de igual forma el documento puede ser consultado en su totalidad.

A partir de las hojas “Checklist” y de la información generada en estas, están las hojas de bases de datos que organizan la información entregada para graficarla en las hojas “Panel” y “Actividad”, por lo tanto no se debe interferir en estas últimas hojas, las cuales son ocultadas para los usuarios.

ORDEN	SERIE	TIPO	VISUALIZACIÓN	ÁMBITO	ELEMENTO	ESTADO	OBSERVACIÓN	RESPONSABLE
1	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Fecha o versión	Esp. Clima	Terminado	0	Arquitecto 1
2	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Fecha o versión	Esp. Electricidad	Terminado	0	Arquitecto 1
3	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Fecha o versión	Esp. Sanitario	Terminado	0	Arquitecto 1
4	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Ocultar	Ejes	Terminado	0	Arquitecto 1
5	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Aislación	Incluir aislación térmica o acústica extra a tabique	No aplica	0	Arquitecto 1
6	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Terminaciones	Cubrejuntas	En Proceso	0	Arquitecto 1
7	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Terminaciones	Guardapolvo	En Proceso	0	Arquitecto 1
8	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Terminaciones	Junquillo	En Proceso	0	Arquitecto 1
9	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Terminaciones	Modelar Pavimento	En Proceso	0	Arquitecto 1
10	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Terminaciones	Modelar Revestimiento	Terminado	0	Arquitecto 1
11	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Terminaciones	Perfil de terminación	Terminado	0	Arquitecto 1
12	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Terminaciones	Tope de Puerta	Terminado	0	Arquitecto 1
13	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Accesorios	Altura de acuerdo a cuadro oficial FV.	Terminado	0	Arquitecto 1
14	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Accesorios	Verificar ubicación	Terminado	0	Arquitecto 1
15	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Artefactos	Altura de acuerdo a cuadro oficial FV.	Pendiente	Falta información de altura	Arquitecto 1
16	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Artefactos	Dimensiones consistentes con la realidad	Terminado	0	Arquitecto 1
17	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Graficar	Esp. Clima: Extractor	Terminado	0	Arquitecto 1
18	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Graficar	Esp. Electricidad: Enchufes e interruptores	Terminado	0	Arquitecto 1
19	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Graficar	Zócalo WC	Terminado	0	Arquitecto 1
20	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Corroborar	Esp. Electricidad: características en ficha técnica	Terminado	0	Arquitecto 1
21	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Corroborar	Esp. Electricidad: cumplimiento con zona de seguridad	Terminado	0	Arquitecto 1
22	BAÑO	BAÑO TIPO 1	General	Corroborar	Esp. Electricidad: Ubicación de arracques eléctricos	Pendiente	Falta el proyecto de electricid	Arquitecto 1

3.3.15. Ejemplo Base de Datos

Fuente: Herramienta Seguimiento de Avance - Elaboración Propia

En la hoja “Actividad” se integra aquellas actividades que debe realizar cada persona del equipo, referida a acciones que no se encuentran directamente en las hojas por detalle de checklist, pero están vinculadas al proyecto, como lo sería por ejemplo, el haber recibido un nuevo proyecto de clima, el cual debe ser actualizado, por lo tanto en esta hoja se indica la persona responsable de la actividad a realizar, la prioridad que tiene esto, identificado por color, la fecha en que se requiere finalizado y el estado en que se encuentra. Por otro lado, en esta hoja se encuentra un resumen de las actividades pendientes de los checklist y sus observaciones necesarias para solventar la situación, pudiendo observar de forma fácil esta información.

Responsable	Actividad	Prioridad	Fecha Término	Estado
Arquitecto 1	Actualizar proyecto de clima	Media	12-01-23	En Proceso

3.3.16. Ejemplo Actividad Externa

Fuente: Herramienta Seguimiento de Avance - Elaboración Propia

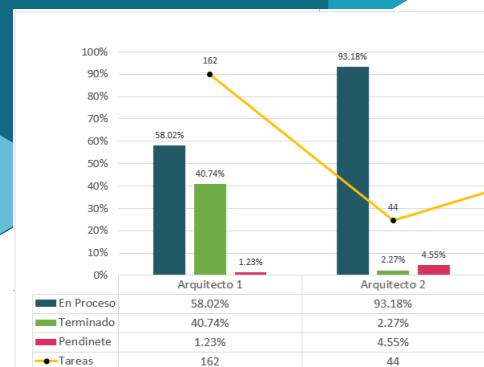
TIPO	ELEMENTO	OBSERVACIÓN	Total
BAÑO TIPO 1	Altura de acuerdo a cuadro oficial FV.	Falta información de altura	1
	Esp. Electricidad: Ubicación de arracques eléctricos	Falta el proyecto de electricidad	1
Total BAÑO TIPO 1			2
CIELO TIPO 1	Indicar ubicación	Solicito indicaciones	1
	Vigas por cálculo	No está claro	1
Total CIELO TIPO 1			2
CLOSET TIPO 1	Ejes	Favor extender explicación	1
Total CLOSET TIPO 1			1
Total general			5

3.3.17. Tabla de observaciones por pendientes

Fuente: Herramienta Seguimiento de Avance - Elaboración Propia



3.3.18. Gráficos de Avance
Fuente: Herramienta Seguimiento de Avance - Elaboración Propia



3.3.19. Gráficos de Progreso por Responsable
Fuente: Herramienta Seguimiento de Avance - Elaboración Propia

Finalmente, la hoja principal y la que resume la información es la hoja “Panel”, en este se encuentran los datos

del proyecto al cual pertenece este documento, principalmente entrega las gráficas de progreso de avance de la generación de detalles, tanto por el proyecto general, como por tipo de detalle, además de representar la carga de trabajo y los avances por arquitecto involucrado.

El documento Guía, con los ejemplos, se elaboró empleando los detalles realizados por el equipo en que participó la autora durante la práctica. Este documento consta de los 13 tipos de detalle definidos en la oficina:

- BAÑOS →
- CIELOS →
- CLOSET →
- COCINAS →
- DEPARTAMENTOS →
- ELEMENTOS EXTERIORES →
- ELEMENTOS METÁLICOS →
- ESCALERAS →
- PUERTAS →
- RECINTOS COMUNES →
- REVESTIMIENTOS →
- TECHUMBRE →
- VENTANAS →
- LEYENDAS GENERALES →

3.3.20. Índice Documento Guía
Fuente: Herramienta Seguimiento de Avance - Elaboración Propia

Baños, Cielos, Closets, Cocinas, Departamentos, Elementos Exteriores, Elementos Metálicos, Escaleras, Puertas, Recintos Comunes, Revestimientos, Techumbre y Ventanas. Además de un elemento recurrente como lo son las “Leyendas Generales” refiriéndose a los detalles tipo legend que se repiten en las diferentes series de detalles. Cada serie considera el tipo de visualización, señalando su respectivo elemento necesario, donde algunos presentan una mayor descripción que en el excel. Además, parte de lo observado en el equipo al comenzar la elaboración de un detalle, es recurrir a detalles ya elaborados, proceso en el cual se pierde tiempo encontrando el plano necesario, por lo que se integran ejemplos en este documento para facilitar la búsqueda del ejemplo, también el documento es fácil de modificar, por lo que en un futuro se pueden incorporar ejemplos que se consideren necesarios.

Modo de Empleo

En principio las personas del equipo deben identificarse con un color, lo cual debe quedar plasmado en la hoja de “Equipo” junto a su nombre, se debe cambiar el color de la hoja de detalle al color correspondiente de la persona responsable, facilitando el entendimiento de sus responsabilidades, también las hojas deben moverse de orden según la prioridad que tenga la generación del detalle y especificar en la parte superior de la hoja la persona responsable de cada detalle a través del listado. En las hojas de detalle se debe indicar los baños que se van a realizar, por ejemplo, se realizarán 15 baños, por lo que a estos 15 se les aplicará la opción de “En proceso” a todos los elementos, a medida que



3.3.21. Adaptar orden de hojas por prioridad
Fuente: Herramienta Seguimiento de Avance - Elaboración Propia

se va avanzando, el usuario debe indicar si este elemento no aplica, si ya está terminado o si queda pendiente por algún motivo, por lo tanto debe rellenar la casilla de observación e indicar lo necesario para avanzar, etiquetando a la persona responsable de esta actividad.

El Coordinador BIM encargado de conocer los progresos y en general de solventar los elementos pendientes se manejará principalmente en las hojas “Panel” y “Actividad”, donde debe apretar el botón de “Actualizar” para que las tablas dinámicas y gráficos entreguen la información final de lo ya realizado, en la hoja “Panel” puede observar los progresos de cada persona, cada serie y total del proyecto, mientras que en la hoja “Actividad” accede a los elementos pendientes y lo necesario para continuar por parte de los modeladores, teniendo una rápida mirada de la situación del proyecto, además de coordinar las actividades específicas fuera de lo contenido en el checklist, donde estas deben quedar plasmadas en esta hoja, determinando la persona responsable, el nivel de prioridad que este elemento tiene, la fecha en que se requiere finalizado y el estado en que se encuentra.



Responsable	Actividad	Prioridad	Fecha Término	Estado
Arquitecto 1	Actualizar proyecto de clima	Alta	12-01-23	En Proceso
		Media		Terminado
		Baja		

3.3.22. Tabla de Actividades con opciones de Prioridad y Estado
Fuente: Herramienta Seguimiento de Avance - Elaboración Propia

Por lo general las series son delegadas de forma individual a alguien del equipo, pero existen ocasiones donde más de una persona debe trabajar en la misma serie, como por ejemplo en el caso de detalles de recintos comunes, donde la persona encargada puede no ser la misma persona que realizó cocinas y baños, siendo necesario que esta segunda persona

se involucre en estos detalles igualmente, para evitar confusiones y concretar este tipo de acciones se requiere hacer uso de los colores ya mencionados y etiquetar a la persona, de forma de recordar y hacer patente esta responsabilidad en la parte superior de la hoja.

Finalmente la herramienta entrega la facultad de tener pleno conocimiento del trabajo que está realizando el equipo, facilitando la entrega de información y plasmando las tareas entregadas a cada uno. De igual manera, a partir de los gráficos de “Progreso por Responsable” se puede conocer los arquitectos que tienen más carga en el momento y lograr planificar ayudas en caso de ser necesario para cumplir con una fecha determinada.

La intención es, como en todo lo relacionado a implementar nuevos métodos de trabajo, hacer uso de la herramienta durante un tiempo y modificar lo que los usuarios consideren necesario para que sea de mayor utilidad y que consideren oportuno como equipo, pudiendo mejorar la comunicación o incorporar otros factores que puedan relacionarse en la elaboración de detalles.

CONCLUSIÓN

La construcción de un proyecto requiere de diferentes especialidades, por lo que no necesita únicamente del trabajo del arquitecto, lo cual obliga a comunicarse con más personas dándole así un factor social a la creación de un proyecto. Cuando cada especialidad se realiza de forma individualizada se genera una disociación entre las partes, donde otra especialidad tiende a verse como una competencia. Al incentivar la comunicación, las especialidades dejan de verse como entes diferentes, comprendiendo entonces que son un grupo que pueden llegar a un objetivo en conjunto y progresar en mejorar la industria de la construcción.

Los costos de la implementación son elevados, sin embargo, el valor que esto otorga lo vuelve rentable, siempre y cuando la implementación se haya realizado de forma fructífera. Las oficinas de arquitectura tienen sus formas únicas de trabajar, e integrar BIM requiere de diversos cambios, sin embargo, estos deben ir de la mano con la comprensión de sus propios procesos y cómo BIM puede mejorarlos y volverlos más eficientes. Se requiere considerar a las personas como un factor relevante a la hora de implementar la metodología, ya que son estas las que requieren comunicarse de forma fructífera y emplear las herramientas necesarias.

BIM determina que debe ser implementado respetando la forma de trabajar de cada oficina, sin embargo esto no es del todo así, Chile presenta una forma de trabajo individualizada que debe ser cambiada, por lo que si una oficina está integrando BIM a su metodología, esta debe comenzar por aumentar la colaboración del personal, este factor

siempre será algo que no se debe adaptar a la forma de trabajo original de una oficina, la colaboración es un principio que se debe fomentar.

De igual manera, el propio personal es el que conoce a mayor profundidad cómo trabajan, por lo tanto son los que mejor pueden llegar a comprender dónde hace falta comunicación, dónde están repitiendo trabajo y pueden incentivar la mejora en estos aspectos y en la colaboración. Es así que las propias personas de un equipo pueden llegar a realizar herramientas que mejoren la comunicación a partir de elementos ya empleados, pero que no consideran este factor. Son variados los procesos de una oficina en el que pueden integrar herramientas útiles a su proceso que mejoren la colaboración entre ellos.

