

UNIVERSIDAD DEL BÍO BÍO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

Profesor Patrocinante: Mg. Rodrigo Sáez Sáez

Desarrollo de Plan Estratégico de Implementación BIM Para Empresa Constructora en Chile

Proyecto de Título presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de
Ingeniero Civil

LEONARDO GIANFRANCO VERGARA RIVAS

CONCEPCION, MARZO 2017

Contenido

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
1 INTRODUCCION.....	7
1.1 OPORTUNIDAD DE MEJORA.....	7
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	9
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
1.4 METODOLOGÍA	10
1.5 ALCANCES DEL TRABAJO	11
2 CONCEPTOS Y FACTORES CLAVES EN UNA METODOLOGIA DE IMPLEMENTACION.....	12
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS BIM.....	12
2.1.1 Trabajo Colaborativo.....	12
2.1.2 Interoperabilidad	13
2.1.3 Campos de BIM.....	14
2.1.4 Niveles de Capacidad BIM.....	15
2.1.5 Índices de Madurez BIM	16
2.2 IMPLEMENTAR BIM EN LA ESTRUCTURA DE TRABAJO ¿POR QUÉ?.....	16
2.2.1 Beneficios y Costos de Implementación.....	17
2.2.2 Adopción de BIM en el mundo y en Chile.....	18
2.3 COMO IMPLEMENTAR BIM EN UNA ORGANIZACION.....	20
2.3.1 Factores Claves para la Implementación	20
2.3.2 Documentos Guías para la Implementación.....	21
2.3.3 Plan de Ejecución BIM (BEP)	22
2.3.4 Metodología para Planificar la Implementación.....	23
3 DESARROLLO DE PLANIFICACION ESTRATEGICA	25
3.1 EVALUACIÓN DE CONDUCTA ORGANIZACIONAL BIM	25
3.1.1 Matriz de Madurez BIM (BIm3).....	25
3.1.2 Nivel de Madurez BIM en la Organización	26
3.1.3 Desempeño de Negocio en Ejecución de Proyectos.....	27
3.1.3.1 Selección de indicadores.....	27
3.1.3.2 Recolección de datos	28
3.1.3.3 Descripción de proyectos de estudio.....	28
3.1.3.4 Desempeño de indicadores	29
3.1.4 Oportunidades de Mejoras.....	32
3.1.5 Cuantificación de Beneficios.....	32
3.1.5.1 Impacto en indicadores de desempeño	33
3.1.5.2 Costo y Beneficios de implementación	35
3.2 NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN DESEADA.....	36
3.2.1 Descripción de Áreas de Adopción	36
3.2.2 Definición de Metas y Objetivos BIM	37

3.2.3	<i>Nivel de Madurez Deseado para la Implementación</i>	39
3.3	AVANCE DEFINIDO: PLAN ESTRATÉGICO DE ACCIÓN	40
3.3.1	<i>Estrategia de Promoción</i>	40
3.3.2	<i>Contrato de Diseño – Construcción</i>	41
3.3.3	<i>Hoja de Ruta</i>	42
3.3.3.1	Fase 1: Plan Estratégico	43
3.3.3.2	Fase 2: Formación y Capacitación	44
3.3.3.3	Fase 3: Marcha Blanca.....	46
3.3.3.4	Fase 4: Autonomía	47
3.3.3.5	Gastos asociados en plan estratégico de implementación.....	49
4	CONCLUSIONES	50
5	REFERENCIAS	52
5.1	PROYECTOS DE TÍTULO.....	52
5.2	REVISTAS - DOCUMENTOS	52
5.3	SITIOS WEB.....	53
6	ANEXOS	54

Índice de Figuras

Figura 1.-	Capacidad de influir en los costos de un proyecto durante su ciclo de vida	7
Figura 2.-	Muestra los 3 campos BIM entrelazados según sea la actividad.....	14
Figura 3.-	Niveles de madurez en el caso de querer implantar la filosofía BIM en nuestro entorno de trabajo.	15
Figura 4.-	Muestra los niveles BIM mediante índices de madurez.	16
Figura 5.-	Niveles de adopción BIM por tipo de usuario y segregado por disciplina.	19
Figura 6.-	Cantidad y diversidad de información que puede contener un BEP.....	23
Figura 7.-	Plan de ejecución BIM creado por integrated computer construcción (CIC) grupo de investigación de la Universidad Estatal de Pennsylvania.....	23
Figura 8.-	Muestra los participantes que formaran el equipo de proyectos BIM, junto con la manera de interactuar entre sí.....	30
Figura 9.-	Relación que tiene la calidad del proyecto entregado apto para construcción en los costos y plazos de entrega.	31
Figura 10.-	Esquema Causa – Efecto de algunos problemas en la ejecución de proyectos, según gerentes y administradores de proyectos.	32
Figura 11.-	Actores que forman el equipo de proyectos BIM, junto con la manera de interactuar entre sí	40

Figura 12.- Flujo de información de diseño en contratos de Diseño-Construcción.41

Índice de Tablas

Tabla 1.- Factores claves de implementación BIM, junto con quienes los señalan en sus estudios	20
Tabla 2.- Indicadores de desempeño que serán evaluados y la manera de calcularlos	27
Tabla 3.- Resultado del Cálculo de Indicadores de Desempeño para los Proyectos de Estudio ...	29
Tabla 4.- Cuantificación de costos inducidos por las Desviaciones de Plazos, Pago de Multas y Cambios del Monto Contratado	30
Tabla 5.- Índices de Mejoras para la Cuantificación de Beneficios.	33
Tabla 6.- Impacto en los Indicadores de Desempeño y la Cuantificación de Beneficios para el Proyecto Bio Bio Centro	33
Tabla 7.- Impacto en los Indicadores de Desempeño y la Cuantificación de Beneficios para el Proyecto Neo Centro	34
Tabla 8.- Impacto en los Indicadores de Desempeño como la Cuantificación de Beneficios para el Proyecto Centro Costanera	34
Tabla 9.- Costos y Beneficios de utilizar BIM por medio de la contratación de Consultora	35
Tabla 10.- Costos y beneficios de utilizar BIM efectuando una Implementación Interna para el Proyecto	35
Tabla 11.- Resumen la evaluación organizacional a través de la matriz de madurez BIM	39
Tabla 12.- Inversión Inicial de la Empresa Constructora para Desarrollar la Estrategia de Implementación.	49

Desarrollo de Plan Estratégico de Implementación BIM Para Empresa Constructora en Chile

Autor: Leonardo Gianfranco Vergara Rivas

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bio Bio

Correo electrónico: leoverga@alumnos.ubiobio.cl

Profesor Patrocinante: Mg. Rodrigo Sáez Sáez

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bio Bio

Correo electrónico: rodrigosaez.ing@gmail.com

RESUMEN

Actualmente en Chile, los problemas acarreados por el sector de la construcción generan aumento de costos y plazos a una muy baja productividad. Siendo, estos atribuibles a una ineficiente gestión en etapas tempranas y/o a una inadecuada planificación y control de proyectos.

El uso de Building Information Modeling (BIM) se ha expandido rápidamente en gran parte del mundo producto de los beneficios que incorpora al sector, sin embargo, en Chile esta entrada se ha realizado de forma más desorganizada, la falta de normativas que estandaricen y fortalezcan la forma de implementar esta tecnología, aparece como un factor que limita su mayor propagación. Como también, entender que su implementación requiere más que sólo adquirir softwares para el modelado de información y de capacitar a los futuros ingenieros BIM; que es necesaria una reestructuración de procesos en la organización, respaldados de estándares, políticas y directrices.

Este cambio en la gestión de la construcción, involucra la elaboración de un plan de implementación que guíe a la organización y permita a los involucrados adaptarse a nuevas ideas, metodologías y procesos, con el fin de sobreponerse a los desafíos que este propone.

El presente trabajo se basará en la identificación de oportunidades de mejoramiento en donde incorporar herramientas BIM y la manera de implementar en la estructura de una empresa constructora. Para ello esta propuesta de mejora se centra en el desarrollo de una planificación estratégica de implementación BIM.

Palabras claves: Implementación, BIM, Planificación Estratégica,

Numero de palabras: 234

9640 Palabras Texto + 24 Figuras/Tablas*250 = 15640

Development of Strategic Plan of Implementation BIM For Construction Company in Chile

Author: Leonardo Gianfranco Vergara Rivas

Department of Civil and Environmental Engineering, Bio Bio University

Email: leoverga@alumnos.ubiobio.cl

Professor Sponsor: Mg. Rodrigo Sáez Sáez

Department of Civil and Environmental Engineering, Bio Bio University

Email: rodrigosaez.ing@gmail.com

ABSTRACT

Currently in Chile, the problems caused by the construction sector generate cost increases and deadlines at very low productivity. These are attributable to inefficient management in the early stages and / or inadequate project planning and control.

The use of Building Information Modeling (BIM) has expanded rapidly in much of the world as a result of the benefits it brings to the sector, however, in Chile this entry has been made in a more disorganized way, the lack of norms that standardize and strengthen The way to implement this technology, appears as a factor that limits its greater spread. As well, understand that its implementation requires more than just acquire software for modeling information and training future engineers BIM; That it is necessary to restructure processes in the organization, backed by standards, policies and guidelines.

This change in construction management involves the elaboration of an implementation plan that guides the organization and allows those involved to adapt to new ideas, methodologies and processes, in order to overcome the challenges it proposes.

The present work will be based on the identification of improvement opportunities in which to incorporate BIM tools and how to implement in the structure of a construction company. For this purpose, this improvement proposal focuses on the development of strategic planning for BIM implementation.

Key words: Implementation, BIM, Strategic Planning,

Number of words: 234

9640 Words Text + 24 Figures / Tables * 250 = 15640

1 INTRODUCCION

1.1 Oportunidad de Mejora

En la actualidad cada proyecto de construcción se enfrenta a diversos inconvenientes y desafíos, afrontando programas ajustados y presupuestos con gran % de incertidumbre, y si a esto le adicionamos que los proyectos además presentan incompatibilidades entre sus diversas especialidades, resulta complejo y complicado obtener los resultados esperados.

Por otro lado, al comparar la construcción con otros sectores es posible darse cuenta que esta industria se encuentra rezagada con respecto al nivel tecnológico y de seguir así mantendrá su paulatina pérdida de productividad. Por esto es importante que se promueva la innovación tecnológica en la industria (Ghio y Bascuñan, 2012).

El uso de nuevas tecnologías de información es una contribución para atenuar dichos efectos, generando un cambio de paradigma en la industria. La adopción y uso actual de BIM proporciona una base sólida para la gestión y conducción de proyectos durante las etapas de su ciclo de vida.

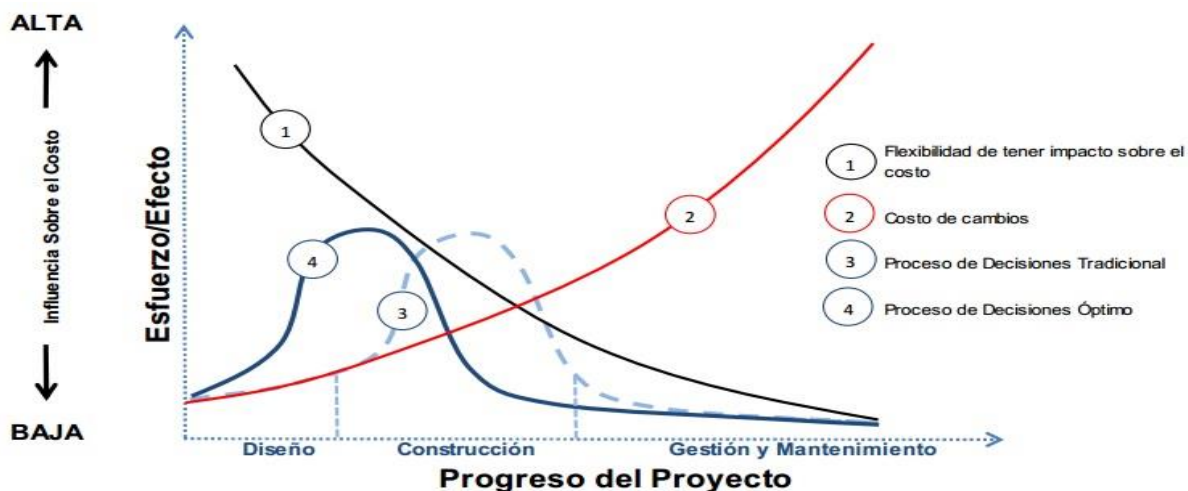


Figura 1.- Capacidad de influir en los costos de un proyecto durante su ciclo de vida. Fuente: Valdés, (2014)

La figura 1 muestra, el aumento en la capacidad de influir en los costos si se gestiona y se define toda la información de un proyecto en etapas iniciales, en donde, el costo de realizar cualquier modificación es menor gracias a los beneficios derivados de realizar una coordinación digital utilizando tecnologías BIM.

En Chile, esta tecnología atraviesa un periodo de transición entre la difusión y la expansión, en el cual, la percepción de los participantes en la industria es bastante optimista sobre el tema, tanto

los usuarios y como los no usuarios coinciden que este cambio de paradigma llegó para quedarse. Produciendo gran incertidumbre entre empresas constructoras que frente a este cambio en la forma de gestionar y manejar la información de un proyecto se preguntan ¿cómo aprovechar este cambio de paradigma para mejorar los malos desempeños?, ¿Cómo incorporar estas herramientas tecnológicas en la estructura de la empresa? Consultas como estas, se aclararán en el desarrollo de proyecto de título.

1.2 Objetivo General

Desarrollar una planificación estratégica de implementación BIM para unidad operativa de empresa constructora EBCO.

1.3 Objetivos Específicos

- I. Seleccionar una metodología de implementación validada que sea posible adaptar a los requerimientos de la realidad nacional.
- II. Evaluar el desempeño de negocio y el nivel de uso BIM en la unidad operativa de empresa constructora Ebco.
- III. Identificar y definir áreas de adopción de nuevos procesos y tecnologías.
- IV. Proponer un plan estratégico de implementación apoyado de una hoja de ruta que describa el camino a seguir.

1.4 Metodología

I. Realizar una revisión bibliográfica junto con una síntesis del actual uso de BIM en Chile y el mundo.

Surge la necesidad de conocer los conceptos relevantes de BIM como también la situación actual del tema en Chile, a través de los niveles de adopción, beneficios, costos asociados y factores claves de implementación, mediante revisiones bibliográficas y recopilación de datos estadísticos.

II. Selección de Metodología de Implementación.

Se realizara un estudio de los distintos documentos de implementación existentes en el mercado, seleccionando el que ofrezca un mayor respaldo teórico logrando adaptarse a la realidad nacional y a los requerimientos de este plan estratégico.

III. Medir los niveles de uso BIM en la organización.

Midiendo el nivel actual de madurez de elementos de planificación esenciales, por medio de una matriz que proporciona una descripción básica de cada uno de los índices de madurez identificados dentro de estos elementos.

IV. Determinar el desempeño de negocio de la organización

Al analizar su desempeño de negocio, seremos capaces de identificar los indicadores de rendimientos claves que se utilizaran para determinar qué áreas requieren de mejoras. Permitiendo determinar cuáles serán las metas, objetivos BIM que se pueden implementar en la organización.

V. Establecer el nivel deseado de madurez de aplicación BIM

Una vez habiendo medido el nivel actual de madurez como también definido las metas y objetivos BIM, es necesario establecer el nivel de madurez deseado para alcanzar los objetivos planteados. Utilizando un perfil de evaluación que identifica diferentes índices de madurez.

VI. Registro de hoja de ruta.

Mediante la descripción de esta hoja de ruta, se busca dar a conocer una propuesta estratégica de promoción para la implementación de BIM, junto los componentes claves para comprender de una manera sencilla el tipo de información debe incluirse.

1.5 Alcances del Trabajo

Para los efectos de este trabajo se describe una empresa constructora típica en Chile y Latinoamérica, la cual se enmarca dentro de la categoría mediana para la mayor parte de los mercados. La empresa no participa en el diseño ni la ingeniería de proyectos, incorporándose al ciclo de vida de estos en la etapa de licitación y posterior ejecución de obras. Su rubro principal se enfoca en la construcción de edificación comercial y habitacional en altura, retail, condominios de viviendas, siendo el 80% de los proyectos ejecutados de la forma tradicional diseño-licitación-construcción y bajo contratos a suma alzada.

Este proyecto de título, se centra en el desarrollo de una planificación estratégica de implementación de la metodología BIM para la unidad operativa de desarrollo de proyectos dependiente de la división sur de empresa Constructora Ebco, la que, elabora estudio de propuestas, participa de licitaciones y realiza la posterior ejecución de obras, que de preferencia son del tipo edificación en altura.

Este procedimiento de planificación se enfoca en la identificación del nivel actual de la organización en cuanto a la aplicación y madurez de BIM en la estructura de trabajo. Para luego, determinar las meta y objetivos BIM con los niveles de uso deseados, entregando una estrategia de promoción mediante una hoja de ruta documentada que sirva como línea base para la implementación de la metodología de trabajo BIM sea de manera gradual en la estructura de la unidad operativa.

2 CONCEPTOS Y FACTORES CLAVES EN UNA METODOLOGIA DE IMPLEMENTACION

En este capítulo se presentaran los antecedentes relacionados con la implementación de la tecnología BIM en proyectos de construcción, recopilados de estudios realizados tanto en el extranjero como en Chile que nos permitan aclarar tanto los beneficios como desafíos que origina el uso de BIM en un proyecto de construcción.

2.1 Antecedentes teóricos BIM

BIM es un proceso para mejorar el desempeño del proyecto a lo largo de su ciclo de vida en donde con una tecnología de modelación se produce, comunica y analiza cada proyecto. En la práctica, BIM busca transformar la industria de Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AIC) para que pase de un trabajo en base a dibujos y documentos 2D, a un enfoque paramétrico BIM en el cual se le suma al carácter geométrico, la definición y aplicación de relaciones inteligentes entre los elementos del modelo y la incorporación de información a éstos.

Este potencial de BIM para integrar las diversas áreas de diseño mediante trabajo colaborativo en la creación de un archivo digital único que contenga la información del proyecto se conoce como Interoperabilidad. En la medida que los profesionales logren trabajar integrados utilizando herramientas BIM, se conseguirá la reducción de errores e incongruencias en los diseños aumentando así la productividad en la fase de construcción.

2.1.1 Trabajo Colaborativo

El uso de la metodología BIM no está basado simplemente en la creación de un modelo con características tridimensionales, sino que es un procedimiento completo en que se debe desarrollar una forma de trabajo diferente a la utilizada actualmente en el desarrollo de proyectos.

Es importante utilizar inteligentemente esta metodología de trabajo, y por sobre todo aplicar un procedimiento ordenado en su implementación, puesto que la comunicación y principalmente la coordinación de las distintas especialidades durante todo el proceso de diseño y construcción juega un rol fundamental para el éxito en la implementación completa de BIM.

Podemos entender la metodología como un método innovador que facilita la comunicación y el trabajo colaborativo entre los sectores de ingeniería, arquitectura y construcción, quienes logran generar e intercambiar información de manera eficiente y estructurada.

2.1.2 Interoperabilidad

El concepto de interoperabilidad se relaciona con el traspaso expedito de datos entre especialidades (entre distintos software) que es vital para hacer más eficiente los procesos de trabajo entre programas computacionales y quienes los operan.

Si consideramos a un modelo BIM como un “sistema” que proporciona la información necesaria a aquellos que la necesitan, y cuando la necesitan, es necesario que se cumplan las siguientes condiciones:

- ✓ El modelo de datos debe estar creado en un formato consistente.
- ✓ El intercambio de información debe realizarse en un lenguaje común.
- ✓ La información debe ser consultada de forma inteligente.

La existencia de trabas para una correcta operación de los sistemas BIM ha llevado a la creación de la Alianza de la Industria para la Interoperabilidad (IAI). Consorcio global de compañías comerciales de software y organizaciones de investigación, cuya misión es permitir la interoperabilidad entre las herramientas computacionales utilizadas por todos los participantes de un proyecto en la industria AIC.

2.1.3 Campos de BIM

BIM está integrado por tres campos que son Tecnología, Procesos y Políticas. Cada uno de éstos tiene sus integrantes, requerimientos y entregables. Estos campos interactúan mediante transferencia de información y relaciones contractuales; asimismo, se traslapan debido a que comparten involucrados y entregables.

- **TEGNOLOGIA:** Son las organizaciones que generan software y los equipos de aplicación para el diseño, construcción y operación de instalaciones.
- **PROCESOS:** Involucra a un grupo de personas (propietarios, arquitectos, ingenieros, contratistas, etc.) que se encargan de la procura, diseño, construcción, manufactura, uso, gerenciamiento y mantenimiento de infraestructuras.
- **POLITICAS:** Grupo de personas que cumplen un roles contractuales, regulatorios y preparatorios en los procesos de diseño, construcción y operaciones.

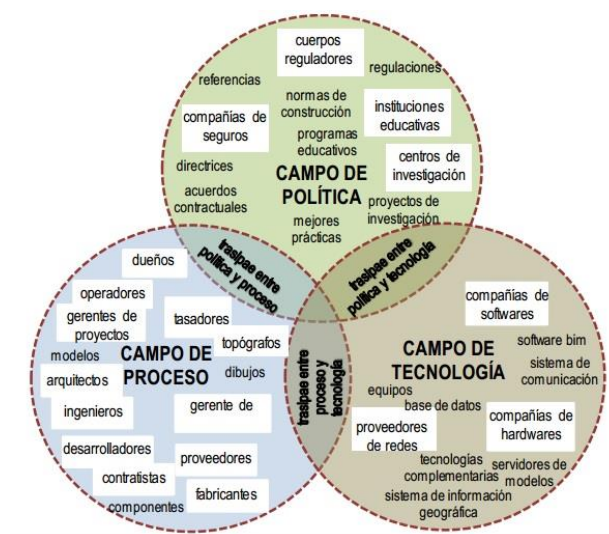


Figura 2. Muestra los 3 campos BIM entrelazados según sea la actividad. Fuente: Succar, 2008

2.1.4 Niveles de Capacidad BIM

En una simple gráfica, llamada “Diagrama de Madurez BIM (Bew y Mervyn, 2008). Se muestra las mínimas habilidades de una organización o equipo para entregar resultados medibles.