REFERENCIAS

BIM Forum, (2017). *Recomendaciones prácticas para el uso de herramientas BIM en la coordinación de proyectos desarrollados en forma tradicional. (1a ed.)*. Disponible en: <https://bimforum.cl/2016/11/14/consulta-publica-uso-de-herramientas-bim-en-la-coordinacion/>

BIM Loket (2018). *Manual de entrega de información básica BIM (MEI)*. Disponible en: <https://planbim.cl/descargas/manual-de-entrega-de-informacion-basica-bim-mei/#>

BIMPlus (2021, 22 de Enero). *How BIM drove redevelopment of a Dublin office*. Disponible en: <https://www.bimplus.co.uk/bim-software-key-redeveloping-dublin-office-buildi/>

Caballero A. (2017, 5 de Noviembre). *39 Victoria Street, London – Willmott Dixon's inside job for DoH*. Disponible en: <https://www.bimplus.co.uk/willmott-dixons-inside-job-doh/>

CDC Academia (2017, 14 de Septiembre). *Sobre la B, la I y la M en BIM: Modelado de información para la edificación. ArchDaily En Español*. Disponible en: <https://www.archdaily.cl/cl/02-18908/sobre-la-b-la-i-y-la-m-en-bim-modelado-de-informacion-para-la-edificacion>

CChC (2022, 19 de Octubre) *Congreso Internacional BIM Forum Chile 2022*. [Video]. YouTube https://www.youtube.com/watch?v=WmZhcX2iV00&ab_channel=CChC

CChC Consejo de Productividad (2022) *Guía estratégica de adopción BIM*. Disponible en: <https://sites.google.com/cdt.cl/herramientacproductividad/ecosistemas-digitales>

Comisión Interministerial BIM. (s. f.). *Reino Unido*. Disponible en: <https://cbim.mitma.es/bim-en-el-mundo/reino-unido>

Czmoch, I. & Pękala, A. (2014). *Traditional Design versus BIM Based Design*. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.048>

Deutsch, R. (2011). *BIM and Integrated Design: Strategies for Architectural Practice*. Wiley.

Esdima (s.f.). *Ventajas y desventajas de trabajar con BIM*. Disponible en: <https://esdima.com/ventajas-del-bim/>

Franco, J. T. (2018, 10 de Diciembre). *Claves para implementar BIM en tu oficina de arquitectura. ArchDaily En Español*. Disponible en: <https://www.archdaily.cl/cl/898073/claves-para-implementar-bim-en-tu-oficina-de-arquitectura>

Jesús, A. (2022, 20 octubre). *Diseño paramétrico, Diseño Generativo y Diseño Asistido por IA. Architectures*. Disponible en: <https://architectures.com/disenio-asistido-por-inteligencia-artificial-vs-diseno-generativo/>

Lacaze, L. (2022). *Los desafíos de la gestión del cambio en la construcción de procesos BIM desde una perspectiva de la inteligencia de negocios*. Presentado en Santiago, Chile.

Loyola, M., et al. (2021). *¿Cómo se enseña BIM en Chile?: Experiencias de universidades chilenas introduciendo BIM en carreras de pregrado de Arquitectura, Ingeniería y Construcción*. BIM Forum Chile, Grupo Técnico de Trabajo en Educación. Disponible en: www.bimforum.cl/educacion

Loyola, M. (2019). *Encuesta Nacional BIM 2019: Informe de Resultados*. Santiago: Universidad de Chile. Disponible en: www.bim.uchilefau.cl

Loyola, M. (2022). *Encuesta Nacional BIM 2022: Informe de Resultados*. Santiago: Universidad de Chile. Disponible en: www.bim.uchilefau.cl

Messner, J., et al. (2010). *Educating the Master Building Team: Leveraging BIM to Enable the Development of Collaborative Knowledge [Artículo]*. The Pennsylvania State University.

Minvu. (2018, 31 de Enero). *Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas de Chile. Tomo IV: Materiales y Residuos*. MINVU. Disponible en: <https://biblioteca.digital.gob.cl/handle/123456789/3474>

Ogueta, C. S. (2017, Noviembre). *La enseñanza de BIM en Chile, el desafío de un cambio de enfoque centrado en la metodología por sobre la tecnología*. Blucher Design Proceedings. Disponible en: <https://doi.org/10.5151/sigradi2017-068>

Planbim (2017, 8 de Febrero). *Seminario BIM Estrategia Pública 2020, Carolina Soto Ogueta Directora Plan BIM Corfo* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=urMdkTe94SE>

Planbim (2019). *Estándar BIM para proyectos públicos*. Disponible en: <https://planbim.cl/estandar-bim-para-proyectos-publicos-intercambio-de-informacion-en-solicitante-y-proveedores-sebastian-manriquez/>

Planbim (2021). *Guía de entidades IFC arquitectura*. Disponible en: <https://planbim.cl/download/guia-ifc-modelo-bim-de-arquitectura/>

Planbim (s.f.). <https://planbim.cl/>

Planbim (s.f.). *Objetivos y metas*. Disponible en: <https://planbim.cl/que-es-planbim/objetivos-y-metas/>

Pring, A. (2018, 14 de Octubre). *Faster BIM adoption among smaller architect practices*. BIM+. Disponible en: <https://www.bimplus.co.uk/architects-lead-way-bim-adoption/>

Sanchez, R. (2022). *Consejo de productividad CCbC: Adopción de BIM como respuesta a los desafíos de productividad*. Presentado en Santiago, Chile.

Stanton, J. (2022, 3 de Agosto). *What data do homeowners need from BIM? BIM+*. Disponible en: <https://www.bimplus.co.uk/what-data-do-homeowners-need-from-bim/>

Terán, M. et al. (2018). *Estudio de costos relacionados con la implementación de metodologías BIM*. Departamento de Arquitectura. Universidad de Chile. Santiago.

United-BIM. (2022,19 de Julio). *BIM Maturity Levels Explained- Level 0 | 1 | 2 | 3*. Disponible en: <https://www.united-bim.com/bim-maturity-levels-explained-level-0-1-2-3/>

Zigurat Global Institute of Technology. (2021, 27 diciembre). *Claves del Plan de Ejecución BIM (PEB) o BIM Execution Plan (BEP)*. Engineers & Architects. Disponible en: <https://www.e-zigurat.com/blog/es/claves-plan-de-ejecucion-bim-peb-bim-execution-plan-bep/>

ESTÁNDAR BIM PARA PROYECTOS PÚBLICOS

COMPONENTES DE LA SOLICITUD DE INFORMACIÓN Y DEL PLAN DE EJECUCIÓN BIM

5.3 Modelos BIM

“Un modelo 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”²⁸. En el marco del presente estándar, se entenderá que un modelo BIM puede generarse y/o gestionarse durante cualquier etapa de ciclo de vida.

5.3.1 Tipos de modelos

Existen diferentes tipos de modelos BIM, que pueden ser generados por distintos actores durante el ciclo de vida del proyecto.

Tabla 02. Tipos de modelos BIM

En la siguiente tabla se muestran nueve tipos de modelos BIM que se pueden generar para proyectos de edificación o infraestructura, según corresponda:

Modelo BIM	Edificación	Infraestructura
Sitio		
Volumétrico		
Arquitectura o Diseño de Infraestructura		
Estructura		
Mecánico Eléctrico Sanitario (MEP por sus siglas en inglés)		
Coordinación (**)		
Construcción (***)		
As-Built		
Operación		

(**): El modelo de coordinación debe ser realizado a través de la consolidación de, al menos, los modelos de arquitectura o diseño de infraestructura, estructura y MEP. Esta consolidación debe realizarse por medio de modelos federados o integrados según lo indicado en el punto 5.8.2

(***): El modelo de construcción podrá considerar la utilización de otros de los nueve tipos de modelos. Esta consolidación debe realizarse por medio de modelos federados o integrados según lo indicado en el punto 5.8.2

Elaborada por Planbim

28 Bilal Succar. BIM Dictionary, <https://bimdictionary.com/es/bimmodel/1/>

5.3.2 Entidades de modelos 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 3D”²⁹.

Tabla 03. Entidades mínimas para cada tipo de modelo BIM

En la siguiente tabla se indican algunas de las entidades mínimas requeridas en cada tipo de modelo de información. La descripción de IFC de cada entidad se puede encontrar en la norma ISO 16739-1:2018 y en el documento Matriz de Información de Entidades, disponible en repositorio digital de Planbim³⁰.

Modelos BIM	Entidades		Ejes (IfcGrid)	Terreno (IfcSite)	Elementos Civiles (IfcCivilElement)	Elementos Geográficos (IfcGeographicElement)	Fundaciones (IfcFooting)	Zonas / Espacios (IfcSpace-IfcZone)	Columnas (IfcColumn)	Vigas (IfcBeam)
Sitio			●	●	★	★	★	●	★	★
Volumétrico			●	●	★	★		●		
Arquitectura o Diseño de Infraestructura			●	●	●	●	●	●	●	●
Estructura			●	●	●		●		●	●
MEP			●	●				●		
Coordinación (**)			●	●	●	●	●	●	●	●
Construcción (***)			●	●	●	●	●	●	●	●
As-Built			●	●	●	●	●	●	●	●
Operación			★	●	●	●		●	●	●

● : Elemento requerido, según el tipo de modelo. ★ : Elemento sugerido, según el tipo de modelo.
 (**): El modelo de coordinación debe ser realizado a través de la consolidación de al menos los modelos de arquitectura o diseño de infraestructura, estructura y MEP. Esta consolidación debe realizarse por medio de modelos federados o integrados según lo indicado en el punto 5.8.2.
 (***) : El modelo de construcción podrá considerar la utilización de otros de los nueve tipos de modelos. Esta consolidación debe realizarse por medio de modelos federados o integrados según lo indicado en el punto 5.8.2.

Losas / Radler (IfcSlab)	Muros (IfcWall)	Muros Cortina (IfcCurtainWall)	Ventanas (IfcWindow)	Puertas (IfcDoor)	Cubiertas / Techumbre (IfcRoof)	Cielos Falsos / Acabados (IfcCovering)	Sistemas de Circulación / Escaleras / Rampas (IfcTransportElement-IfcStair-IfcRamp)	Equipos e Instalaciones (IfcSanitaryTerminal-IfcMedicalDevice-IfcLamp)	Muebles (IfcFurniture-IfcSystemFurnitureElement)	Estructuras Especiales (IfcElementAssembly)	Equipamiento y Tableros MEP (IfcEnergyConversionDevice-IfcDistributionControlElement)	Distribución y Tuberías MEP (IfcDistributionFlowElement)
★	★	★			★							
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	★			●		●			●		
●	●	●	●	●	●	●	●	●	★	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

29 Bilal Succar. BIM Dictionary. <https://bimdictionary.com/es/model-component/1/>
 30 <https://planbim.cl/biblioteca/documentos/>

Elaborada por Planbim, basada en la Matriz de elementos/objetos del US Veterans Affairs y en la norma ISO 16739-1:2018

ESTÁNDAR BIM PARA PROYECTOS PÚBLICOS

5.7.2.1 Niveles de Información por Tipos de Información

Dado que algunos Tipos de Información pueden ser requeridos en distintos Niveles de Información dependiendo de los objetivos del proyecto o el Estado de Avance de la Información de éste, en la siguiente tabla se especifican los distintos Niveles de Información que puede alcanzar cada uno de los Tipos de Información.

Para más información acerca de cuáles parámetros se deben indicar para cada TDI en los distintos NDI, ver documento Matriz de Información de Entidades, disponible en repositorio digital de Planbim³⁷.

Tabla 09. Niveles de Información por Tipos de Información

Tipos de Información	Niveles de Información						
	TDI_A	TDI_B	TDI_C	TDI_D	TDI_E	TDI-F	TDI-G
NDI-1	●	●	●	N/A	N/A	●	●
NDI-2	●	●	●	●	N/A	●	●
NDI-3	●	●	●	●	●	●	●
NDI-4	●	●	●	●	●	●	●
NDI-5	●	*	●	●	●	●	●
NDI-6	*	*	●	●	●	●	●

37 <https://planbim.cl/biblioteca/documentos/>

COMPONENTES DE LA SOLICITUD DE INFORMACIÓN Y DEL PLAN DE EJECUCIÓN BIM

● : Es posible generar información del NDI indicado.
N/A : No Aplica generar información del NDI indicado.
* : Se mantiene la información del NDI anterior.

TDI_H	TDI_I	TDI_J	TDI_K	TDI_L	TDI_M	TDI_N	TDI_O
●	●	●	●	●	N/A	●	N/A
●	*	●	●	●	N/A	●	N/A
●	*	●	●	●	●	●	N/A
●	*	●	*	●	●	●	N/A
●	*	●	*	●	●	●	●
●	*	●	*	*	*	●	●

Elaborada por Planbim, basada en G202-2013 - Project Building Information Modeling Protocol Form de AIA, en el Level of Development Specification de BIMForum USA, y la Matriz de Elementos/Objetos del US Veterans Affairs

ESTÁNDAR BIM PARA PROYECTOS PÚBLICOS

Tabla 10. Niveles de Información por Estados de Avance de la Información de los Modelos

En la siguiente tabla se muestran los Niveles de Información mínimos que pueden tener las Entidades BIM para cada Estado de Avance de la Información de los Modelos.