Definiéndose cuatro niveles de capacidades, resulta fácil de reconocer las ventajas que el BIM nos ofrece para poder ascender por esa recta, hasta el punto más alto que sería la integración completa de la interoperabilidad en nuestros proyectos de construcción.

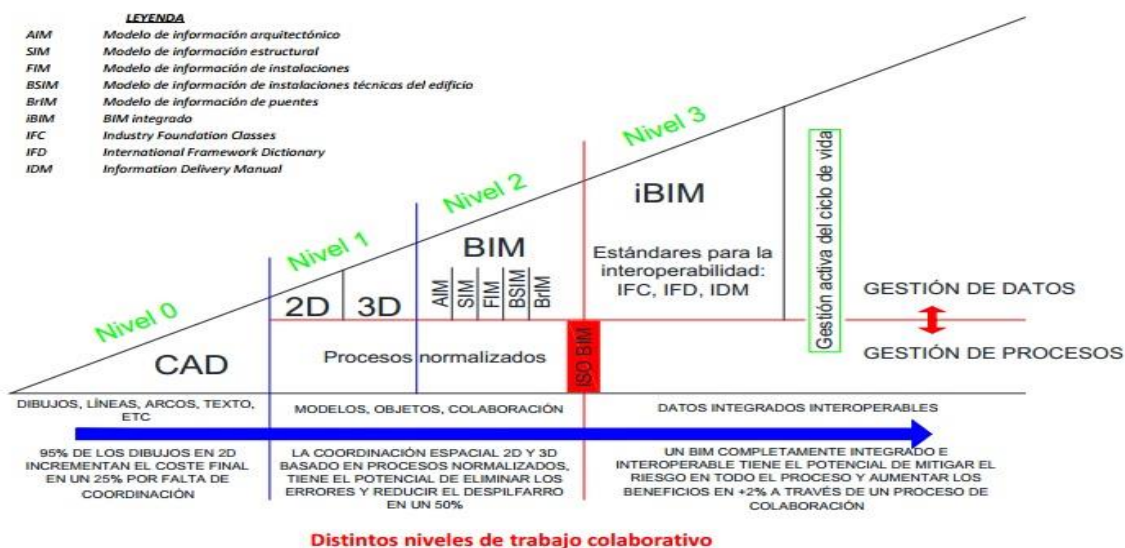


Figura 3. Niveles de capacidad en el caso de querer implantar la filosofía BIM en nuestro entorno de trabajo.

Fuente: Bew y Mervyn,(2008)

Los tres Niveles de ‘capacidad’ para pasar de la situación pre-BIM a la gestión de proyectos integrados (IPD) representan cambios revolucionarios y se caracterizan por lograr un hito o por alcanzar una competencia mínima. Por ejemplo, se considera que una organización ha alcanzado el Nivel 1 de Capacidad BIM si utiliza con relativa facilidad un software basado en objetos. Se alcanza el Nivel 2 de Capacidad BIM cuando una organización aborda la colaboración multidisciplinar basada en un modelo. Finalmente, el Nivel 3 de Capacidad BIM se consigue cuando una organización aborda la integración de un modelo interdisciplinar basado en la red. En esencia, los 3 niveles BIM son útiles para identificar las aptitudes mínimas de las organizaciones y equipos de proyecto, pero no son tan útiles para analizar o comparar cuánto mejor modelan, colaboran o integran sus prestaciones.

2.1.5 Índices de Madurez BIM

La madurez hace referencia a la mejora gradual y continúa de la calidad, repetitividad y predictibilidad para un nivel de capacidad BIM, esta madurez se evalúa mediante el Índice de Madurez que tiene 5 niveles tal como muestra la figura 4.

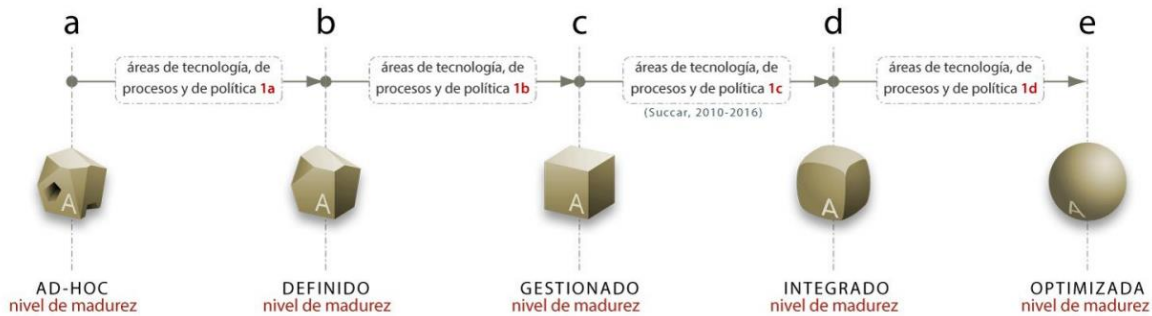


Figura 4, Muestra los niveles BIM mediante índices de madurez. Fuente: Succar, 2009

La progresión de menor a mayor nivel de madurez BIM indica (i) un mejor control a través de minimizar las variaciones entre los objetivos y los resultados reales, (ii) una mayor previsibilidad y la predicción mediante la reducción de la variabilidad en la capacidad, rendimiento y costes, y (iii) una mayor eficacia para alcanzar metas definidas y el establecimiento de nuevas y más ambiciosas. Succar (2009)

2.2 Implementar BIM en la Estructura de Trabajo ¿Por qué?

En el sector de la construcción es común encontrarse con problemas sujetos a múltiples errores, incompatibilidades e incongruencias producidas en las fases de diseño. Esto acarrea problemas en los procesos constructivos generando sobrecostos, correcciones de errores sobre la marcha, menor calidad de construcción y retrasos en los cronogramas, factores que conjuntamente hacen hoy de la construcción una industria poco competitiva y productiva.

En el año 2010 la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción, diagnosticó la situación actual de la coordinación de proyectos. Detectándose que las principales causas de una mala coordinación de proyectos derivan de la falta de comunicación entre los participantes (6,4), seguido del tiempo destinado para el desarrollo de los proyectos en la etapa de diseño (6,0), y en tercer lugar los cambios de proyecto generados por parte del mandante (5,9) para una escala del 1 al 7 de acuerdo a su importancia. De igual manera también se identificaron los principales problemas que ocurren en obra, detectándose que los tres

principales problemas son los atrasos en la entrega de la obra (6,5), seguido de aumentos en los costos finales de la obra (6,2) e información faltante en cada proyecto (6,1).

2.2.1 Beneficios y Costos de Implementación

Picchi (1993) en su tesis doctoral nos presenta que el 6% de las pérdidas económicas detectadas en proyectos de edificación ejecutados en São Paulo, se deben a proyectos no optimizados en su fase de diseño. Estudios posteriores realizados en Chile por (Alarcón y Mardones, 1998) muestran resultados similares a los obtenidos por Picchi (1993) donde problemas asociados al diseño que se reflejan en la etapa de construcción provienen de las mismas causales señaladas por él.

Mediciones realizadas durante el periodo 2003 y 2011 por la CDT publican que el posible mejorar el 6,5% el costo de construcción, indicador que se acerca al presentado por Picchi (1993), por ende es posible establecer, en términos conservadores, que el 6% de los costos de construcción pueden ser optimizados mejorando el estudio de un proyecto inmobiliario en la etapa de diseño. Valdés,(2014)

Mientras que la Universidad de Stanford a través del Centro de Ingeniería de Instalaciones Integradas (CIFE) realizó un estudio a 32 proyectos que usaron BIM, en donde registraron una reducción del 40% en los cambios no presupuestados, variación de la estimación del costo menor al 3%, ahorro de un 80% del tiempo para generar una estimación de costos, ahorro en un 10% del valor del contrato, y reducción de hasta 7% en tiempo del proyecto.

(Giel y Issa, 2011) estimaron el costo de la implementación en un 0,5% del costo total del proyecto y calcularon el retorno sobre la inversión para una serie de casos, con un rango que va desde un 16% a un 1.6%.

Salih (2012) muestran que el costo promedio de la implementación de BIM es 0,06% sobre el costo del proyecto y el ahorro medio es de 2,02% sobre el costo de cada proyecto, a partir de la recopilación de datos en 10 proyectos llevados a cabo por la empresa Holder Construction en EE.UU., encontrándose que el costo de la implementación difiere significativamente de la suposición hecha por (Giel y Issa, 2011) en sus estudios.

En Chile, Saldias (2012) registró un costo promedio de implementación de 0,16% sobre el costo del proyecto y un ROI promedio de 1,34%. Si bien los costos de implementación difieren, si nos

entregan un rango, el que puede ser tomado como base para estimaciones más precisas. Se destaca que los costos de implementación son marginales frente a los costos del proyecto, por lo que a mayor costo de construcción, se obtendrían más beneficios. (Valdés, 2014)

2.2.2 Adopción de BIM en el mundo y en Chile

La sistemática adopción de BIM a nivel global, con el especial hincapié en la implantación a través de programas de gobierno. El Reino Unido pone en marcha su plan el 2011 con el objetivo de reducir en un 20% los costes de los proyectos constructivos, para lo que fija la obligatoriedad del BIM en licitaciones pública a partir de 2016. Francia: Su plan se pone en marcha en 2014 y fija un uso obligatorio de BIM a partir de 2017 en Edificación. Alemania: Su plan se pone en marcha en 2015, impulsado por el sector privado y apoyado por el Gobierno a través de una serie de obras piloto. Finlandia, Noruega y Suecia: Uso obligatorio desde 2007-2010. Holanda: Uso obligatorio desde 2012 en Edificación. España también ha establecido la obligación del uso del BIM para marzo de 2018, mientras que para proyectos de infraestructuras habrá que esperar al 2019. Escocia, por su parte, lanzó un programa de implantación Nivel 2 en el 2015, estipulando que este será obligatorio en abril de 2017.

Estados Unidos, el gobierno, apoyado por asociaciones, profesionales y universidades, utilizó su poder de cliente para impulsar la industria por medio del requerimiento de uso progresivo, pero obligatorio, logrando entre el 2007 y 2012 que la adopción del BIM haya subido del 28% al 71%. Por otra parte, el Instituto del BIM en Canadá (IBC) está encargado de liderar y facilitar el uso coordinado del BIM en el diseño, construcción y gestión del entorno constructivo del país. Esta organización ha creado una hoja de ruta canadiense para el ciclo de vida en el sector AIC.

En Sudamérica, el Departamento Nacional de Transportes e Infraestructuras de Brasil está adoptando el BIM con el objetivo de disminuir un 30% los costes a lo largo del ciclo de vida de un edificio. No muy lejos de allí, el gobierno de Chile ha introducido ya un plan BIM que dura 10 años y que pretende alcanzar los requisitos del BIM para proyectos públicos de cara al 2020 y para los privados, el 2025. BimCommunity (2016).