EAIM	Entidades de Modelos	Ejes (IfcGrid)	Terreno (IfcSite)	Elementos Civiles (IfcCivilElement)	Elementos Geográficos (IfcGeographicElement)	Fundaciones (IfcFootings)	Zonas/Espacios (IfcSpace-IfcZone)	Columnas (IfcColumn)	Vigas (IfcBeam)	Losas/Radier (IfcSlab)
Información de Planificación	DC Diseño Conceptual	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1
	Información de diseño	DA Diseño Anteproyecto	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1
		DB Diseño Básico	NDI-2	NDI-2	NDI-2	NDI-1	NDI-1	NDI-2	NDI-2	NDI-2
Información de construcción	DD Diseño de Detalle	NDI-3	NDI-2	NDI-3	NDI-2	NDI-2	NDI-3	NDI-3	NDI-3	NDI-3
	CC Coordinación de Construcción	NDI-3	NDI-3	NDI-4	NDI-3	NDI-3	NDI-4	NDI-3	NDI-3	NDI-4
	CM Construcción, Manufactura y Montaje	NDI-3	NDI-3	NDI-5	NDI-4	NDI-4	NDI-5	NDI-4	NDI-4	NDI-4
Información de operación	AB As-Built	NDI-3	NDI-3	NDI-5	NDI-4	NDI-4	NDI-5	NDI-4	NDI-4	NDI-5
	PM Puesta en Marcha	NDI-3	NDI-3	NDI-5	NDI-4	NDI-4	NDI-5	NDI-4	NDI-4	NDI-5
Información de operación	GM Gestión y Mantenimiento del Activo	NDI-3	NDI-3	NDI-6	NDI-4	NDI-4	NDI-6	NDI-4	NDI-4	NDI-5

COMPONENTES DE LA SOLICITUD DE INFORMACIÓN Y DEL PLAN DE EJECUCIÓN BIM

Muros (IfcWall)	Muros Cortina (IfcCurtainWall)	Ventanas (IfcWindow)	Puertas (IfcDoor)	Cubiertas/Techumbres (IfcRoof)	Cielos Falsos/Acabados (IfcCovering)	Sistemas de Circulación/Escaleras/Rampas (IfcTransportElement-IfcStair-IfcRamp)	Equipos e Instalaciones (IfcSanitaryTerminal-IfcMedicalDevice-IfcLamp)	Muebles (IfcFurniture-IfcSystemFurnitureElement)	Estructuras Especiales (IfcElementAssembly)	Equipamiento y Tableros MEP (IfcEnergyConversionDevice-IfcDistributionControlElement)	Distribución y Tuberías MEP (IfcDistributionFlowElement)
NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1
NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1	NDI-1
NDI-2	NDI-2	NDI-2	NDI-2	NDI-2	NDI-2	NDI-2	NDI-2	NDI-1	NDI-1	NDI-2	NDI-2
NDI-3	NDI-3	NDI-3	NDI-3	NDI-3	NDI-3	NDI-3	NDI-3	NDI-2	NDI-2	NDI-3	NDI-3
NDI-3	NDI-3	NDI-4	NDI-4	NDI-3	NDI-4	NDI-3	NDI-4	NDI-3	NDI-3	NDI-4	NDI-4
NDI-4	NDI-4	NDI-4	NDI-4	NDI-4	NDI-4	NDI-4	NDI-5	NDI-4	NDI-4	NDI-5	NDI-5
NDI-4	NDI-5	NDI-5	NDI-5	NDI-4	NDI-5	NDI-4	NDI-5	NDI-5	NDI-5	NDI-5	NDI-5
NDI-4	NDI-5	NDI-5	NDI-5	NDI-4	NDI-5	NDI-4	NDI-6	NDI-5	NDI-5	NDI-6	NDI-6
NDI-4	NDI-6	NDI-6	NDI-6	NDI-4	NDI-5	NDI-4	NDI-6	NDI-5	NDI-5	NDI-6	NDI-6

Elaborada por Planbim, basada en G202-2013 - Project Building Information Modeling Protocol Form de AIA y en el Level of Development Specification de BIMForum USA

ESTÁNDAR BIM PARA PROYECTOS PÚBLICOS

7. Matriz de Roles BIM

En la siguiente tabla se detallan las capacidades específicas de cada uno de los roles.

Tabla Roles 02. Matriz de Roles BIM

						
		Dirección en BIM	Revisión en BIM	Modelación en BIM	Coordinación en BIM	Gestión en BIM
Temáticas	Capacidades BIM					
A Pilares fundamentales del Mandato Nacional BIM al 2020 en el contexto internacional.	1 Las características y déficit del modelo productivo tradicional de la industria de la construcción actual a nivel nacional e internacional versus el modelo productivo BIM.	Comprender / Comunicar	Comprender	Comprender	Comprender	Comprender / Comunicar
	2 Los pilares fundamentales de la metodología BIM relacionados con: estrategia, procesos y estándares, tecnologías y capital humano.	Comprender / Comunicar	Comprender	Comprender	Comprender	Comprender / Comunicar
	3 Las oportunidades en productividad, competitividad, sustentabilidad e innovación que conlleva la implementación de la metodología BIM.	Comprender / Comunicar / Fomentar	Comprender	Comprender	Comprender	Comprender / Comunicar / Fomentar
B Metodología BIM centrada en el trabajo colaborativo a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto.	4 BIM como una metodología de trabajo colaborativo a lo largo de todo el ciclo de vida, considerando desde un inicio los requerimientos de operación y mantenimiento de un proyecto.	Comprender / Comunicar / Fomentar	Comprender	Comprender	Comprender	Comprender / Comunicar / Fomentar
	5 Los beneficios que brinda BIM en términos de ahorro de costos, tiempo y mayor productividad, considerando las limitantes y riesgos que implica su implementación.	Comprender / Planificar / Comunicar	Comprender	Comprender	Comprender	Comprender / Planificar / Comunicar
	6 Los desafíos y cambios que implica Implementar una cultura de BIM y las responsabilidades para cada sector: público, privado y academia.	Planificar / Comunicar / Fomentar	No aplica	No aplica	No aplica	Comprender / Comunicar
C Estrategias de implementación de BIM y la gestión del cambio organizacional.	7 Los desafíos y cambios que implica Implementar BIM en una organización (trabajo colaborativo, flujo de información, etc.).	Comprender / Planificar / Comunicar	No aplica	No aplica	Comprender	Comprender
	8 Los Roles BIM y su caracterización de capacidades y responsabilidades, que deben ser integradas al capital humano de una organización.	Comprender	Comprender	Comprender	Comprender	Planificar / Implementar
	9 Los requerimientos en cuanto a: rediseño de metodologías, procesos y estándares, habilitación de tecnologías e interoperabilidad y capacitaciones, entre otros.	Validar / Planificar	No aplica	No aplica	No aplica	Planificar / Implementar
	10 Las repercusiones legales y comerciales para la organización.	Validar / Comunicar / Fomentar	No aplica	No aplica	No aplica	Comprender
	11 Los desafíos para la adopción de BIM en una organización, tales como, crear condiciones para el éxito, mostrar logros a corto y mediano plazo, definir línea base y KPIs, entre otros.	Validar / Comunicar / Fomentar	No aplica	No aplica	No aplica	Planificar / Implementar
12 El cambio organizacional para la implementación de BIM, de acuerdo al nivel de madurez y rol de la organización dentro de la cadena de producción.	Validar / Comunicar / Fomentar	No aplica	No aplica	Comprender	Planificar / Implementar	

ESTÁNDAR BIM PARA PROYECTOS PÚBLICOS

Temáticas	Capacidades BIM					
		Dirección en BIM	Revisión en BIM	Modelación en BIM	Coordinación en BIM	Gestión en BIM
D Estrategia de comunicación de acuerdo a la Solicitud de Información BIM (SDI BIM) y el Plan de Ejecución BIM (PEB), para coordinar el trabajo colaborativo.	13 Un sistema de trabajo colaborativo entre los actores de un proyecto, en base a protocolos de comunicación y seguridad, consulta, control, revisión, validación y retroalimentación de la información.	Validar / Comunicar / Fomentar	Aplicar / Validar	Aplicar	Aplicar / Validar	Planificar / Implementar
	14 El flujo de información definido por medio de la Solicitud de Información BIM (SDI BIM) y el Plan de Ejecución BIM (PEB).	Comprender	Validar	Aplicar	Aplicar	Desarrollar / Implementar
E Marco normativo y estándares para el trabajo colaborativo y coordinado.	15 El marco normativo para el desarrollo de proyectos en BIM.	Comprender	Aplicar / Validar	Aplicar	Aplicar / Validar	Validar
	16 El marco contractual entre los agentes participantes en el proyecto desarrollado en BIM, en relación a la fase del ciclo de vida.	Comprender	Aplicar	No aplica	Comprender	Comprender / Aplicar
	17 Los estándares e instrumentos preestablecidos para la industria o desarrollados de forma interna, para el trabajo colaborativo y multidisciplinar.	Comprender	Aplicar	Aplicar	Aplicar	Desarrollar / Implementar
F Visualización y revisión de la información estructurada y actualizada de un proyecto, según el flujo de trabajo y entregables.	18 La representación de la información geométrica de un proyecto en BIM mediante: planimetrías, visualizaciones 3D, renders, animaciones, etc.	No aplica	Utilizar / Validar	Desarrollar	Desarrollar	Validar
	19 La representación de la información no geométrica de un proyecto en BIM mediante: reportes, planillas, tablas, etiquetas, cuadros de datos, etc.	No aplica	Utilizar / Validar	Desarrollar	Desarrollar	Validar
	20 Los diferentes formatos e interfaces de visualización de la información de un proyecto por medio de dispositivos móviles.	Utilizar	Utilizar	Utilizar	Utilizar	Planificar / Implementar
	21 La exportación e importación de plantillas y datos de proyectos en distintos formatos como: Excel, DWG, DWF, etc	No aplica	Comprender	Desarrollar	Utilizar / Desarrollar	Planificar / Implementar
G Diseño y desarrollo de un proyecto de edificación o infraestructura en base a modelos digitales y paramétricos.	22 La información geométrica de un modelo BIM, según Tipo de Información (TDI), Nivel de Información (NDI) y Entregables BIM que se requieran en cada etapa y según cada especialidad (topografía, arquitectura, MEP, estructura, etc.)	No aplica	Utilizar / Validar	Desarrollar	Desarrollar	Planificar / Validar
	23 La información no geométrica de un modelo BIM, según Tipo de Información (TDI), Nivel de Información (NDI) y Entregables BIM que se requieran en cada etapa y según cada especialidad (topografía, arquitectura, MEP, estructura, etc.)	No aplica	Utilizar / Validar	Desarrollar	Desarrollar	Planificar / Validar
	24 Las entidades pre-configuradas BIM que facilitan la estandarización e interoperabilidad de los proyectos.	No aplica	Comprender	Desarrollar / Aplicar	Desarrollar / Aplicar	Validar

ESTÁNDAR BIM PARA PROYECTOS PÚBLICOS

Temáticas	Capacidades BIM	    				
		Dirección en BIM	Revisión en BIM	Modelación en BIM	Coordinación en BIM	Gestión en BIM
H Programación y personalización de las interfaces.	25 La personalización de la interfaz del software BIM, por medio de configuraciones predeterminadas y plantillas.	No aplica	Utilizar	Utilizar	Utilizar / Planificar	Planificar / Desarrollar / Implementar
	26 La automatización de tareas y funciones en los software BIM utilizados.	No aplica	Utilizar	Utilizar	Utilizar / Planificar	Planificar / Desarrollar / Implementar
I Importación y exportación de modelos de proyectos con datos paramétricos por medio de protocolos de interoperabilidad.	27 La exportación e importación de información entre sistemas BIM interoperables por medio de formato: IFC, LandXML, GIS, BCF, COBie, SQL, etc.	No aplica	Utilizar	Desarrollar	Utilizar / Desarrollar	Planificar / Implementar
	28 Los sistemas/plataformas de gestión de la comunicación e intercambio de información (Entorno de Datos Compartidos o CDE por sus siglas en inglés).	Comprender	Utilizar	Utilizar	Utilizar	Planificar / Desarrollar / Implementar
J Coordinación e integración de información de diferentes especialidades de un proyecto, para prevenir conflictos e interferencias.	29 La coordinación de los diferentes modelos BIM de un proyecto para evitar y/o detectar posibles incidencias, colisiones o conflictos.	No aplica	Validar	No aplica	Desarrollar	Planificar / Validar
	30 Los informes sobre coordinación, interferencias y colisiones detectadas y/o posibles soluciones.	No aplica	Validar / Desarrollar	No aplica	Desarrollar	Planificar / Validar
K Planificación de la construcción de acuerdo a costos, plazos y programación de la obra.	31 La información del modelo ordenada de acuerdo a etapas (actividades predecesoras y sucesoras) que permitan la coordinación según partidas de obra y procesos productivos durante la construcción.	No aplica	No aplica	Desarrollar	Desarrollar	Planificar / Validar
	32 La estimación de los tiempos de un proyecto utilizando herramientas BIM de planificación, organización, programación y control de obras para la construcción.	Comunicar / Fomentar	Aplicar / Validar	Comprender	Utilizar / Desarrollar	Planificar / Validar
	33 La estimación de los costos de un proyecto utilizando herramientas BIM para incrementar la precisión presupuestaria por medio de: cuadro de precios, evaluación de costos, verificación de contratos, mediciones y cubicaciones para la construcción.	Comunicar / Fomentar	Aplicar / Validar	Comprender	Utilizar / Desarrollar	Planificar / Validar
L Optimización y simulación anticipada de la operación y mantenimiento de un proyecto durante su vida útil.	34 El análisis sustentable y rendimiento energético para la optimización del proyecto por medio de herramientas BIM.	Comunicar / Fomentar	Validar	Utilizar	Utilizar / Desarrollar	Planificar / Validar