Los ministerios constructores de infraestructura, el MOP, el MINVU, el MINSAL, Justicia, entre otros, incorporarán este modelo de clase mundial para mejorar sus procesos y prácticas. A partir

de enero próximo promoveremos que los proyectos públicos se hagan con este sistema. Presidenta M. Bachelet. (2015)

Esta iniciativa de gobierno responde al aumento de los niveles de adopción en los 3 últimos años desde un 23% registrado el 2013 a un 53% de usuarios que hoy declaran utilizar BIM. También, se destaca el aumento que han tenido los constructores de un 30% a un 39%. Como muestra imagen 5.

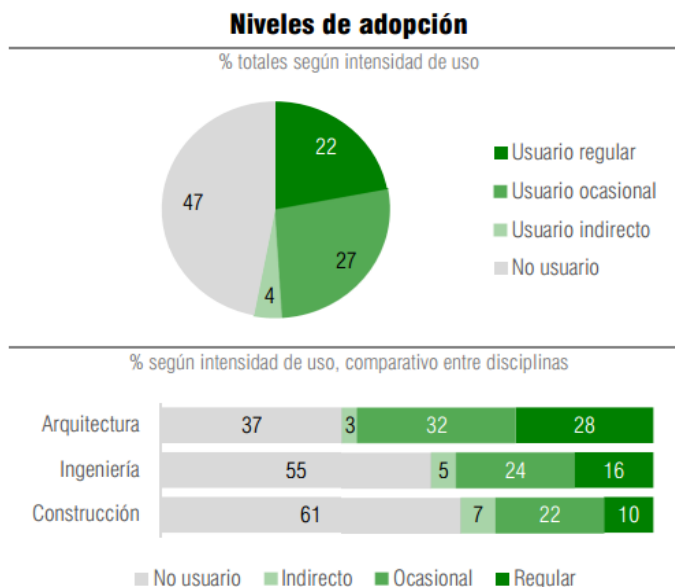


Imagen 5. Niveles de adopción BIM por tipo de usuario y segregado por disciplina. Fuente: Encuesta Nacional BIM, 2016.

En relación a la proyección la inmensa mayoría señala que su uso de BIM dentro de 12 meses será igual, mayor o mucho mayor al actual. Entre constructores, el 74% señala que será mayor o mucho mayor al actual.

Siendo el principal método de trabajo para usuarios ocasionales, primero dibujar en CAD y luego modelar en BIM (53%). Por el contrario, en usuarios regulares, el método preferido es sólo modelar en BIM (35%).

También se encontró una coincidencia transversal en todos los tipos de usuarios y disciplinas que los factores más influyentes para la masificación de la tecnología es una mayor disponibilidad de profesionales capacitados (77%), la necesidad de un estándar nacional (74%), o más aún, su regulación como documentación oficial (70%), también aparecen como factores influyentes. (Encuesta Nacional BIM, 2016).

- iii. Guías que buscan aclarar los requisitos al utilizar BIM en las diferentes etapas de un proyecto, tales como guía de Singapur BIM (2013) que presenta ejemplos de los atributos que tendrá cada elemento, o lo que deberá entregar cada actor del proyecto en cada una de las etapas de este.
- iv. Guías para generar planes de ejecución de proyectos BIM, tales como el Guía de planificación de la ejecución del proyecto BIM elaborada por la Universidad Estatal de Pensilvania. La cual se enfoca en asegurar que todos los actores del proyecto tengan claras las oportunidades, procesos y responsabilidades asociadas a la incorporación de BIM, definiendo por ejemplo matrices de responsabilidad para los actores del proyecto.

Para el desarrollo de este proyecto de título, se utilizara como base el documento “Guía de planificación y ejecución de proyecto BIM” al enfocarse en el desarrollo de un Plan de Ejecución (BEP) para hacer efectiva la integración de BIM en un proyecto u organización, abarcando en él, gran parte de los factores claves de implementación antes señalados.

2.3.3 Plan de Ejecución BIM (BEP)

El BEP es un documento integral que define la estrategia y los procesos BIM para conseguir la elaboración con éxito de un proyecto BIM. Este documento, ayuda a los equipos de trabajo a identificar y ejecutar los trabajos BIM que se ejercen en las diferentes fases de proyecto. El Plan debe definir el alcance BIM en el proyecto, identificar el flujo de procesos para tareas BIM, definir la información de intercambio entre las partes, describir el proyecto requerido y la infraestructura necesaria para llevarlo a cabo, ver imagen 6. Casellas, (2016)

La normativa específica del Reino unido; PAS 1192-2: 2013 define el proceso para definir un BEP y lograr nivel 2 BIM de trabajo. Convirtiendo este documento en un aspecto del proceso de entrega BIM muy importante que explica a todo el equipo del proyecto que se debe esperar uno del otro y cuando esperarlo.



Figura 6. Cantidad y diversidad de información que puede contener un BEP.

Fuente: Casellas, 2016

2.3.4 Metodología para Planificar la Implementación

Este trabajo propone una metodología en base a la estructura de implementación planteada en el documento “Guía de planificación y ejecución de proyectos BIM, 2013”, tal como se muestra en figura 7.

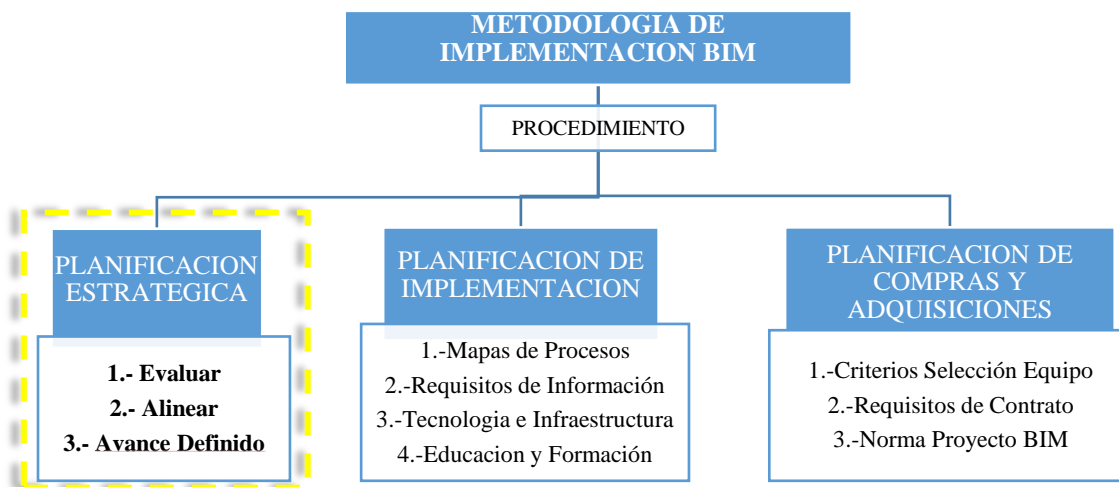


Figura 7. Plan de ejecución BIM creado por integrated computer construcción (CIC) grupo de investigación de la Universidad Estatal de Pennsylvania. Fuente: Elaboración propia.

Acotándose solo al desarrollo del procedimiento de planificación estratégica para generar una visión global de implantación que incorpore todos los factores claves identificados en la Tabla 1. Se busca que mediante este procedimiento estructurado describir una estrategia para la integración de BIM en la organización, centrándose en las decisiones necesarias para definir los

procesos y estándares BIM; en diseñar estrategias de integración de la información; e identificar estrategias de contratación apropiadas.

Si bien las organizaciones podría estar buscando fuentes que proporcionan una "solución única para todo enfoque" al momento de planificar la implementación de BIM, es importante entender que no hay dos organizaciones iguales. Manteniendo esa restricción en mente, el procedimiento de planificación estratégica adoptado se puede separar en tres pasos principales: 1) Evaluación, 2) Alineación, y 3) Avance definido.

El propósito de este procedimiento de planificación estratégica, es facilitar los pasos necesarios para determinar y definir las metas y objetivos BIM con los niveles de uso deseados, describiendo mediante una hoja de ruta la dirección de hacia dónde centrar los esfuerzos de futuras implementaciones.

3 DESARROLLO DE PLANIFICACION ESTRATEGICA

La planificación estratégica ayudara a garantizar a la organización si está lista para la implementación de un nuevo proceso o tecnología con los recursos previstos. Si se aplica correctamente, puede promover la colaboración dentro de una organización y reducir en gran medida las posibilidades de fracaso.

Entre los resultados esperados de obtener a través de la creación de un plan estratégico BIM se incluyen:

- ✓ Una clara comprensión de los objetivos de la organización y los objetivos BIM en un plazo determinado.
- ✓ La asignación efectiva de recursos de la organización a competencias y prioridades BIM.
- ✓ La existencia de un punto de referencia a partir del cual medir el progreso en cada uno de los componentes claves.
- ✓ La promoción del trabajo en equipo y una perspectiva integrada de la planificación.

3.1 Evaluación de Conducta Organizacional BIM

El primer paso en la planificación estratégica es la identificación del nivel actual de la organización en cuanto a la aplicación y madurez de BIM en la estructura de trabajo, como también, la identificación de indicadores de desempeño en la ejecución de proyectos, que ayudarán a determinar qué aspectos de la unidad operativa y del desarrollo de proyectos requieren de mejoras.

3.1.1 Matriz de Madurez BIM (BIm3)

Esta herramienta compuesta de 2 ejes: el conjunto de Capacidades BIM y el Índice de Madurez BIM, permite la auto-evaluación de organizaciones a un bajo nivel, evaluando el estado de las competencias y prioridades BIM de cada paso que debe cumplir o madurar una organización para conseguir la siguiente etapa o nivel BIM. Anexo A

Esta forma de mirar el enfoque de la implementación de BIM en etapas y pasos beneficiará a la organización permitiéndole optimizar sus esfuerzos y priorizar sus acciones. Actuando en cada nivel BIM como (1) un punto desde donde empezar, (2) un objetivo al que aspirar o (3) un hito en

el camino hacia el objetivo BIM final. La identificación de pequeños pasos entre etapas permitirá a la organización planear sus próximos movimientos, elegir su propio ritmo de cambio y después alcanzar los niveles de madurez deseados con mucha menos angustia, coste y frustración.

3.1.2 Nivel de Madurez BIM en la Organización

Una vez realizada la evaluación aplicando la matriz madurez al interior de la estructura y entorno de trabajo de la unidad operativa. Se logró establecer que ésta se encuentra en un nivel Pre-BIM de la Imagen N° 3. (Ver Anexo A) encontrándose que desde la capacidad Política (uno de los Campos BIM), que no existen directrices BIM, protocolos de documentación o estándares de modelado ni tampoco planes de control de calidad. En los Procesos, hay una enorme dependencia en la documentación 2D para describir la realidad 3D, no existen procesos ni roles definidos. La comunicación entre los actores es menos que la adecuada y los equipos de proyecto se desmantelan en cuanto los proyectos se llevan a cabo. La inversión en tecnología es baja y los trasposos de información sufren una grave falta de interoperabilidad entre aplicaciones de software y quienes los usan.

3.1.3 Desempeño de Negocio en Ejecución de Proyectos

El siguiente paso de este procedimiento de planificación, corresponde la medición del desempeño de negocio de la unidad operativa en el mercado, mediante el diagnóstico de 3 casos de estudio de proyectos ya ejecutados de similares características en cuanto a complejidad, materialidad, tipo de serviciabilidad y contratos.

Este diagnóstico se realizara analizando 3 de los 4 pilares fundamentales de cualquier proyecto de construcción. Costo, Plazos y Calidad.