ESTÁNDAR BIM PARA PROYECTOS PÚBLICOS

Temáticas	Capacidades BIM					
		Dirección en BIM	Revisión en BIM	Modelación en BIM	Coordinación en BIM	Gestión en BIM
M Operación y mantenimiento de un activo de infraestructura o edificación hasta su desmantelamiento.	35 La información necesaria para monitorear el comportamiento y mantenimiento de un activo.	No aplica	Validar	Desarrollar	Utilizar / Desarrollar	Planificar / Validar
	36 La información as-built necesaria para la gestión, mantenimiento y explotación de un activo.	No aplica	Validar	Desarrollar	Planificar	Planificar / Validar
	37 Los datos para calcular, seguir y reportar indicadores de uso, tiempo y costos para la operación del activo. (ej: rendimiento del diseño, ajuste a normativa y estándares, información de fabricantes y proveedores, costos de reemplazo, períodos de cambio y mantenciones, etc.).	No aplica	Validar	Desarrollar	Utilizar / Desarrollar	Planificar / Validar
	38 La actualización de entidades, datos y procesos en los modelos BIM, ej: piezas, equipamientos y sistemas, registrando su historial que permite trazabilidad.	No aplica	Validar	Desarrollar	Utilizar / Desarrollar	Planificar / Validar
	39 El seguimiento y monitoreo de datos de manera planificada y periódica para una adecuada operación y control logístico del activo.	Comunicar / Fomentar	Validar	Desarrollar	Utilizar / Desarrollar	Planificar / Implementar
	40 La información para la estrategia de consumo y ahorros durante el ciclo de vida, plan de mantenimiento técnico y optimización.	No aplica	Validar	Desarrollar	Utilizar / Desarrollar	Planificar / Validar
	41 La información para la planificación de desastres y preparación ante la posibilidad de evacuación u otras emergencias.	No aplica	Validar	Desarrollar	Utilizar / Desarrollar	Planificar / Validar
N Alcances de la Era de la Información y el valor de la actualización y formación continua.	42 La actualización permanente del capital humano de la organización respecto de avances tecnológicos en la industria.	Comunicar / Fomentar	Comprender	Comprender	Comprender	Planificar / Implementar

Elaborado por Planbim

30 de Noviembre, 2022

Encuesta Equipo FV Arquitectos

La siguiente encuesta fue realizada por la estudiante Francisca Marcus al equipo de arquitectura de FV Arquitectos, para conocer la experiencia que han tenido con la implementación de BIM. En total respondieron 5 personas.

1. ¿Cuál es su manejo respecto a BIM y respecto a los softwares?

R1. Avanzado

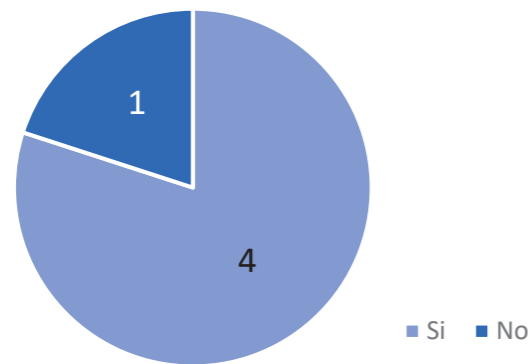
R2. Intermedio

R3. Manejo distintos softwares BIM

R4. Manejo nivel medio

R5. Aplicamos la metodología BIM en la oficina, en cuanto a Software soy usuaria habitual de Revit, mis conocimientos están acreditados por Autodesk en nivel avanzado, también manejo Archicad.

2. Se suele confundir la metodología con el uso del software ¿fue este su caso?



3. Respecto a la pregunta anterior ¿En qué momento lo entiende como metodología?

R1. cuando existe integración entre las distintas especialidades

R2. una vez comencé a trabajar, a través de retroalimentación con compañeros de trabajo, investigando y aprendiendo de la metodología y utilizando los distintos softwares

R3. Al momento de tener la necesidad de ordenar los procesos de modelación o diseño

R4. Cuando empecé a investigar el tema, sobre todo a través de los congresos de BIM Forum y el curso de Plan BIM.

4. ¿Cómo ha sido su experiencia con la implementación del PEB? ¿Qué dificultades presentó?

R1. buena, pero debe entenderse como una guía, la cual puede modificarse, y no como una regla

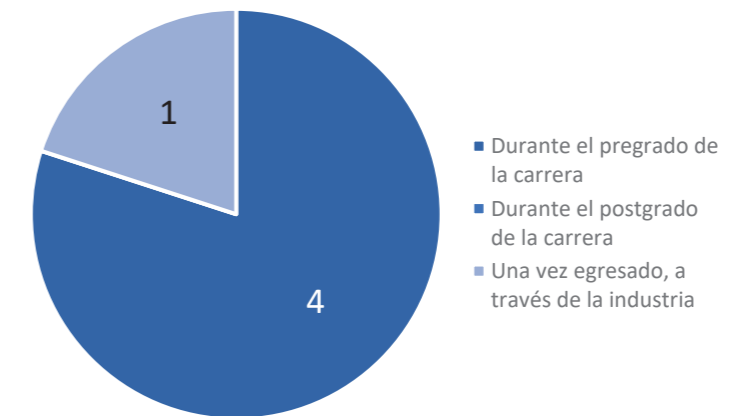
R2. buena experiencia, es un método mucho más ordenado de trabajo, hasta el momento no he tenido dificultades

R3. Para que el PEB funcione correctamente debe responder a las necesidades de la empresa y cliente final. Si no es así y si no se trabajan con especialistas que apoyen el desarrollo BIM considero que es un gasto de recursos y capital humano.

R4. Ha sido de "dulce y amargo " ya que me ha ayudado a ser metódica al momento de modelar a seguir un lineamiento con el que también podre comprender el proceso de otro compañero, pero también me ha llevado a momentos de incomprender ciertos procesos que no se puedes llevar a término implementando PEB; que quedan fuera del alcance de este o que simplemente en lo personal se me presentan como problemática que no encuentro dentro del PEB como solucionar.

R5. Fue desafiante definir las necesidades para la oficina en particular, pero una vez identificadas pudimos encontrar asesoría y crear un Plan de ejecución que se ajustara a la escala de nuestros proyectos y a la forma de trabajar en nuestra oficina. Es difícil cambiar la forma de hacer las cosas, sin embargo, acompañar el PEB de un archivo de inicio plantilla, ha sido beneficioso porque ha favorecido la aplicación del PEB y el trabajo en general de modelamiento y producción de documentos de la oficina.

5. ¿Cuándo considera que los arquitectos deberían adquirir conocimientos BIM?



6. ¿Por qué?

R1. Porque debe ser parte del aprendizaje, pero no en los primeros años ya que las herramientas digitales, en este caso Revit o similar, no permiten una fluidez del pensamiento creativo. Este desarrollo debe ser mano en lápiz y no con el mouse.

R2. porque es una buena forma de prepararse para el ambiente laboral e ir al día con las nuevas metodologías.

R3. Porque el BIM es para el desarrollo e implementación. Es esencial que primero el arquitecto necesite hacer buena arquitectura antes de ver cómo la presenta. Quizás en una etapa final de la etapa de carrera podría empezar a aprenderla. Esto es porque son demasiados los arquitectos egresados que tienen amplios conocimientos BIM y tecnologías, pero caen en el ensayo y error al no saber primero de arquitectura.

R4. Hoy en día es necesario como instituciones educacionales estar a la vanguardia de la tecnología. En mi caso la Universidad (U de las Américas) de la que egresé tiene una línea digital que me prepara para salir al ámbito laboral y es de mucha utilidad. Debería ser aún más profunda y ser exigencia hoy en día para lograr el título en el área.

R5. Si bien la experiencia es muy importante para aplicar la metodología con profundidad y eficacia, es sin duda mejor empezar a adquirir conocimientos teóricos y prácticos de la metodología en pregrado, para un desarrollo profesional más completo. La metodología BIM no es una alternativa, aunque así parezca hoy, es el estándar de la industria para el futuro próximo y es necesario que las universidades internalicen y respondan a esta realidad.

28 de Noviembre, 2022

Entrevista a Francisco Vivanco

La siguiente entrevista fue realizada por la estudiante Francisca Marcus al fundador de FV Arquitectos, el Sr. Francisco Vivanco, el objetivo de esta es documentar la experiencia de la implementación BIM en la oficina.

1. ¿En qué año empezó a ejercer como arquitecto?

FV: 1983, como arquitecto, yo trabajé de antes, trabajé desde que estaba en la universidad, yo trabajé desde, desde primer año, osea cuando tenía 18 años, entré a los 17 en la universidad y empecé a trabajar en el verano, hice el primer año de la universidad y ya partí trabajando. En una oficina de arquitectura, aprendí a dibujar, cómo se hacían los planos, lo que importaba y lo que no importaba, al tiro, además yo me dedicaba a hacer perspectivas porque yo dibujo bien a mano, entonces me pagaban por hacer perspectivas. Y eso fue el año 76 o 77, ahí yo trabajé.

2. ¿Cómo se vio influenciado el proceso de diseño con la incorporación de tecnologías?

FV: el proceso de diseño se vio influenciado básicamente por la posibilidad de hacer formas más complejas y distintas que se pueden predecir o prever o proyectar con métodos más complejos. Un ejemplo de eso es el Guggenheim de Bilbao o lo que hace esa Zaha Hadid, sin los programas de computación actuales esos proyectos no los podría hacer nadie, si bien se puede trabajar curvatura, no puedes producir a ese nivel donde cada elemento es distinto, eso por un lado.

El segundo punto es que las formas, quiero decir, el medio, esto es así, mira, el medio incide en la forma. ¿Me explico? si yo voy a hacer un cuadro y tengo un pincel gordo la forma de ese cuadro va a ser distinto a que si tengo un tiralíneas delgadito o si tengo un lápiz BIC o tengo los puros dedos. Entonces, la forma que adquiere una expresión cambia por el medio y el medio, que es capaz de expresar la arquitectura cambia, es capaz de segmentar de forma infinita las superficies. Por lo tanto, te permite controlarlo mucho mejor, para que después se pueda expresar y producir. Los planos no son un fin en sí mismo, los planos son los documentos que te permiten entender y construir un proyecto. Entonces el medio si te determina la forma, va dejando huellas. Ese es un punto el otro punto es, que, de alguna manera, es mayor la cantidad de personas que de alguna manera logran entender antes la forma de un proyecto por los procesos de dibujo, lo hacen más accesible, hay gente que no ve las 3 dimensiones, hay un porcentaje de la población que lo puede ver, otros que lo podrán aprender y hay otros que no lo harán jamás en la vida aunque estudien arquitectura. Y ese talento lo tienen algunos, es como ser bueno para cantar digamos, pero esto te permite que todos accedan a la expresión tridimensional.

Lo otro que permite la tecnología es que aumenta muchísimo la velocidad de diseño, permite incorporar una mayor cantidad de cambios, permite al cliente entender mejor, no al cliente, el que te manda a hacer la cosa ¿qué es lo que hay que expresar? Y también te permite prever mucho, con mucho mayor detalle y completitud todo lo que constituye una obra. Y el otro punto es que sí debiera terminar incidiendo en la producción de la arquitectura para construir propiamente tal y encontrar nuevos materiales, y eso se basa en la tecnología, la tecnología

desarrolló nuevos materiales, pero también hay que diseñar esos nuevos materiales, la tecnología no permite solo diseñarlos, sino que además, construirlos, fabricarlos.

3. ¿Por qué decidió implementar BIM en la oficina?

FV: Porque la tecnología hay que implementarla lo más tempranamente posible, te mejora todo, te mejora la entrega, la calidad de lo que uno hace, la comprensión del entorno te permite competir con otras personas de forma más apropiada.

Entrevistadora: ¿En qué año realizó la implementación?

FV: El BIM yo creo que partimos por ahí por el 2010, pero antes nosotros habíamos partido con el AutoCAD, partí en el año 91 que aprendí yo y en ese tiempo el AutoCAD era muy básico, pero yo aprendí AutoCAD antes de implementarlo en la oficina y de ahí lo puse en la oficina. Y de a poco el AutoCAD empezó a sacar instrumentos o herramientas tridimensionales, las tratamos de usar y servían para elevar un poco los edificios y hacerlos tridimensionales.

Y a mediados como del 2005, por ahí 2007 yo compré los programas de Archicad que es un programa tridimensional pero que no es de Windows, el problema que tenía ese programa es que es muy fácil, muy intuitivo y nos permitió expresar lo que yo hacía en croquis, dejé de hacer yo y lo empezó a hacer el programa, podíamos entregar más información en 3D que era bastante buena, pero no era compatible con los demás sistemas, entonces en lo general no lo tenían los calculistas y era más difícil de armar, por lo tanto me fui al Revit en realidad, más que al BIM y desarrollamos el Revit en la oficina. Creo que éramos los únicos que estábamos en Viña con Revit durante varios años y paulatinamente empezó a haber esta introducción del BIM a nivel como más común, bueno todavía no es muy común. Pero el BIM no lo hacemos nosotros, normalmente las empresas subcontratan BIM, para poder encontrar la desconexión.

4. ¿Qué dificultades presentaron?

FV: Depende de la plataforma son las dificultades que tu tienes, Archicad una de las mayores dificultades, bueno, en todas el primer problema que tu tienes es la capacitación, osea la gente no sabe usar el programa. Segundo son los Hardware, que tienes que cambiarlos, tienes que tener computadores más potentes, pero al hacer los computadores más potentes te das cuenta de que la red tiene que ser más potente, tuvimos que cambiar los cables, usar unos cables más poderosos. El siguiente problema es la compatibilidad de los programas, entonces en el caso de Archicad era complicado, el caso de Revit fue menos complicado, pero, aun así, hasta el día de hoy hay proyectistas que no usan programas tridimensionales, entonces había que estarles traduciendo sus planos a 3D o digitalizarlos o entregar la información en 2D a pesar de estar elaborada en 3D. Entonces gran parte de la potencialidad de las plataformas se pierden porque la gente no se actualiza.

Hay un problema indirecto raro y es que cada vez que se dibuja en el computador parece que fuera más fácil, parece y los clientes creen que es mucho más fácil y creen que la velocidad de respuesta es como apretar una tecla y se malentiende que los diseños los hace un computador y no, simplemente es un papel y un lápiz que tiene una materialidad distinta, igualmente tienes que pensarlo, desarrollarlo, encajarlo y todo un cuento. Entonces creen que la velocidad de

respuesta es “mándamelo mañana” y no es así, hay que hacerlo y compatibilizarlo. Esa es una dificultad, creen que es más fácil y los cambios son múltiples, pero creer que es apretar una tecla y no es así, aunque el cambio sea menor, incide en distintas partes.

Al mantenerlo en 3D en el último tiempo, nos ha ayudado a nosotros a ser más rápidos en los cambios, pero aún así la conexión con los especialistas y básicamente con cálculo no es tan fluida. Y el otro problema curioso que ha pasado es que los planos tenían un valor de documento único, hoy día los planos como se imprimen no tienen valor, es un papel con un impreso, es como la hoja de un diario, antes un plano, yo tengo guardado planos originales a mano, eran a mano, entonces eran muchas horas de trabajo y había que saber dibujar a mano. Entonces de alguna manera el documento ha perdido valor.

La otra dificultad es que efectivamente el Revit y el sistema BIM tiene una potencia enorme, pero lo usamos tan poco, porque las distintas instancias que son proyectista y constructores, incluso inmobiliaria, no están todos con la misma tecnología, entonces si yo le mando un plano a una constructora, la constructora son lentos, de hecho los que se anticipan en los cambios de este tipo de cosas son los arquitectos, no los ingenieros, porque ellos manejan la computación, pero en un plano distinto, un plano como de coordenadas numéricas, de cálculo y los constructores, claro, la tecnología para hacer planillas de cálculo, pero no para la lectura de los planos, ni siquiera para la cubicación. Entonces las cosas que queremos mezclar en la oficina es que nosotros tengamos los materiales, incorporamos los planos y que la cubicación sea un proceso muy automático. Pero hay una disociación ahí, entre la distinta gente y no te cuento las inmobiliarias, ahora la que tenemos aquí en la oficina es distinta porque estamos tratando que sea más perfecta que otra digamos, pero en general son más lentas.

Otro punto son las municipalidades, son aún peores, incluso han incorporado ahora sistemas de revisiones y controles digitales, pero ellos mismos no los cumplen, llega al absurdo que tienen un proceso digital de revisión y dicen “mándame los planos igual”, entonces tu puedes tener un sistema de digitalización muy eficiente, le mandas todo por internet y te piden los planos. Y lo que es peor, la velocidad de respuesta que debiera ser instantánea, debido a que es una cosa virtual, igual termina pasando por el timbre de una señora que llegó tarde, que la directora de obra está tomando café, que al otro se le perdió el expediente, osea tampoco es consistente, entonces hay como mundos paralelos, es como el fisco, los que proyectan y otras cosas intermedias, entonces ahí hay una disociación tremenda.

A pesar de que el fisco se dice a si mismo que estamos implementando y vamos a ser... pero no va a ser la cuestión, como que no la hacen, porque no les duele el bolsillo, si ese es el punto, no se juegan ni la vida, ni la vocación, ni las lucas, nada, entonces no, es un mal, es como una enfermedad, entonces no se adaptan, eso es bien tremendo.

Entrevistadora: ¿entonces los problemas se centran más en la colaboración entre las partes que el software en si mismo?

FV: el software cuesta cacharlo, pero el software funciona, si el problema es que la gente no lo sabe usar y como tu no trabajas solo en este mundo, sino que es una sociedad, la sociedad no se adapta a la misma velocidad y de forma homogénea. Y en particular el tema de la parte pública anda a pie y el otro anda en auto, y a los constructores les falta bastante en tecnología. Ahora, hay un diagnostico que la digitalización en Chile a nivel de la construcción es del orden del 5%, osea si yo logro avanzar al doble llego a 10%, entonces hay un área enorme de trabajo

que es digitalizar todo, que aquí nosotros queremos hacerlo y además, como yo estoy metido en inmobiliaria y todo lo demás, quiero que tengamos, en la cadena de valor que uno crea, que es desde ver un terreno hasta producir un departamento, digitalizar e integrar un sistema y ahí tiene mucho que ver el BIM, de manera que podamos alinear mucho más la información y la toma de decisiones, porque la gracia de los programas no es que sea rápido, la gracia es la toma de decisiones, tu tienes que entender que cuando haces un proyecto, lo que haces es tomar decisiones y transformar tus decisiones en ideas y esas ideas se plasman en un documento, para que sea legible a terceros y esos documentos se llaman planos. Entonces lo que es importante es como tu haces que el equipo que trabaja piensa con un mismo objetivo y le programa te lo debería facilitar, pero tienen que estar preparados para eso, 2+2 no da 4, da como 6.

5. ¿Cuándo toma la decisión de generar un Plan de Ejecución BIM (PEB)?

En principio teníamos un diagnóstico donde teníamos un montón de cuestiones que funcionaban mal, que la diseñábamos bien pero terminábamos mal, que repetíamos las cosas, que al final estamos haciendo todo pensándolo muy bien, pero el final nadie ponía el título del plano, tan absurdo como hacer los planos bien y mal puesto el título o los planos bien y escribían mal la escala, o faltaba información o sea te equivocabas en las cosas que no te debieras equivocar, o sea había un tema de control de calidad y el control de calidad parte por las cosas básicas, no por las cosas complejas, o sea el control de calidad no es tanto preocuparse de la composición de la taza de leche, sino que primero esté limpia la taza, básico, parte por ahí. Entonces yo empecé a ver que habían cursos y la Christa partió un curso de BIM y ahí al estar ella más capacitada tomamos este gallo para que nos hiciera una implementación del sistema, ahora si habían otras personas del equipo que sabían, por ejemplo Edgar tenía una preparación en BIM mayor que lo normal, había hecho un diplomado o master, no me acuerdo bien y eso también fue ayudando, porque sabía él mucho más que los demás, entonces eso a su vez te tira hacia arriba, o sea es fundamental tener personas capacitadas, el conocimiento es básico.

Fue sugerencia de ellos mismos la aplicación del estándar, ellos mismos lo fueron proponiendo.

6. ¿Qué herramientas usa para el desarrollo de proyectos? Por ejemplo, Tablet o software de visualización

FV: Yo los proyectos los hago en papel y uso un programa que se llama Trace, yo dibujo a mano y corrijo los planos a mano (enseña la aplicación), estos planos no los dibujé yo, eran para un estudio, lo traigo, lo dejo en PDF, cuando no tengo que proyectarlo, lo armo, lo meto, lo escalo y ahí armando, puedo apagar capas, entonces yo les mando estas cosas y también dibujo a mano. Prefiero el papel, puedo usar ambos (muestra dibujos en cuaderno). Este edificio es uno que ojalá se haga y después hago eso, pero ya no me gustó, lo voy cambiando, le eliminé ciertas cosas y hago las perspectivas interiores.

Entonces yo hago esto (dibujos en cuaderno), pero lo hago acá (apunta a Tablet) y en realidad esto es muy bueno, yo se los mando y como ya llevamos muchos años trabajando, con esto lo arman, me lo arman en 3D, normalmente yo pienso en plano y esto lo intento enseñar acá pero no lo aprenden, tienen que pensar en 3D, yo pienso en 3D, si yo no pienso en 2D, yo no pienso así, pienso como con lo que está arriba, lo que está atrás y lo que está al lado ¿qué es lo

que hacen los programas? hay que aprender a pensarlo, porque si no tu una vez que te dibujan, tu no eres capaz de ver lo que están dibujando, para eso tienes que hacer una operación mental. Para visualizar se usa el mismo el BIM que está en 3D u otros programas, el Lumion, hay uno que es muy rápido que levanta, le hacen 4 cosas y lo colorea y se usa y a la gente le gusta bastante, pero no tiene la calidad de un render, entonces ahí ya pasamos a render y este es un proceso mucho más lento en el que se definen los colores y lo hacemos bien, es como una foto de la realidad, pero ese ya es un proceso cuando el proyecto ya está terminado o está terminándose.

7. ¿Qué puede comentar respecto al costo de la implementación vs. el valor que genera?

FV: Es difícil, yo nunca he hecho un estudio para saber cuánto costó y cuánto rinde, pero si te puedo decir que hoy día tenemos una oficina que en total somos 8, excluyendo todo lo que es administrativo y somos capaces de producir una cantidad de metros cuadrados muy alto, antes yo producía la misma cantidad de metros cuadrados, pero éramos 20 o 30 personas y no es solamente con mejor calidad, entonces creo que el beneficio que te da es mejor calidad, mayor rapidez y mayor eficiencia, y eso a su vez tiene una gracia que permite mejorar los sueldos. Lo que estrictamente un arquitecto es uno de los gallos más mal pagados que hay en..., o sea ganan muy poca plata, en un principio no saben hacer nada y no sirven mucho y cuando el tipo sirva, es porque ya sabe hacer la cosas, pero si tú lo comparas, lo que sabe un arquitecto, con lo que sabe un ingeniero y lo escaso que es encontrar un arquitecto, lo que gana un arquitecto es muy poco. En plata, siempre te pagan menos que a un ingeniero civil

Entrevistadora: ¿entonces considera que los arquitectos tienen más conocimientos que un ingeniero civil?

FV: tienen conocimientos súper específicos y de repente escasos, el problema es que el honorario del arquitecto es bajo, entonces la pirámide baja. Ahora el ingeniero civil hay honorarios muy bajos, el calculista, y dentro de los ingenieros civiles, el más mal pagado es el calculista, siendo que normalmente es el más mateo, siendo que normalmente es el más mateo de los alumnos de ingeniería y los que ganan más son los que se manejan en cosas financieras o comerciales, es porque el área del diseño no se paga y que hay muchos, o sea ¿cuántos arquitectos salen de la escuela al año? ¿30? ¿40? ¿cuántos trabajan? ahora para efectos míos, el efecto de haber metido el Revit se pagó con creces, porque hicimos mejor las cosas en la oficina, tenemos mejor llegado con los clientes, tenemos una buena imagen, llevamos un cierto liderazgo y eso tiene un valor, permite una buena velocidad de respuesta, hemos implementado nueva tecnología y un programa que armamos con la CORFO que es un algoritmo matemático para estudio de cabida, que hace ponte tú, 100 alternativas en 1 segundo o 2 segundos, eso lo desarrollamos en la oficina, partió por la Christa, Edgar, algo yo y Tomás que es un hijo mío que es arquitecto que no está aquí, está en Barcelona. Se contrató gente de distintas partes, una persona de Estados Unidos y armaron un algoritmo, ahora hay que pasar a una segunda etapa, tú en un terreno plano le dices como quieres el departamento, cuáles son las condiciones de edificación y te hace muchísimas alternativas, más de las que puedes analizar.

Entrevistadora: ¿cómo el diseño paramétrico?

FV: Bueno usa elementos de diseño paramétrico, claro, lo que pasa es que el algoritmo es un diseño paramétrico, este gallo estudió de hecho, tiene un máster en diseño paramétrico, tiene un máster en otra cuestión más y es bastante volado eso y estamos apuntando a desarrollarlo en forma... por ejemplo en un mes tienes levantado todos los terrenos de Viña ponte tu, entonces tú te das cuenta que la tecnología lo que hace es permitirte muchas más posibilidades de análisis, tu problema es la decisión ¿qué saco con tener 1000 alternativas hechas en 5 minutos? ¿cómo analizo cuál es mejor? entonces llegas a que la tecnología requiere de más tecnología, necesitamos una plataforma que me permite analizar las alternativas, porque una persona no lo puede hacer ¿cómo lo evalúa? ¿con qué parámetro evalúa lo que fue diseñado por un sistema paramétrico?

Entonces la tecnología ha entregado un enorme beneficio, ilimitado, difícil de cuantificar y el costo es, bueno, los computadores, pero esto es prácticamente insignificante, si un computador vale 2 millones y medio, muy potente y un notebook, como los que usan acá vale 400 lucas, pero bueno es mucha plata, claro, es mucha plata para efectos de una persona, pero para efectos de una empresa que produce planos es mucho más caro el programa que te cobras todos los años, eso es caro, los programas, capacitar a la gente es caro, encontrar a las personas apropiadas es difícil, no es fácil, pero bueno, son procesos y punto, pero los costos y beneficios yo creo que están a la vista, osea, es más rápido, es más efectivo, detalla mejor las cosas, puedes dar mejor servicio, tienes más claridad sobre el proyecto e identificar los errores, las pifias o lo que sea.