3.1.3.1 Selección de indicadores

La elección de indicadores, se obtuvo desde el documento “Indicadores Cuantitativos para Benchmarking, manual de utilización, 2014” publicado por GEPUC. Por la entrega información cuantitativa respecto del logro de los objetivos de un proyecto.

Tabla 2. Indicadores de Desempeño que serán Evaluados y la manera de Calcularlos.
Fuente: GEPUC, Adaptación propia.

Ítem	Indicador	Variables	Fórmula(s)
Costo	Desviación de Costo por Proyecto	Costo Real	$(\text{Costo Real} - \text{Costo de Obra}) * 100 / \text{Costo de Obra}$
		Costo de Obra	
Alcance del Proyecto	Cambio en Monto Contratado	Venta Contrato Inicial	Venta Contrato Final / Venta Contrato Inicial
		Venta Contrato Final	
Plazo	Desviación de Plazo de Entrega	Entrega Real	$(\text{Entrega Real} - \text{Entrega Programada}) * 100 / \text{Entrega Programada}$
		Entrega Programada	
Hitos Contractuales	Cumplimiento de entrega de Hitos de Contrato.	Nº Hitos cumplidos	Nº Hitos Cumplidos / Nº Total de Hitos
		Nº Total de Hitos	
Calidad	Calidad de diseño de proyecto	Nº de Modificaciones	Nº de Modificaciones / Nº Total de NC
		Nº Total de NC	
Calidad	Calidad en entrega de información	Nº de errores o falta de detalle	Nº de Errores o Falta de Detalle / Nº total de RDI
		Nº Total de RDI	

3.1.3.2 Recolección de datos

Con el fin de estandarizar los datos y conseguir que éstos sean comparables, la metodología propuesta para la selección de indicadores, recolección y análisis de los datos, enfatiza que estos serán extraídos desde informes finales de obra, registros de notas de cambio (NC) y requerimientos de información (RDI), controles de avance de obra y cumplimientos en las entregas de hitos contractuales, contexto en el cual dichos valores serán clasificados, ordenados y calculados.

3.1.3.3 Descripción de proyectos de estudio

Se escogieron tres proyectos destinados a oficinas en edificación en altura, desarrollados de la forma tradicional diseño-licitación-construcción y bajo un contrato a suma alzada, de tal forma de disponer de una documentación más completa de los problemas generados durante la construcción del proyecto. Las obras a analizar son las siguientes:

A. EDIFICIO BIO BIO CENTRO (2012-2013)

- Descripción: Construcción edificio 7 pisos y 2 Subterráneos.
- Alcance: Monto total de UF 243.289,85; 15.480 m² de superficie edificada.
- Tipo de Entrega: Obra gruesa terminada.
- Duración del Proyecto: 488 días.
- Inmobiliaria MONTE K2 S.A.
- Ubicación: Comuna de Hualpen.

B. EDIFICIO NEOCENTRO (2012-2014)

- Descripción: Construcción de edificio de 16 pisos y 3 Subterráneos.
- Alcance: Monto total de UF 249.729,91; 18.740 m² de superficie edificada.
- Tipo de Entrega: Obra gruesa terminada.
- Duración del Proyecto: 729 días.
- Inmobiliaria NUMANCIA S.A.
- Ubicación: Comuna de Concepción.

C. EDIFICIO CENTRO COSTANERA (2013-2015)

- Descripción: Construcción de edificio de 17 pisos seccionado en 3 torres y 4 Subterráneos.
- Alcance: Monto de UF 759.328,32; 45.153 m² de superficie edificada.
- Tipo de Entrega: Obra gruesa terminada.
- Duración del Proyecto: 630 días.
- Inmobiliaria AITUE S.A.
- Ubicación: Comuna de Concepción.

3.1.3.4 Desempeño de indicadores

El análisis realizado a proyectos ejecutados arrojó los indicadores de desempeño que se muestran a continuación.

Tabla 3. Resultado del Cálculo de Indicadores de Desempeño para los Proyectos de Estudio.
Fuente: Elaboración propia

INDICADORES DE DESEMPEÑO						
PROYECTOS	Desviación de Costos	Cambio en Monto Contratado	Desviación de Plazo de entrega	Incumplimiento Hitos de Contrato.	Calidad de diseño de proyecto	Calidad en entrega de información
E. Bio Bio Centro	0,25	0,04	0,07	0,60	0,55	0,53
E. NeoCentro	0,52	- 0,05	0,14	0,42	0,67	0,60
E. Centro Costanera	4,38	- 0,12	0,25	0,67	0,73	0,75

Los resultados de estos indicadores son un fiel reflejo del desempeño de las obras analizadas, registrándose para indicadores de desviación de costo un resultado positivo revelando que se utilizaron más recursos de los previstos, al igual, la desviación de plazo de entrega mientras más positiva reflejara mayor atraso en la recepción de obra por parte del mandante, sin dejar indiferente las multas pagadas por incumplimientos de hitos de contrato, resultados que afectan directamente las utilidades esperadas por proyecto.

Tabla 4. Cuantificación de costos inducidos por las Desviaciones de Plazos, Pago de Multas y Cambios del Monto Contratado. Fuente: Elaboración propia

CUANTIFICACION DE DESEMPEÑO				
PROYECTOS	Desfase de entrega	Multa por Incumplimiento	Cambio en Monto Contratado	Desviación de Costos
E. Bio Bio Centro	32 días	UF 190	UF 10.801,2	UF -643,5
E. NeoCentro	92 días	UF 530	UF -13.656,3	UF -1.253,9
E. Centro Costanera	160 días	UF 4.120	UF -94.465,5	UF -29.234,7
Pérdida total cuantificada				UF - 31.132,1

De los malos resultados obtenidos es posible visualizar en figura 8, que las desviaciones de costos y plazos responden directamente a los cambios en el monto inicial contratado.

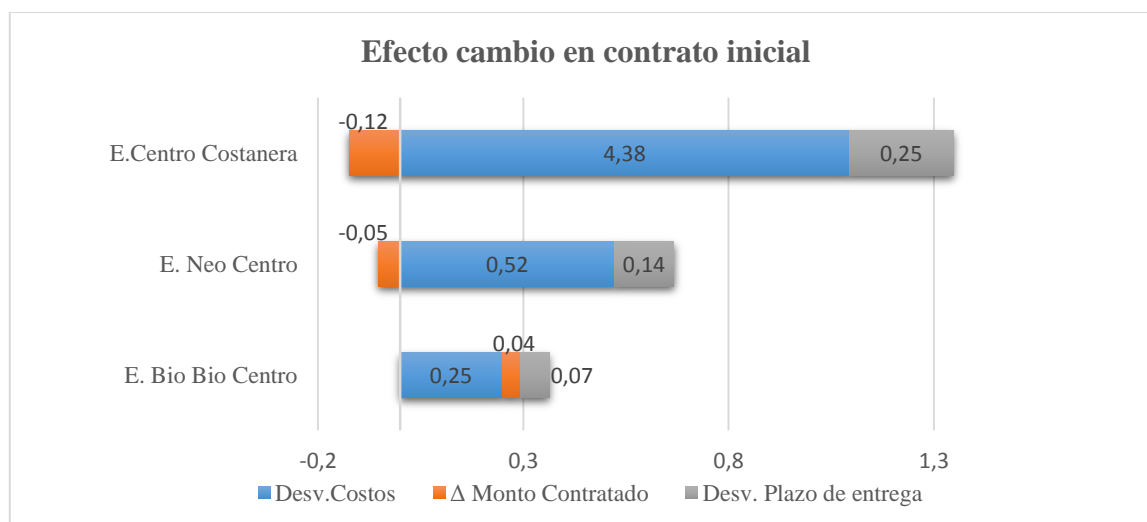


Figura 8. Efecto del cambio de monto inicial contratado en los costos y plazos de entrega. Fuente: Elaboración propia

Indicadores como los de calidad en el diseño de proyecto o de la entrega de información nos reflejan la magnitud de trabajo extra que se debió realizar en la actualización y coordinación de documentos aptos para traspasar a terreno, cuantificación de costos que escapan el alcance de este trabajo.

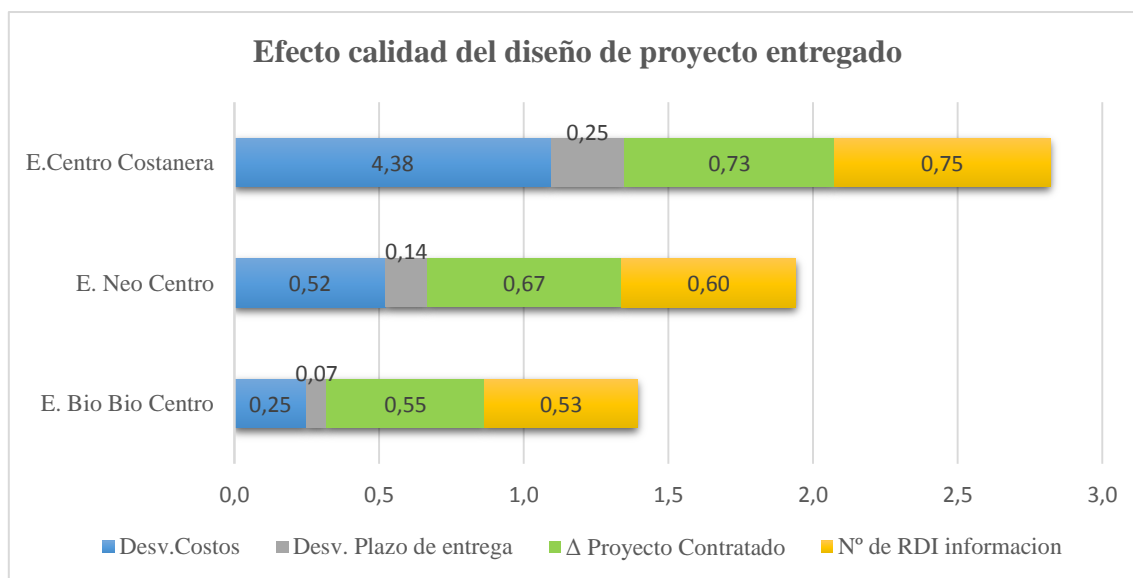


Figura 9. Relación que tiene la calidad del proyecto entregado apto para construcción en los costos y plazos de entrega. Fuente: Elaboración propia

Tal como es el caso del proyecto Centro Costanera que registro un 73% del total de aumentos de obra correspondían a modificaciones del proyecto original y un 75% del total de RDIs fueron consultas por falta de detalles o errores en el diseño.

Con la finalidad de entender de mejor manera y lograr generar algunas explicaciones a los indicadores calculados, es que, se hará uso de las entrevistas a profesionales que están involucrados directamente con el desempeño de proyectos, de modo, de respaldar el análisis de los indicadores.

De las entrevistas realizadas a gerentes y administradores de cada proyecto, los que, teniendo conocimiento de los indicadores calculados, comentaron y aludieron algunas causas ocurridas durante la ejecución de cada proyecto que pudieron influir o pudieran explicar los malos desempeños obtenidos. Destacando las causas que se presentaron con mayor frecuencia en los proyectos de estudio y las cuales se presentan a continuación.