Entrevistadora: ¿qué opina respecto a la afirmación realizada en documento de estudio de costos donde indica que los beneficios económicos son obtenidos en la etapa de construcción?

FV: No sé, yo nunca he hecho un estudio de esto y depende de cómo lo midieron, no sé, yo puedo decir que la distancia de aquí a Valparaíso es muy corta, me voy por el mar, es más rápido que una calle entonces depende de cómo lo midas. Yo creo que no, yo creo que los beneficios respecto a BIM son reales y objetivos, ahora si eso lo vinculas con un sistema de creación de valores, un sistema de 0 a 100 es aún mayor, porque vas agarrando ventaja en todos lados, yo no lo comparto, para nada, creo que están absolutamente equivocados.

El costo, te cuesta algo que antes era un tablero de dibujo, pero no están midiendo todos los beneficios y son muchos, osea yo de verdad no puedo creer que no se den cuenta, ahora, puede ser que muchas empresas compren las cosas y no las ocupan, nosotros hemos adquirido cuestionos y yo creo que las hemos ocupado en un 20 o 30%, pero seguro que una gran parte no la ocupa ni un 10%. Entonces el problema no está en que sea muy caro para lo que tu vas a hacer, es que partiste, pero no lo hiciste. Mira la gente dice que es bueno innovar, algunos innovan y otros dicen que quien innova se equivoca, esos son los conservadores y lo no conservadores, el problema real de la innovación no es tener la idea para innovar, es implementar la innovación y hacer el seguimiento, yo puedo decir "mira, vamos a cambiar la oficina y vamos a hacer todo digital" ya, pero no le enseñaste a nadie a usar los programas, entonces la innovación no sirve; ya, saben los programas, pero no tienen un internet apropiado, entonces tienes unos tremendos computadores y no puedes enviar la información porque no cabe por el cable; ya, suponte que además tuviste el internet apropiado, pero con quien te estás comunicando no sabe leer la información. Entonces te fijas que en general la

innovación en si no es la mala, es como tú la implementas, entonces yo creo que ese diagnóstico puede ser reflejo de eso, es una hipótesis, no te podría decir.

8. ¿Cuándo considera que los arquitectos deberían adquirir conocimientos BIM? ¿Durante el pregrado de la carrera, postgrado de la carrera o una vez egresado se debe adquirir a través de la industria?

FV: Desde pregrado de la carrera, es que es un proceso, osea tiene que estar tan internalizado que debe ser natural y si tú a un tipo le dices "mira ahora que terminaste cuarto año, ahora aprende..." no, es como aprender a dibujar, tú lo tienes que llevar adentro, entonces yo creo que todo el tema de utilizar los programas tridimensionales, ser habituado a la digitalización, creo que es un tema que va de la formación adentro, por eso es que se habla de los analfabetos digitales, yo soy un analfabeto digital, si yo nací en el mundo a mano digamos, entonces es difícil que yo pueda pensar a través de un computador. Tomás, mi hijo, desde muy chiquitito usó computador en la casa y yo creo que él piensa a través del computador, porque a los 10 años ya tenía un computador en la casa y hoy día hace cosas increíbles, es bien loco, este gallo es arquitecto, pero está en la estratósfera, entonces es otra manera, uno aprende por memoria y si a ti te lo meten desde la piel, tu neurología, tus sensaciones en las yemas del dedo, cuando apretas una tecla, la habilidad para mover el mouse, esa cosa de mover el mouse, yo no lo puedo hacer, se me cae, entonces es total, debería ser yo creo que desde siempre, es como un continuo, es como un lenguaje, no es el pensamiento, pero si es un medio para poder expresar ideas, hay que manejar bien el medio, yo puedo tener muy buenas ideas, pero no sé escribir, entonces ¿cómo la expreso? entonces yo creo que debe estar desde un principio.

Entrevistadora: ¿no considera que podría limitar el pensamiento de un arquitecto?

FV: es que enseñe a pensar, porque si no le vas a enseñar a pensar, claro, no es que te lo vaya a limitar, sino que el tipo no va a pensar, entonces una cosa es enseñarle a pensar y otra enseñarle el lenguaje, pero el lenguaje si te hace pensar, por eso te dicen lea, lea, lea, otros dicen "yo no leo, me da sueño" pero lea, si usted lee, su cabeza va a conectar y va a ver cosas que no están y va a relacionar cosas que son disímiles. Entonces así como yo leo libros y puedo leer en inglés y puedo leer en alemán, el alemán tiene una estructura interna distinta al inglés, distinta al español y hace que tu manera de pensar sea distinta, por eso se dice que los alemanes son buenos filósofos, pero los españoles son buenos escritores de novelas, si el Quijote tiene no sé cuántos millones de palabras y los alemanes juntan palabras e inventan nuevos significados. Entonces cuando yo dibujo en un computador, yo sé usar un instrumento y el instrumento va hacer que mi cabeza piense, pero no basta eso, tengo que tener otros métodos de pensamiento, entonces la pregunta es ¿le enseñan a pensar en la universidad? El proceso de hacer análisis, diagnósticos, tengo mis dudas.

Entonces es un lenguaje, pero que requiere ir acompañado de un pensamiento, por ejemplo cuando yo estudié en la Católica de Valparaíso me enseñaron a pensar, a mí no me enseñaron construcción, el problema es que es tan suelto, yo estudié en una época que la universidad era una ralladura increíble, entonces la cabeza te la dejan así como... yo tengo bisagras en la cabeza y por ejemplo, yo he hecho clases en tu escuela, he realizado talleres y por Dios que son tiesos, ellos usan palabras, entonces a veces "esto es un horizonte" y ¿qué es lo que es un horizonte? digo yo "horizonte porque..." no saben lo que están diciendo, no son capaces de estructurar una idea, ponerle palabras y desglosarlas para entender qué significa ese concepto y ese es un proceso mental.

FICHA 01 AVANCE NÚMERO 01 MES DE ABRIL AÑO 2022

FRANCISCA MARCUS

PLAN DE EJECUCIÓN BIM



FRANCISCO VIVANCO ARQUITECTOS ASOCIADOS.

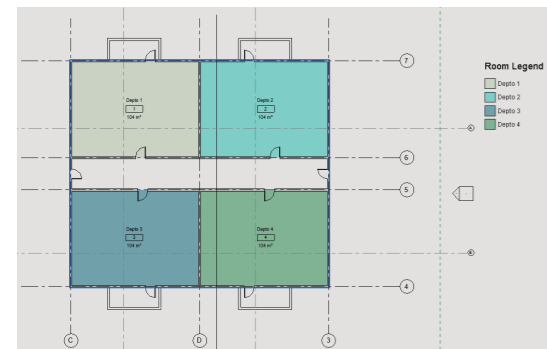
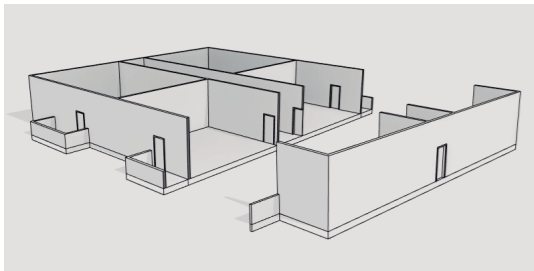
Implementación práctica de metodologías en proyectos BIM - Arquitectura.

3. NOMBRE DE ARCHIVO: la denominación de los archivos será:

B.11_PLP_ARQ_G_R19_V00

Cod. de Proyecto + Proyecto + Fase/ESP + Detalle Fase + Versión Revit + Versión Modelo.

Realización de Interventorías



Adaptación en Oficina

Durante la primera semana en la oficina se me entregó el Plan de ejecución BIM (PEB) que emplea el despacho, este es un documento con instrucciones sobre distintos aspectos del manejo de BIM, por ejemplo:

Los roles que existen por proyecto y las tareas a realizar (BIM Manager, Jefe de Proyecto y Desarrollador)

Formas de realizar los trabajos colaborativos, cómo compartirlos y separarlos para disminuir el peso del archivo Revit.

Formas de nombrar los archivos Revit, las denominaciones de vistas, objetos de librería y láminas.

La estructura de carpetas compartidas y el archivo de inicio para Revit.

Además realicé las interventorías que se llevaron a cabo en la oficina por Arturo Bustíos, profesional certificado en Autodesk. Estas interventorías consistían en corregir y hacer de forma más eficiente la ejecución del modelado de proyectos, también la utilización del *Template* creado específicamente para el uso de la oficina, y demostraciones de algunos puntos detallados en el PEB.

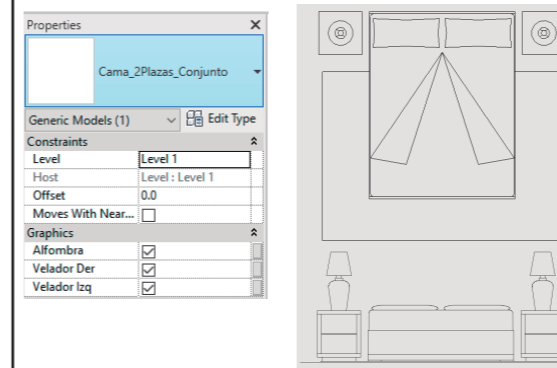
Se entiende a partir de las sesiones de Interventorías (Zoom) que la oficina tenía problemas de comunicación entre ellos y problemas de automatización de procesos y por esto contratan a alguien que esquematice el proceso.

El comenzar con leer el PEB me parece una buena forma de adaptación a la oficina, ya que así conozco sus metodologías y la estructura en la que se conforma.

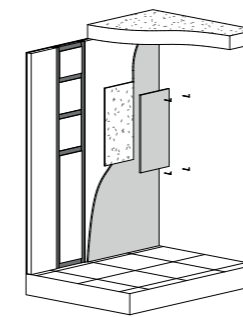
Me parece una buena decisión por parte de la oficina el implementar un template para automatizar el desarrollo y repetir el mismo proceso cada vez que comienzan el desarrollo de un proyecto.

FICHA 02 AVANCE NÚMERO 02 MES DE MAYO AÑO 2022

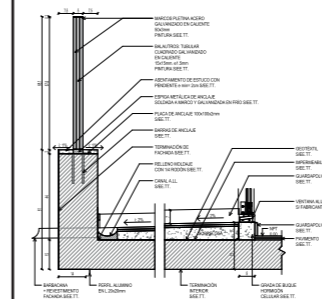
FRANCISCA MARCUS



Propiedades de Instancia en una Familia

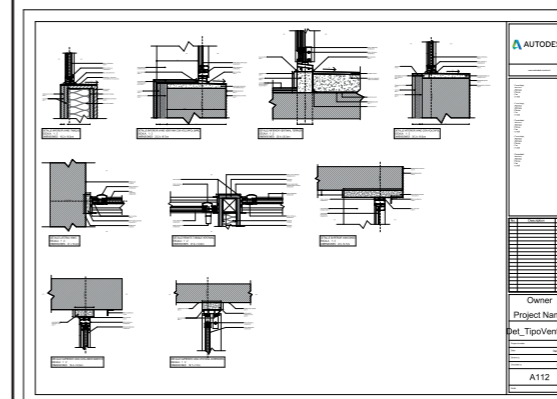


Ejemplo Detalle 3D



DETALLE ANTEPECHO BARANDA METALICA
ESCALA: 1:10
DIMENSIONES: 15,6 x 14,8cm

Ejemplo Legend de Detalle



Ejemplo Lámina de Detalles

Familias, Detalles y Escantillones en Revit

Durante el mes realicé un traspaso de detalles y escantillones en CAD al software Revit, que la oficina usa de forma continua.

La finalidad es generar un documento base donde se encuentren los detalles y escantillones recurrentes de forma de optimizar el proceso de generar las láminas de detalle. Esto sigue en la línea de adaptarse a la metodología BIM y tener el material de forma automática, donde la idea es generar la información una única vez y que esta sea parte de los documentos iniciales o base que se utilizan en la oficina.

En específico generé inicialmente "familias de Revit" con el mobiliario recurrente utilizado, generándolo con parámetros de instancia que implican por ejemplo, que la cama de dos plazas tenga o no veladores a ambos lados o alfombra, así se puede utilizar la misma familia con las dimensiones ya establecidas y prender o apagar el mobiliario extra en caso de ser necesario o no, esto optimiza el tiempo empleado en generar este mobiliario desde cero, tanto en planta como en elevación.

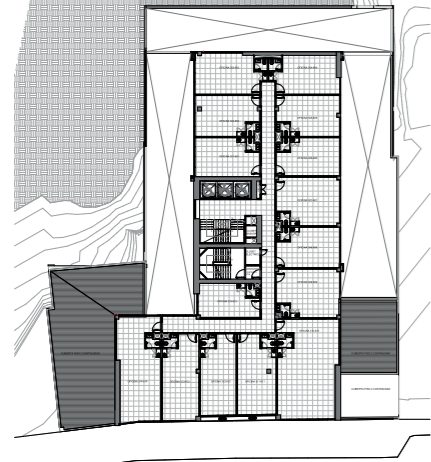
En detalles y escantillones, generé un documento Revit con "Legends" preestablecidos con las familias de detalles, sus anotaciones y escala a la cual debe estar. Dentro de este documento se encuentran diferentes láminas separadas por tipo de detalle o escantillón, de forma de encontrar los detalles necesarios rápidamente y copiarlos al proyecto donde sean necesario especificar estos.