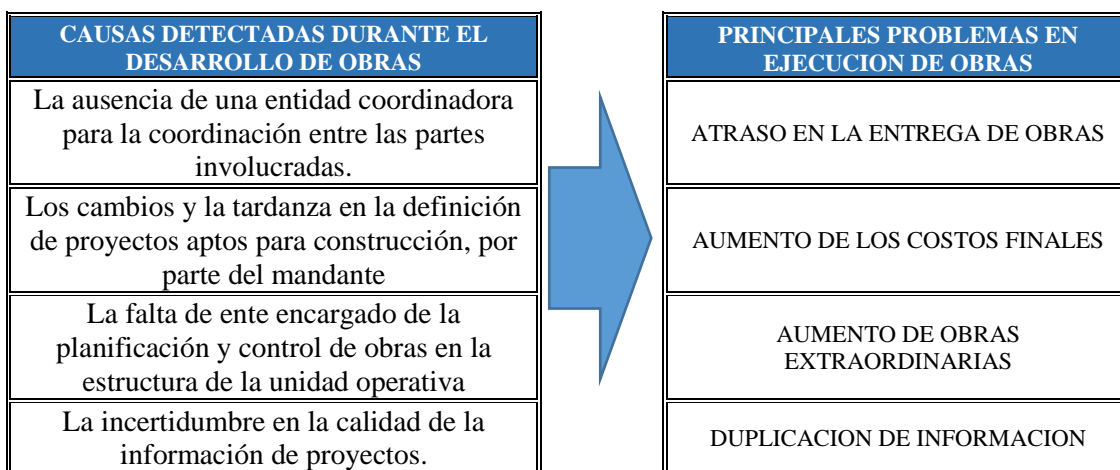


Figura 10. Esquema Causa – Efecto de algunos problemas en la ejecución de proyectos, según gerentes y administradores de proyectos. Fuente: Elaboración propia

3.1.4 Oportunidades de Mejoras

Al analizar los indicadores de desempeño se lograron identificar qué áreas en la unidad operativa trabajo y en el desarrollo de proyectos se requieren de mejoras y/o adopción de herramientas y usos BIM. Tales como, áreas enfocadas a mejorar la coordinación de los procesos diseño y ejecución de proyectos, a emplear herramientas tecnológicas en la planificación y control de obras o también a áreas del funcionamiento interno de la unidad operativa como mejorar el traspaso, manejo y la calidad de información de proyectos como también la necesidad construir capacidades al interior y al exterior del equipo de trabajo.

3.1.5 Cuantificación de Beneficios

Para cuantificar los beneficios que BIM podría generar en los proyectos de estudio analizados, se creó un escenario en donde se utilizó la tecnología BIM en ellos para coordinar digitalmente todos los proyectos de especialidades de tal forma de detectar tanto las inconsistencias como colisiones, efectuar cubicaciones de obra y cierres de presupuestos,.

Con este escenario se busca cuantificar el ahorro que es posible obtener, al invertir más tiempos y recursos en la etapa de diseño, permitiendo comenzar la fase de construcción con un proyecto totalmente definido. Utilizando el indicador costos presentado Picchi (1993) y por la CDT (2011), del cual es posible establecer, en términos conservadores, que el 6% de los costos de construcción pueden ser optimizados mejorando el estudio de un proyecto inmobiliario en la etapa de diseño. Valdés, (2014)

En el cálculo del impacto sobre los indicadores de desempeño se hará a través de los índices de mejoras publicados por el Centro de Ingeniería de Instalaciones Integradas (CIFE).

Tabla 5. Índices de Mejoras para la Cuantificación de Beneficios.
Fuente: Elaboración propia

-7%	Reducción del tiempo de entrega del proyecto.
100%	En el cumplimiento de fechas de entregas
-40%	Reducción en cambios no presupuestado.
0%	Se eliminan inconsistencias e interferencias entre proyectos
± 3%	Precisión de presupuestos
6%	Ahorros del presupuesto total

A continuación, se muestra el impacto en los indicadores de desempeño al desarrollar los proyectos utilizando la metodología BIM y las herramientas que esta nos brinda durante los procesos de diseño, pre-construcción y ejecución de obras, reflejándose significativamente en los costos finales de cada proyecto. Cuyos resultados se pueden apreciar en los siguientes cuadros de resumen.

3.1.5.1 Impacto en indicadores de desempeño

Tabla 6. Impacto en los Indicadores de Desempeño y la Cuantificación de Beneficios para el Proyecto Bio Bio Centro. Fuente: Elaboración propia

Edificio BIO BIO CENTRO					
Indicador de Desempeño	Índice reportado	Sin BIM		Con BIM	
Desviación de Plazo de Entrega	-0,07	0,07	32 días	-0,07	- 32 días
Incumplimiento de Hitos de Contrato.	0	0,60	UF - 190,00	0	UF 0,0
Calidad de Diseño de Proyecto	-0,4	0,55	N/A	0,44	N/A
Calidad en Entrega de Información	0	0,53	N/A	0	N/A
Cambio en Monto Contratado	± 0,03	0,04	UF 10.801,15	± 0,03	± UF 7754,45
Desviación de Costos	-0,06	0,25	UF - 643,50	-0,06	UF 15.508,91

Tabla 7, Impacto en los Indicadores de Desempeño y la Cuantificación de Beneficios para el Proyecto Neo Centro. Fuente: Elaboración propia

Edificio NEO CENTRO					
Indicador de Desempeño	Índice reportado	Sin BIM		Con BIM	
Desviación de Plazo de Entrega	-0,07	0,14	92 días	-0,07	-45 días
Incumplimiento de Hitos de Contrato.	0	0,42	UF - 530,00	0	UF 0,0
Calidad de Diseño de Proyecto	-0,4	0,67	N/A	0,44	N/A
Calidad en Entrega de Información	0	0,60	N/A	0	N/A
Cambio en Monto Contratado	± 0,03	-0,05	UF -13.656,26	± 0,03	± UF 7205,65
Desviación de Costos	-0,06	0,52	UF -1.254,96	-0,06	UF 14.411,31

Tabla 8. Impacto en los Indicadores de Desempeño como la Cuantificación de Beneficios para el Proyecto Centro Costanera. Fuente: Elaboración propia

Edificio CENTRO COSTANERA					
Indicador de Desempeño	Índice Reportado	Sin BIM		Con BIM	
Desviación de Plazo de Entrega	-0,07	0,25	160 días	-0,07	-44 días
Incumplimiento de Hitos de Contrato.	0	0,67	UF -4.120,00	0	UF 0,0
Calidad de Diseño de Proyecto	-0,4	0,73	N/A	0,44	N/A
Calidad en Entrega de Información	0	0,75	N/A	0	N/A
Cambio en Monto Contratado	± 0,03	-0,12	UF -94.465,51	± 0,03	± UF 20041,90
Desviación de Costos	-0,06	4,38	UF -29.234,78	-0,06	UF 40.083,81

Se destaca la notable mejora en la cuantificación de la desviación de costos por proyecto, considerando que solo se utilizó un escenario que refleje un 6% de ahorro del presupuesto total. Ahorros que tienen directa relación con la mejora en la comunicación entre los participantes, un mayor tiempo destinado para el desarrollo de los proyectos en la etapa de diseño y la reducción de cambios de proyecto por parte del mandante.

3.1.5.2 Costo y Beneficios de implementación

Para cuantificar los costos se utilizaron resultados obtenidos en el trabajo de investigación de Fernanda Gonzales, 2014. Mostrando que el costo promedio de implementación cada 1000 m² es de UF 25,9 utilizando el método de contratación de consultora BIM para generar modelos 3D y de UF 56,2 mediante la implementación interna en el proyecto, mientras que los beneficios son los calculados en el capítulo anterior para cada proyecto.

Tabla 9. Costos y beneficios de utilizar BIM por medio de la contratación de Consultora BIM. Fuente: Elaboración propia.

Año	Costo Proyecto (UF)	Proyecto	Costo BIM (UF)	Beneficio BIM (UF/m ²)	Costo BIM / Proyecto (%)	Beneficio BIM/Costo proyecto (%)
2015	762.529,03	Edificio Centro Costanera	1.169,46	0,89	0,15%	0,08%
2014	253.844,91	Edificio Neo Centro	485,37	0,77	0,19%	0,16%
2013	247.680,83	Edificio Bio Bio Centro	400,93	1,00	0,16%	0,25%
				0,89	0,17%	0,16%

Tabla 10. Costos y beneficios de utilizar BIM efectuando una Implementación Interna para el proyecto. Fuente: Elaboración propia

Año	Costo Proyecto (UF)	Proyecto	Costo BIM (UF)	Beneficio BIM (UF/m ²)	Costo BIM / Proyecto (%)	Beneficio BIM/Costo proyecto (%)
2015	762.529,03	Edificio Centro Costanera	2.537,60	0,89	0,33%	0,03%
2014	253.844,91	Edificio Neo Centro	869,98	0,77	0,34%	0,09%
2013	247.680,83	Edificio Bio Bio Centro	1.053,19	1,00	0,43%	0,10%
				0,89	0,37%	0,07%

Para los proyectos estudiados, se reportan beneficios para los proyectos en las 2 modalidades de implementación. Obteniéndose resultados, cuyos valores promedios incluyendo el costo de implementación sobre el costo total del proyecto están dentro del rango de valores mostrados en capítulo 2.2.1.

3.2 Nivel de Implementación Deseada

A partir de la evaluación antes realizada se logró identificar áreas que requerían de mejoras en sus procesos o de la adopción de tecnología BIM. Áreas directamente relacionadas con mejorar los resultados de indicadores obtenidos, en base a lo anterior se fijaron metas y objetivos BIM, como también, el nivel de capacidad y madurez BIM que la organización debe obtener para cumplirlas.

3.2.1 Descripción de Áreas de Adopción

A continuación se describen las 3 áreas en donde es posible incorporar metodologías de trabajo y tecnologías BIM.

I. Construcción de Capacidades

Construir un equipo de profesionales y técnicos capacitados en el uso adecuado de BIM incluyendo a participantes de otras especialidades, para formar un entorno común de trabajo integrado y colaborativo para el desarrollo de proyectos con la finalidad de lograr impactos como:

- i. Proveer un entorno de negocios adecuado para el uso de BIM.
- ii. Proveer una oferta de tecnología digital competitiva y adaptada a las necesidades locales junto con el uso de estándares abiertos.
- iii. Crear un equipo de conocimiento común que acelere y asegure el proceso de implementación.
- iv. Motivar a empresas a implementar BIM, promoviendo la competencia en el sector.
- v. Dejar de asumir los costos de subcontratar los servicios de modelado y coordinación de proyectos.

II. Coordinación de Proyectos.

Tomar una mayor participación en el proceso de coordinación de proyectos, permite a una empresa constructora beneficios como:

- i. Dar soporte a la toma de decisiones de proyecto.
- ii. Mejorar la comunicación entre todos los involucrados.
- iii. Mejora en la calidad en la documentación del proyecto, aumentando el valor como producto final.

- iv. Aumento en la calidad de la información para la fase de construcción.
- v. Reducción de tiempo en la producción de la documentación para proyectar y ejecutar más tarde las obras.

III. Planificación y Control de Obras.

Considerar la incorporación de una entidad que se encargue de la planificación desde la etapa de pre-construcción hasta el control en la ejecución de obras, apoyada de herramientas y usos BIM resultaría bastante beneficioso desde el punto de vista de la productividad, permitiendo:

- i. Incrementar y asegurar la calidad del proceso de construcción y producto final
- ii. Analizar con más detalle los procesos de la fase de construcción permitiendo optimizarlos y hacerlos más eficientes.
- iii. Dar soporte a los análisis de costos del proyecto con mejores mediciones durante las fases de presupuesto y ejecución.
- iv. La generación de modelos 4D de secuencias constructivas y visualizaciones del estado de avance de la construcción.
- v. Planificar la organización de las obras y de la seguridad en el trabajo.

3.2.2 Definición de Metas y Objetivos BIM

Al no existir un equipo de planificación BIM en empresa constructora, es que se proponen la misión y visión organizacional que nos guíen en la definición de metas y objetivos en base a la optimización del potencial de BIM en la etapa de construcción.

- **Misión:** Fortalecerse en la industria de la construcción con el uso de las tecnologías BIM, a través de un trabajo minucioso, atendiendo los reales requerimientos de nuestros clientes, de manera de impulsar los procesos de negocios.
- **Visión:** Ser reconocidos en el mercado como una empresa que incorpora la filosofía BIM en su estructura de trabajo, transformándonos en un socio estratégico de equipos de construcción para cualquier tipo de proyectos.

Las metas y objetivos que se describen a continuación deben entenderse como un hito a cumplir en el camino de la implementación, hacia la obtención de la misión y visión organizativa impuestas.

➤ **Metas:**

- I. Mejorar la calidad de la documentación apta para construcción, junto con disminuir el tiempo necesario para producirla.

Objetivos

- i. Reducir en un 70% el número de RDIs y notas de cambio de proyectos.
 - ii. Eliminar las interferencias entre especialidades y los tiempos de espera por falta de información en la fase de construcción.
 - iii. Entregar documentación as-built a través de modelos 3D con información requerida por el mandante.
-
- II. Dar soporte a los análisis de costos y constructabilidad del proyecto con mejores mediciones durante las fases de presupuesto y ejecución.

Objetivos

- i. Contar con una base de datos e información útil para el estudio como para el desarrollo de futuros proyectos.
 - ii. Asegurar la factibilidad, la coordinación y el cumplimiento los programas y secuencias constructivas.
 - iii. Obtener una precisión de un ± 3 % en la generación de presupuestos de obra.
-
- III. Administrar un entorno de negocio adecuado para el uso de BIM.

Objetivos

- i. Desarrollar proyecto piloto gestionado en un nivel 2 de madurez BIM.
- ii. Contar con un equipo profesional con la capacidad de asegurar y acelerar el proceso de implementación.
- iii. Establecer estándares detallados y planes de calidad que aseguren una óptima gestión de la información.

En cada meta y objetivo determinado es posible observar que requieren de un avance importante en la cuanto a la madurez de competencias y prioridades descritas en los campos y niveles BIM.


3.2.3 Nivel de Madurez Deseado para la Implementación


Siguiendo el enfoque de evaluación de la matriz de madurez BIM, se logró identificar los índices de madurez y la etapa o nivel BIM que la organización requiere para estructurar una metodología de trabajo entorno a BIM, permitiéndole optimizar sus esfuerzos y priorizar sus acciones. La evaluación del estado de las competencias y prioridades BIM de cada paso que debe madurar se muestra en Anexo A.

Como conclusión del análisis efectuado se observó, que el nivel de capacidad BIM necesario de alcanzar por la organización es la colaboración basada en el modelado (Nivel 2) entre agentes del sector de AIC. Mientras que los índices de madurez de las competencias y prioridades para cada campo BIM alternan entre Definido (b) y Gestionado (c), debiendo madurar varios aspectos antes de llegar a conseguirlos. Tal como muestra el cuadro que resume la Matriz de Madurez BIM.

Tabla 11. Resumen la evaluación organizacional a través de la matriz de madurez BIM.
Fuente: Elaboración propia

Áreas de Madurez		a	b	c	d	e
		INICIAL	DEFINIDO	GESTIONADO	INTEGRADO	OPTIMIZADO
Tecnología	Software					
	Hardware					
	Red					
Procesos	Recursos					
	Actividades & flujos de trabajo					
	Productos & Servicios					
	Liderazgo & Gestión					
Política	Preparatorio					
	Regulador					
	Contractual					

 Madurez Actual en la Organización

 Madures deseada por la Organización

La identificación de los pasos que debe madurar entre las etapas permite a la organización planificar el ritmo con el cual ejecutara los cambios, teniendo presente cuáles serán sus próximos movimientos hasta alcanzar los niveles de madurez deseados.

3.3 Avance Definido: Plan Estratégico de Acción

Al establecer una línea de base para monitorear el desarrollo de una implementación en momentos predeterminados o puntos en el tiempo, permitirá a la organización disminuir el riesgo de aumento de costos, de tiempo y recursos mal dirigidos. Estableciendo un avance definido que tenga como pilar fundamental una estrategia de promoción tanto de negocio como de integración de conocimientos BIM en la estructura de trabajo.

3.3.1 Estrategia de Promoción

Se propone formar una alianza de trabajo colaborativo y multidisciplinario con otros participantes del sector, asumiendo el rol de coordinadores y ejecutores de proyecto, apoyados del modelo de negocio basado en el tipo de contrato de Diseño-Construcción. Entregando la posibilidad a los integrantes de generar nuevos y mejores negocios, disminuir los costos de implementación asociados a formación y capacitación del equipo multidisciplinario, como también, estructurar un flujo de trabajo y traspaso de información que asegure la obtención de los objetivos en común. Esta alianza se aprecia conformando un equipo de trabajo BIM en la figura 11, donde el personal representado por la constructora esta destacado en barras de color amarillo, mientras la estrategia se muestra con más detalle en hoja de ruta capítulo 3.3.3.



Figura 11. Actores que forman el equipo de proyectos BIM, junto con la manera de interactuar entre sí.

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Contrato de Diseño – Construcción

En este modelo el propietario contrata directamente un equipo de diseño-construcción para definir un programa de construcción que permita al propietario satisfacer sus necesidades. La entidad contratada estima entonces el costo total para diseñar y construir el proyecto. Este contrato permite crear un ambiente ideal para trabajar con las tecnologías BIM. Mediante flujos de trabajos mucho más colaborativos puesto que estos han sido ya acordados desde un principio e incluso han sido incluidos como parte del contrato. El flujo de información es más complejo, sin embargo es esta “complejidad” la que permite que los resultados sean mucho mejores y más eficientes, pues los involucrados no pueden no terminar su trabajo, están involucrados en el proyecto hasta el fin de este. Esta situación se ilustra en la figura 12.

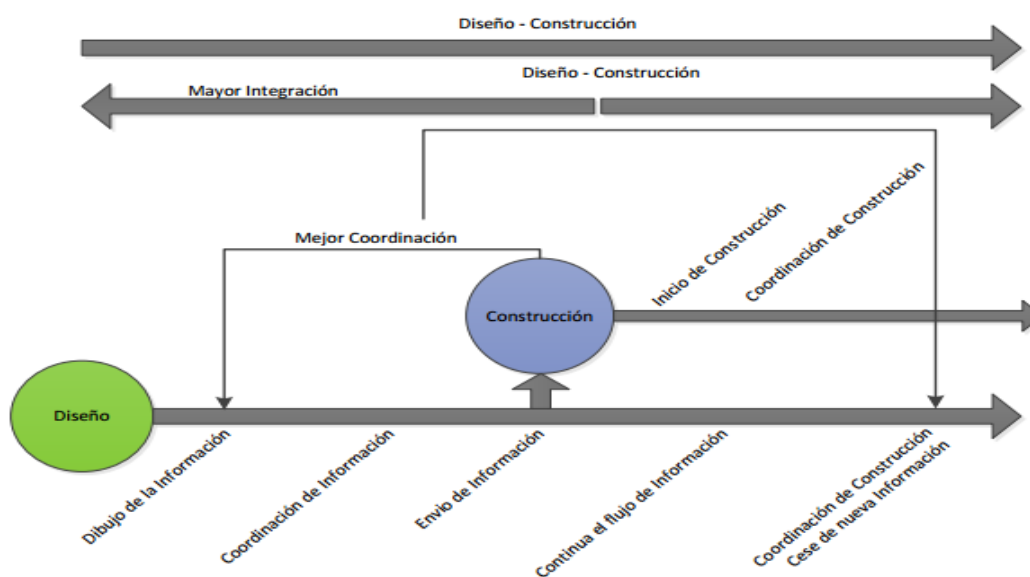


Figura 12. Flujo de información de diseño en contratos de Diseño-Construcción.

Fuente: Succar, 2009

Este tipo de contratos han crecido tanto en popularidad que en el 2006, existieron variaciones que representaron el 40% del total de contratos de proyectos de construcción en Estados Unidos. (Eastman et al., 2012)

3.3.3 Hoja de Ruta

El proceso descrito en la Hoja de Ruta para la implementación de BIM en la unidad operativa tiene como objetivo generar una visión global de implantación que incorpore conceptos y factores claves mostrados en este trabajo, dejando las decisiones referentes a los temas operacionales para cuando se haga efectiva la implementación.

De cara, al desafío del sector de alcanzar un futuro productivo y sostenible a través de la incorporación la metodología BIM en su estructura de trabajo, lo que para el año 2020 será de carácter obligatorio en el desarrollo de cualquier proyecto de Obras Públicas en Chile.

La estrategia que rige esta iniciativa es la contratación de empresa consultora externa, quien será, la encargada de efectuar un programa para la formación y capacitación BIM, que se explica en detalle más adelante.