En sí aprendí respecto a los materiales y soluciones que suelen emplear en la oficina para los distintos proyectos. También continué mi aprendizaje con las posibilidades que tiene el programa Revit y las necesidades de la oficina de agilizar ciertos procesos de generación de planimetría.

FICHA 03 AVANCE NÚMERO 03 MES DE JUNIO AÑO 2022

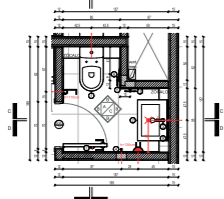
FRANCISCA MARCUS

SIMÓN BOLIVAR

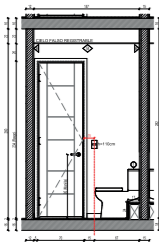


PIBIO 3 AL 6 (+10.41m A +16.41m)

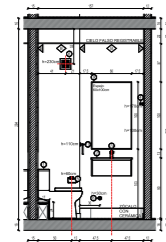
Baño	Tipología	Superficie	Superficie útil	Superficie construida	Superficie cubierta
1	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
2	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
3	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
4	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
5	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
6	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
7	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
8	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
9	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
10	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
11	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
12	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
13	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
14	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
15	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
16	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
17	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
18	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
19	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
20	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
21	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
22	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
23	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
24	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
25	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
26	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
27	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
28	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
29	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
30	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
31	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
32	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
33	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
34	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
35	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
36	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
37	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
38	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
39	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
40	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
41	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
42	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
43	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
44	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
45	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
46	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
47	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
48	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
49	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
50	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
51	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
52	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
53	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
54	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
55	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
56	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
57	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
58	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
59	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
60	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
61	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
62	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
63	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
64	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
65	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
66	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
67	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
68	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
69	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
70	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
71	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
72	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
73	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
74	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
75	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
76	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
77	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
78	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
79	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
80	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
81	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
82	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
83	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
84	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
85	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
86	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
87	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
88	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
89	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
90	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
91	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
92	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
93	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
94	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
95	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
96	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
97	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
98	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
99	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0
100	Oficina	1.0	1.0	1.0	1.0



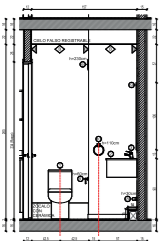
PLANTA BAÑO OF. TIPO 01



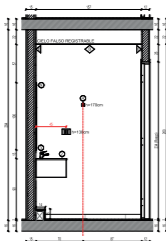
CORTE A-A BAÑO OF. TIPO 01



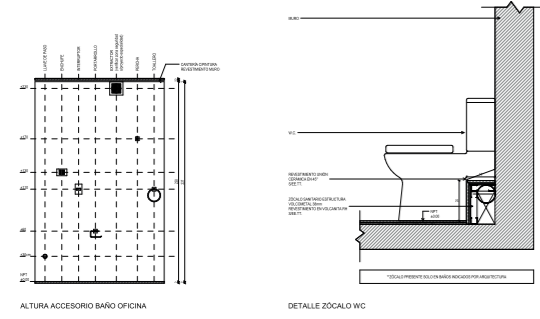
CORTE B-B BAÑO OF. TIPO 01



CORTE C-C BAÑO OF. TIPO 01



CORTE D-D BAÑO OF. TIPO 01



ALTURA ACCESORIO BAÑO OFICINA

DETALLE ZOCALO WC

Detalles de Baño y Coordinación Planos de Cálculo

Dentro de este mes trabajé en la planimetría de detalles de baño de los proyectos "Simón Bolívar" (edificio de Oficinas) y "Mirador Soza" (edificio de Departamentos), es necesario indicar que dentro del proceso hay grandes diferencias, ya que para Simón Bolívar no estaban definidos los artefactos que se iban a emplear, lo que implicó tener que realizar las familias en revit y cambiar la disposición de estos, por lo que se hizo el trabajo dos veces. Además de no tener el proyecto de clima ni electricidad, por lo que quedaron pendientes las posiciones de los artefactos correspondientes a estos.

Lo más relevante fue notar que los shafts de baños que se encontraban en los primeros niveles no subían a los niveles superiores, lo cual implicó cambiar de posición los baños. También ocurrió que algunos baños no coincidían entre ellos en las plantas superiores, siendo que deberían ser la misma planta, esto se debe a que habían cambiado los planos respetando cálculo solo en un piso y los demás no se modificaron, por lo que al realizar un corte del edificio completo se observaban muros de mayor grosor en los pisos superiores, que claramente no tenía sentido y por esto fue se debió revisar el proyecto entero y que coincida con lo indicado por cálculo.

En cambio el Proyecto Mirador Soza, el cual es un proyecto relativamente nuevo, comenzó respetando el PEB de la oficina, el cual define que es necesario tener claro todos los factores mencionados anteriormente antes de realizar los detalles.

En este último proyecto y respetando el PEB, yo me encuentro trabajando en un revit linkeado al proyecto general, lo cual me permite tener de base el proyecto y poder detallar, así en el proyecto general es posible limpiar el exceso de información de forma rápida.

Considero que el no tener la información necesaria antes de realizar los detalles es algo recurrente, por lo que respetar el PEB, que indica el orden en el cual realizar los proyectos y no comenzar con detalles antes de tener toda la información, es el proceso correcto. Además de que es mejor agrupar los niveles y repetirlos, de forma que al cambiar algo en uno, se repita en los demás sin necesidad de hacerlo de a uno, lo cual es ineficiente.

FICHA 04 AVANCE NÚMERO 04 MES DE JULIO AÑO 2022

FRANCISCA MARCUS

Mirador Soza

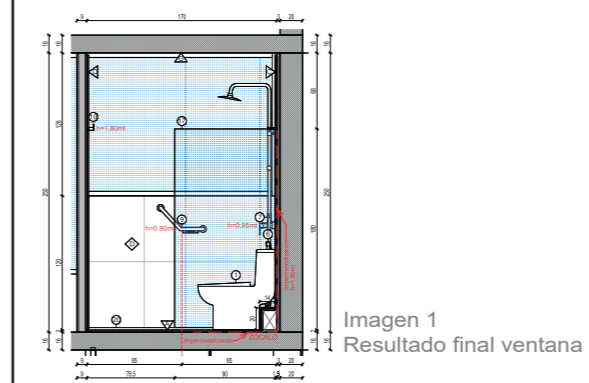


Imagen 1
Resultado final ventana

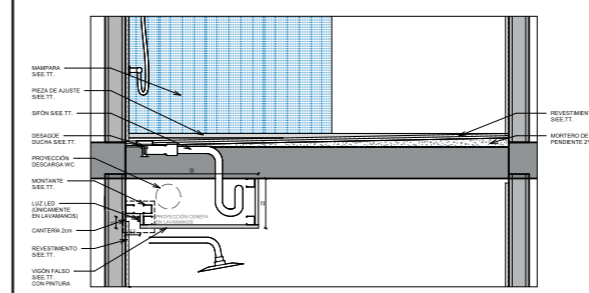


Imagen 2
Detalle en que tuberías atraviesan la losa (Solución en obra)

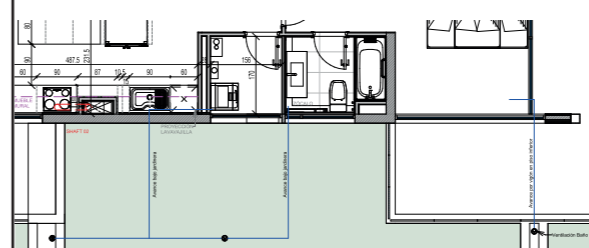
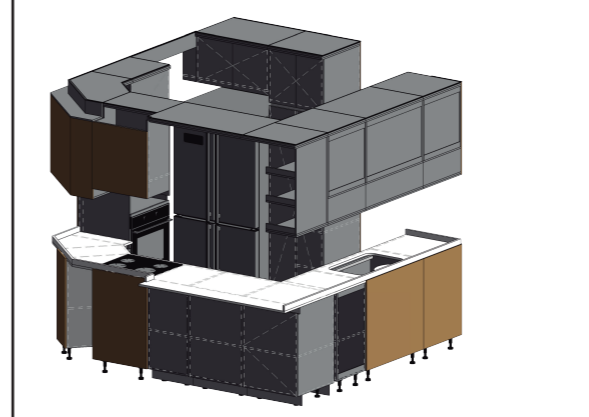


Imagen 3
Tuberías Duplex 1



Grupo de Cocina con Muebles paramétricos

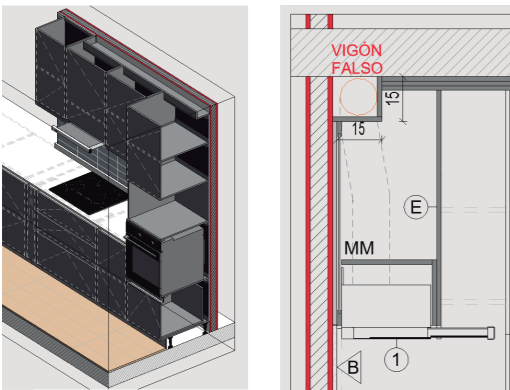
Este mes continué con los detalles de baño del proyecto Mirador Soza, al cual me estaré dedicando en diferentes ámbitos y detalles. Aspectos que me llamaron la atención fue priorizar los artefactos empleados antes que la arquitectura, por ejemplo, en baños principales, existía una ventana que comenzaba a 50cm sobre NPT y para ubicar una barra curva se subió esta ventana a 120cm (imagen 1) o, en otro caso, se decidió angostar una ventana para poder ubicar una segunda percha en el baño. Así mismo me llama la atención que al haber escogido un artefacto de desagüe (imagen 2) de ducha y no saber cómo dirigir los ductos bajo esta, simplemente se haya dejado como un problema a resolver en obra.

Avanzando ahora a la coordinación de clima y desagüe, he realizado las modificaciones de shafts respectivos y me he enterado de las complicaciones que existen al tener plantas diferentes, en este proyecto los últimos pisos son duplex, con plantas muy distintas a las inferiores, lo que resulta en shafts en espacios muy extraños y avances de tubería laberínticos (imagen 3). Noté la diferencia entre la persona encargada de este proyecto y yo, respecto al total conocimiento de donde hacen falta bajadas o subidas, con una noción total de por donde deberían pasar estas. Toda esta elaboración de soluciones se encuentra en espera de aprobación, ya que no sabemos si se permite realizarlas.

Además he pasado a encargarme de los detalles de cocina, para esto modelan cada mueble, por lo que estoy haciendo familias paramétricas que permitan las diferentes opciones necesarias y que estas las sigan utilizando en futuros proyectos, ya que suelen modelar específicamente para cada proyecto y tienen que realizar este proceso nuevamente para cada uno.

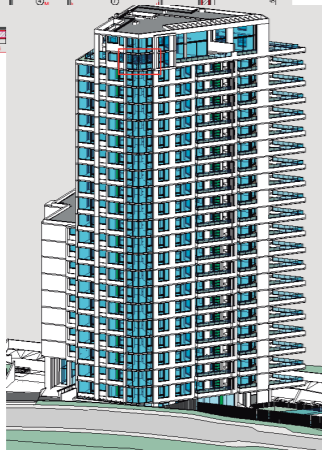
Comprendo que la arquitectura no es estricta, refiriéndome a muros y ventanas, y que esta puede sufrir modificaciones por elementos tan pequeños como una percha. Comprendí el funcionamiento de desagüe y ventilación de este, cosa que en la práctica es diferente al enfrentarse a ciertas dificultades. Lo importante que es tener un conocimiento completo del edificio para lograr su entendimiento general, cosa que yo no había hecho al dedicarme únicamente a espacios concretos.

FICHA 05 AVANCE NÚMERO 05 MES DE AGOSTO AÑO 2022 FRANCISCA MARCUS



Modificación cocina respetando fachada del proyecto

Cocina Duplex 2



Mirador Soza

Este mes he continuado con la modelación de cocinas, también participé de una reunión con Masisa que presentaba sus productos de muebles de cocina modulares, esto me ayudó a tener en cuenta que a mayor variedad de muebles, más caro será su fabricación, por lo tanto intenté disminuir en gran medida los tipos de muebles existentes.

También aprendí diferentes cuidados a la hora de definir la cocina, siempre manteniendo piezas de ajuste que permitan modificaciones en caso de que en obra la cocina no tenga las dimensiones exactas y que no sea necesario cambiar algún mueble, sino simplemente modificar esta pieza.

De las familias paramétricas que estaba generando, tuve que modificarlas en varias ocasiones, ya que no conocía en su totalidad todas las opciones que debían presentar para poder cumplir con una familia que se pueda utilizar en diferentes circunstancias. Por ejemplo, la opción en los muebles altos o de mural (que lleguen hasta el techo) de presentar un vigón falso por el cual pase el ducto de campana, este espacio que presenta la familia se puede modificar no únicamente generando un void form para las melaminas, sino también manteniendo las dimensiones correspondientes del durolac posterior.

Por otro lado, la cocina del Duplex 2 presenta 2 paredes completamente de ventanal, respetando la continuación en fachada que viene por los departamentos inferiores, esto resultó en tener que modificar completamente la distribución de la cocina para evitar ubicar la encimera contra un ventanal, al contrario de lo ocurrido en los baños, ya que este era estrictamente necesario mantener la línea de fachada.

Aprendí cómo mantener una misma línea de productos puede beneficiar en el ámbito financiero al proyecto. Que tener unas familias ya establecidas facilitan la proyección e incluso si es necesario realizar cambios de la cocina. También logré comprender bajo qué circunstancias se pueden hacer modificaciones de arquitectura por artefactos y cuando se debe priorizar la arquitectura.

FICHA 06 AVANCE NÚMERO 06 MES DE SEPTIEMBRE AÑO 2022 FRANCISCA MARCUS

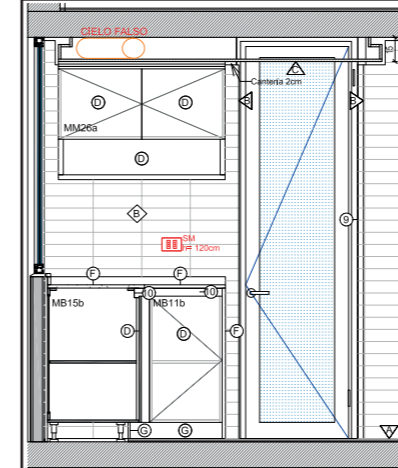


Imagen 1 Interferencia Puerta y Cielo Falso

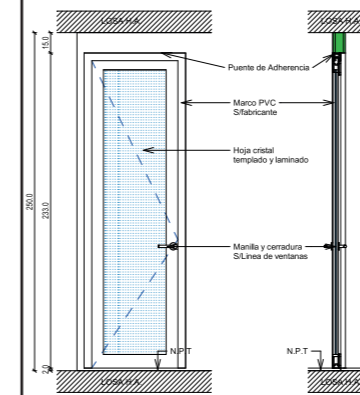


Imagen 2 Detalle creado con "Create Assembly" (posterior a la corrección) No se logra ver el cielo falso

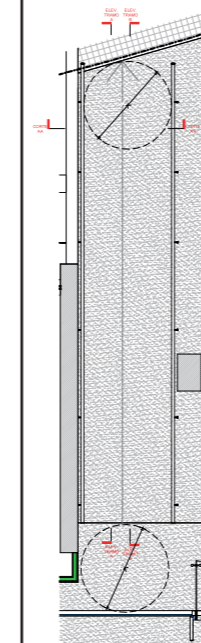


Imagen 3 Baranda metálica de acceso final

El acceso solía tener otra disposición, por lo que las barandas creadas ya no concordaban.

Mirador Soza - Entrega Licitación

A principios del mes de de Octubre se realiza la entrega de licitación del proyecto en el que he estado trabajando, para esto faltaba realizar diferentes detalles que, por el tiempo ajustado, debimos trabajar entre 3 personas. Durante el proceso siempre fuimos cuidando de no toparnos con el trabajo que estaba realizando otro y comunicando los elementos faltantes o que gracias a otro detalle debían ser modificados.

Por ejemplo, yo me encontraba realizando el detalle de cocinas, mientras que otra compañera realizaba puertas, debido a un cielo falso con el ducto de campana sobre una puerta, fue necesario cambiar la altura total de las puertas para que estos no interfirieran. Algo importante que denotar aquí, es que yo al estar trabajando con un Revit linkeado al Revit original y mi compañera al obtener los detalles con la herramienta "Create Assembly" desde un local del Revit original, ella no lograba ver lo que yo había realizado, por lo que no le era posible vislumbrar la interferencia que se ocasionaba, así es que fue necesario comunicarlo de forma externa al programa.

Terminando ya la entrega tuvimos problemas con terminar la serie de "elementos metálicos" ya que aunque la lámina estaba lista hace meses, hubo un cambio rotundo en la composición del espacio, el cual no fue comunicado al equipo y ello resultó en que al último momento la lámina ya no contenía la información necesaria.

Además realicé un documento excel que contiene los artefactos utilizados en el proyecto, además de sus revestimientos y pavimentos, teniendo que actualizarlo cada vez que existía alguna modificación.

Queriendo abordar lo aprendido en el mes desde la metodología BIM, considero que existe un fallo a la hora de utilizar una herramienta que excluye la demás información; que es necesario mantener un documento con los cambios importantes y decisiones tomadas que pueda consultar el equipo. Por otro lado, la información contenida en el excel realizado es obtenible desde el propio Revit, si este se empleara correctamente.

FICHA 07 AVANCE NÚMERO 07 MES DE NOVIEMBRE AÑO 2022 FRANCISCA MARCUS

Mirador Soza - Corrección Licitación

Luego de la primera entrega de licitación se recibieron cambios necesarios, por lo que este mes nos dedicamos a realizar los cambios exigidos.

Continuando con el trabajo colaborativo fuimos informándonos dónde trabajaría cada uno para no producir interferencias entre nosotros.

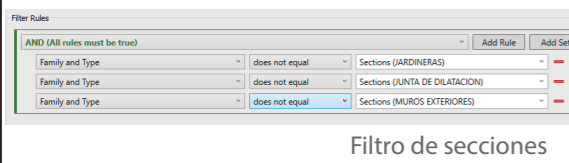
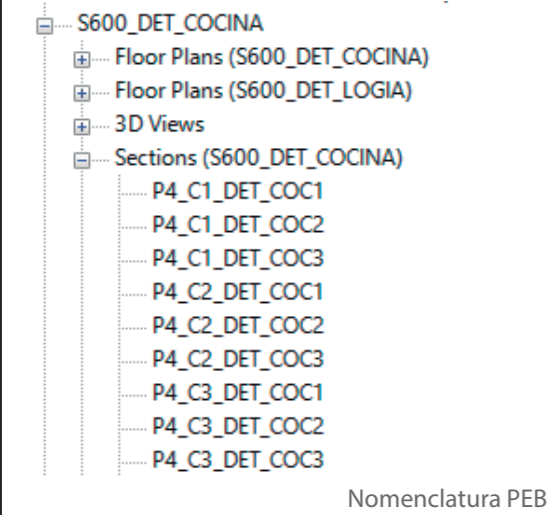
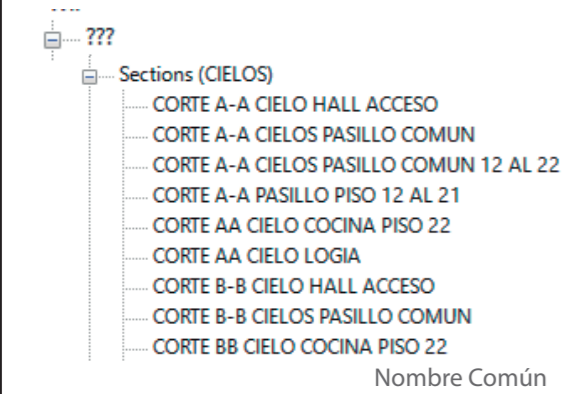
Además tuvimos una reunión por un motivo específico de conflicto de visualización en un plano, lo cual nos permitió aprender, por parte de un compañero, cómo podemos generar filtros para facilitarnos el trabajo. Así aprovechamos en esa reunión de enseñarnos herramientas útiles que cada uno de nosotros emplea. Además de permitirnos identificar cambios que emplear en los siguientes proyectos.

Por otro lado, cuando yo comencé en este proyecto empleé la nomenclatura especificada en el PEB, como el proyecto comenzó antes de la creación del PEB, el resto del proyecto se encuentra con nombres comunes, esto derivó a un debate respecto a si conviene emplear la nomenclatura donde por ejemplo un corte de piscina que se encuentra en el piso 1 sería:

Común: Corte AA PISCINA
Nomenclatura: P1_C1_PISC

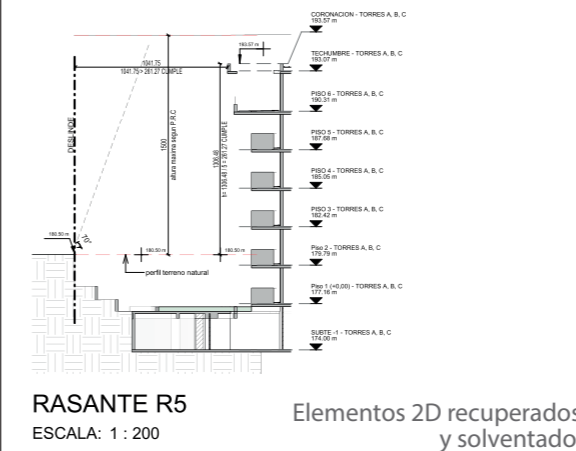
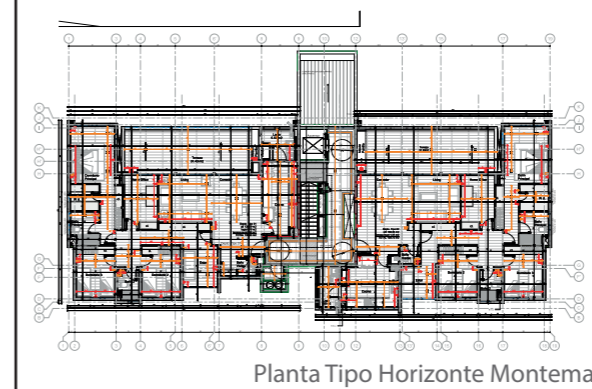
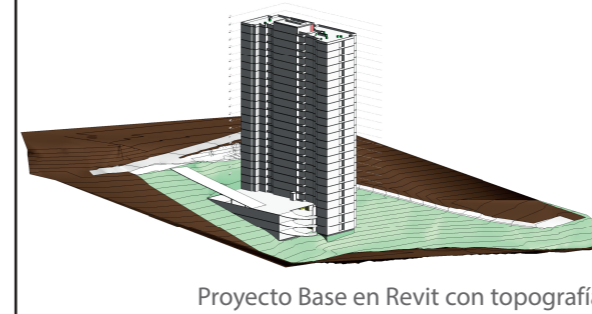
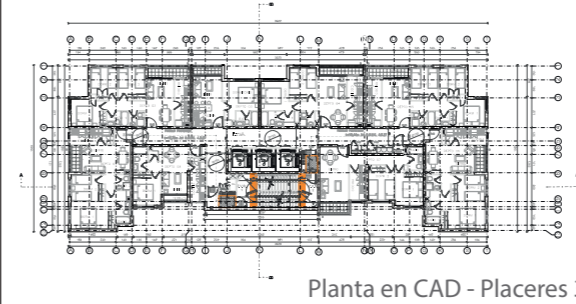
Aunque es más comprensible el nombre común, este deriva en una variedad de nombres extensa y para una persona externa es complejo identificar la información que busca. Además esta nomenclatura determinada en el PEB igualmente se encuentra en el documento de Estandarización para Proyectos Públicos, por lo que respeta un estándar a nivel nacional. Se llegó a la conclusión de que es útil la nomenclatura cuando se trabaja en Revit con otras especialidades, el cual no es el caso. Igualmente se decidió que es necesario tener una reunión como oficina para comentar sobre el PEB.

Una de las complicaciones de la implementación BIM siempre serán las personas como tal y su renuencia a cambiar hábitos. Considero que es importante cambiar al estándar de forma progresiva con la visión de que en algún momento se trabajará en conjunto con las especialidades. Por lo que a pesar de ser un cambio complejo en la manera de hacer, es necesario para permitir un trabajo colaborativo fluido.



FICHA 08 AVANCE NÚMERO 08 MES DE NOVIEMBRE AÑO 2022 FRANCISCA MARCUS

Mirador Soza, Placeres 3 y Horizontes de Montemar



Se concretó la entrega para licitación del proyecto Mirador Soza. Posterior a esto el equipo se dividió en diferentes tareas y diferentes proyectos. A mi se me indicó levantar un proyecto antiguo de DS19 en Revit, únicamente los elementos básicos, Topografía y georeferencia, niveles, ejes, muros, tabiques y losas, para tener el edificio de forma tridimensional y planificar cuales serán las nuevas decisiones respecto a este. Al ser un trabajo que realicé sola, solo hice uso de la herramienta BIM, sin algún tipo de colaboración.

Finalizado el levantamiento, se me encargó finalizar los planos generales del proyecto Horizontes de Montemar. Este proyecto esta compuesto por 5 edificios, iguales entre si a excepción de un edificio con un piso menos. Debido al peso que podría tener este proyecto, la información esta separada en diferentes Revits, por deptos tipo, pasillo, edificio, hasta llegar al final que tiene linkeado todos los anteriores. Este proyecto no se encuentra como central por lo que una única persona puede trabajar al mismo tiempo. No se trabajó de forma colaborativa. La intención era corregir los elementos 2D que tiene el proyecto, ya que se habían realizado cambios, pero los elementos 2D no responden a estos, así que era necesario realizar esto de forma manual.

Me encontré con la dificultad de no lograr identificar algunos elementos que debían ser cambiados, ya que realmente no conocía el objetivo de estos elementos y consideraba que estaban bien ubicados. Además de no conocer la información mínima requerida en estos planos, lo cual resultaba en que el coordinador deba revisar de forma detallada el contenido de estos planos para identificar si falta información.

Se denota la utilidad de tener un proyecto de forma tridimensional, ya que el primer proyecto se encontraba en CAD, pero para asegurar un mejor entendimiento de este, era preferible tenerlo en 3D. Por otro lado, considero que sería una buena práctica tener un listado de los elementos necesarios por el tipo de entrega que se va a realizar de forma de asegurarse que estos serán integrados al resultado final.