Esta Hoja de Ruta se expresa como un esquema temporal con horizonte de 1 año siendo dividido en 4 fases trimestrales, donde se pueden visualizar los recursos y habilidades a obtener para abordar las áreas de adopción y lograr las metas y objetivos planteados. Tal como se presenta en la imagen N° 10 a continuación:

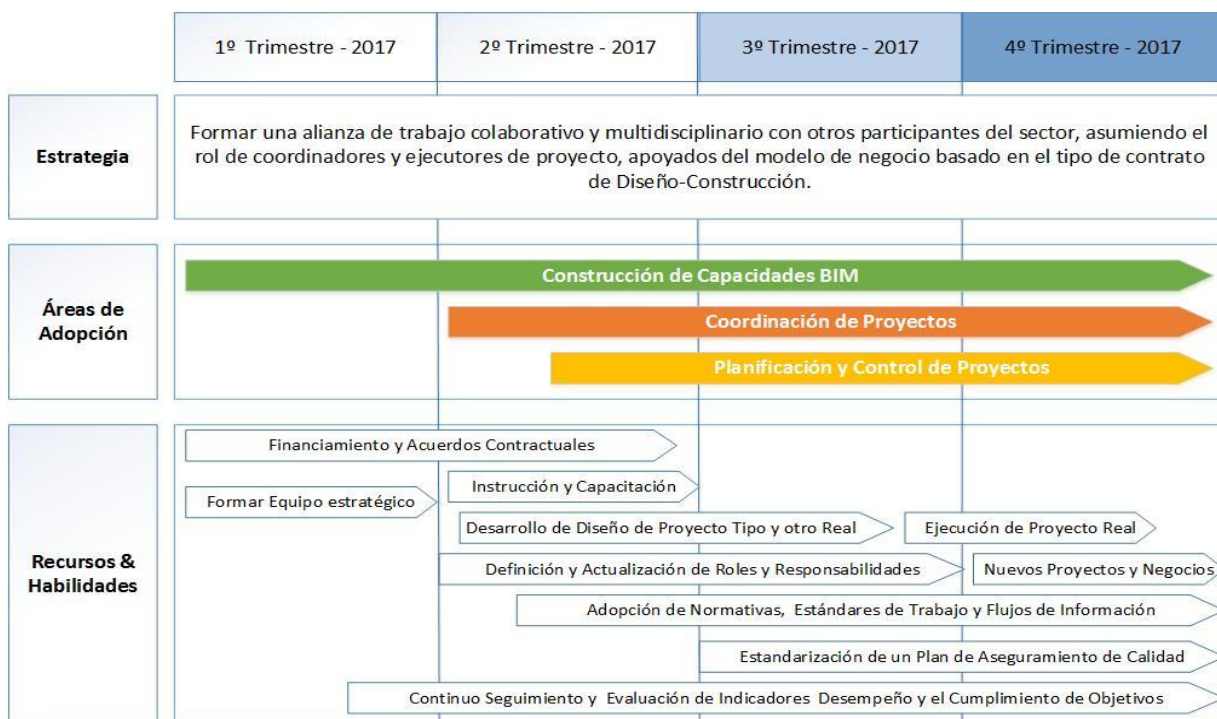


Figura 13. Esquema global de hoja de ruta para la implementación de BIM dentro de la Organización.

Fuente: Elaboración Propia

Las 4 fases trimestrales, representan 4 planes de evolución hacia la madurez de implementación deseada, a través de la evolución de 4 ejes estratégicos como la Organización, Tecnología, Procesos y Políticas, que apoyados de los índices de madurez indicados en la matriz BIM, mostrarán los hitos que cumplir para seguir el camino hacia la incorporación de esta metodología de trabajo. A continuación se dejan los planes de evolución para cada fase.

3.3.3.1 Fase 1: Plan Estratégico

Esta fase inicial de la hoja de ruta, comienza desde el momento que se decide dar el vamos a la implementación de BIM, momento en que también, se debe comprometer a la inversión en recursos tecnológicos, en reconocer la necesidad de educar y capacitar a los agentes que participaran y se deberá estar dispuesto a generar y aceptar cambios tanto en la estructura como en los procesos de trabajo. Esta fase de carácter estratégico-preparatorio se sub-divide en los hitos relevantes a nivel interno (Fase 1.1) como a nivel de equipo estratégico (Fase 1.2), junto con los objetivos en común que deben lograr en cada eje estratégico. Tal como se muestra en Anexo B.

3.3.3.1.1 Fase 1.1

Centrada netamente en estructurar de un equipo estratégico interno encargado de liderar el proceso de implementación. Guiado por un Líder BIM, este equipo deberá tomar de decisiones y llevar a cabo tareas como:

- i. Hacer partícipe a la gerencia incorporándola al equipo estratégico.
- ii. Definir roles y responsabilidades al interior del equipo de trabajo.
- iii. Identificar claramente los objetivos y las competencias necesarias para obtenerlos.
- iv. Definir el enfoque de trabajo de la alianza estratégica y los socios claves de este.
- v. Estandarizar el perfil y los requisitos técnicos necesarios para la selección de integrantes al equipo.
- vi. Pre-Establecer acuerdos contractuales de la alianza de trabajo.
- vii. Gestionar la contratación de la asesoría externa BIM.

3.3.3.1.2 Fase 1.2

Constituir un equipo de trabajo multidisciplinario a través de una alianza estratégica, que posea un enfoque colaborativo con el que sea posible compartir los riesgos y beneficios asociados a trabajar bajo esta metodología, aparece como la tarea principal de esta fase.

A continuación se indican las tareas relevantes a ejecutar para obtener los objetivos que permitan avanzar a la siguiente fase.

- i. Estructurar equipo de trabajo mediante un enfoque colaborativo.
- ii. Instrucción y nivelación en los conceptos básicos de BIM para cada socio.
- iii. Orientar a socios estratégicos en la identificación de oportunidades y a la determinación de objetivos BIM.
- iv. Establecer acuerdos contractuales que definan roles y responsabilidades de esta alianza estratégica.
- v. Realizar la contratación del asesor externo BIM.
- vi. Gestionar proyecto real para utilizar como proyecto piloto.

3.3.3.2 Fase 2: Formación y Capacitación

La ejecución de esta fase será, a través de la contratación de una consultora externa BIM-Chile cuyo programa de trabajo planteado consiste de 4 puntos: Diagnóstico, Capacitación, Implementación - Desarrollo y Coaching. Con el cual, se busca realizar un entrenamiento en herramientas y procesos BIM, como también, estructurar los flujos de información que intervienen en cada proceso (Fase 2.1), desde la idea y estudio de un proyecto hasta su materialización en obra mediante el desarrollo de un proyecto piloto (Fase 2.2). Ver Anexo C

3.3.3.2.1 Fase 2.1

Comprende en detectar y recopilar los antecedentes de funcionamiento interno y externo de cada empresa, para descubrir y demostrar la ruta más adecuada de implementación, creando capacidades BIM en el uso de herramientas de diseño mediante el modelamiento instructivo de un proyecto tipo de principio a fin, en el cual se visualizan todas las etapas de interconexión BIM relacionadas con Arquitectura -Estructura e Instalaciones –generando un proyecto multidisciplinario para ser simulado y coordinado en Autodesk Navisworks.

Se presentan algunas de las tareas y/o decisiones claves para lograr las condiciones ideales para la correcta implementación BIM:

- i. Definir los coordinadores y responsables por cada especialidad involucrada en el proceso de implementación.
- ii. Definir y adecuar el entorno de trabajo a las condiciones necesarias.
- iii. Establecer una pauta de reuniones de coordinación y chequeo al inicio y final.
- iv. Implantar estándares de trabajo BIM específicos, a partir de los estándares nacionales BIM-Chile/MOP.
- v. Especificar el tipo de infraestructura de red para almacenamiento y traspaso de datos/información que se utilizara.
- vi. Creación de documento BEP para desarrollo de proyecto piloto con posibilidades de ejecución.

3.3.3.2.2 Fase 2.2

Se pone en práctica los conocimientos obtenidos en el manejo de herramientas, procesos y estándares BIM a través del desarrollo de un proyecto piloto real, el equipo abordara la nueva metodología siguiendo la estructura de trabajo y flujo de información predeterminada encontrándose aquí con primeros problemas reales de ejecución y dificultades para solucionarlos, siendo necesario recurrir al Coaching de BIM-Chile mediante soporte presencial o remoto según sea el caso, produciendo eventuales actualizaciones en el documento BEP.

Siendo el objetivo principal llegar a la materialización el proyecto piloto modelado, se describen tareas y decisiones claves.

- i. Crear carta Gantt con plazos entregables en el proceso de diseño y un “checklist” de revisión de modelos según los estándares.
- ii. Se consolida solución de red según requerimientos de cada uno para compartir y almacenar datos/información.
- iii. Implantar base de datos con información de proyectos y conocimientos BIM.
- iv. Revisar los objetivos propuestos y evaluar de desempeño del proceso implementación.
- v. Generar un plan de aseguramiento de la calidad para la estructura de trabajo.
- vi. Documentar cualquier información que modifique y actualice el BEP

3.3.3.3 Fase 3: Marcha Blanca

Desde este punto, se habla de implementación de BIM al contar con los conocimientos y capacidades que permitan modelar nuevos proyectos, evaluando su eventual construcción en un menor tiempo que con los recursos que de la manera tradicional, como también, al integrar otros usos BIM al proceso constructivo que apoyen las decisiones en las etapas de planificación y control de obras, como programaciones de la obra (4D) y los costos de construcción (5D).

Nuevamente se subdivide en 2 fases que describen las tareas y decisiones claves que deben darse al interior de la constructora (Fase 3.1) y en el equipo de proyecto (Fase 3.2) de manera simultánea o en paralelo durante esta fase. Anexo D

3.3.3.3.1 Fase 3.1

Centrada en consolidar los procesos de gestión de proyectos en la unidad operativa de Ebco en procesos y metodología BIM, a través del estudio de nuevas obras y de la integración nuevos usos BIM al trabajo, Obteniendo en esta fase las primeras señales de aumentos de productividad y/o de retorno de la inversión.

- i. Medir rendimientos de productividad en el diseño y modelamiento de proyectos v/s calidad de la documentación generada.
- ii. Efectuar un análisis FODA con la situación actual.
- iii. Esclarecer los estándares y formatos de modelos 3D de proyectos As-Built a entregar.
- iv. Estructurar una lista de chequeo para revisión de programas de obra y controles de costos.
- v. Estandarizar la información y la forma de complementar los documentos actos para construcción.

3.3.3.3.2 Fase 3.2

El equipo reconoce a BIM como una serie de tecnología, procesos y cambios en las políticas que deben ser gestionadas priorizando la comunicación a través de una colaboración proactiva, demostrando que existe confianza mutua al continuar trabajando en nuevos proyectos e incorporándose a etapas constructivas aportando soluciones.

- i. Protocolos de trabajo son revisados y actualizados (BEP) antes de iniciar algún proyecto nuevo.
- ii. Efectuar un análisis FODA con la situación actual.
- iii. Revisar rutas de monitoreo y control del uso, almacenamiento e intercambio de datos antes de iniciar algún proyecto nuevo.
- iv. Se monitorea planes de aseguramiento de calidad, actualizándose si es necesario.
- v. Evaluar el desempeño de nuevos usos BIM incorporados de manera grupal como individual.

3.3.3.4 Fase 4: Autonomía

La estrategia de formar una alianza estratégica de trabajo colaborativo con otros participantes del sector rinde sus primeros frutos a través del aumento en la cantidad de proyectos, con nuevos requerimientos técnicos e incorporación de otras especialidades. Obligando al equipo de proyecto a, evaluar la integración de nuevos participantes en el proceso de diseño y construcción, comenzar un programa de transferencia de conocimientos y capacidades BIM, y a renovar la solución de infraestructura de red utilizada.

Tanto al interior de la constructora (Fase 4.1) como en el equipo multidisciplinario (Fase 4.2) se deberán llevar a cabo tareas y tomar decisiones claves, para seguir produciendo y acumulando madurez BIM. Anexo E

3.3.3.4.1 Fase 4.1

Iniciar la transición de los principales procesos de gestión de proyectos en la unidad operativa a procesos y metodología BIM, a través de incorporación de otras áreas de trabajo, de la capacitación e incorporación de nuevos profesionales y de un soporte tecnológico de red que cumpla con los requisitos.

- i. Elaborar programa de difusión, comunicación y entrenamiento multinivel dentro de la empresa.
- ii. Establecer las pautas de incrementación progresiva al personal que estará directamente involucrado en los procesos.
- iii. Crear plan estratégico para la transición a un nivel de capacidad BIM mayor.
- iv. Obtención de financiamiento para nuevo soporte tecnológico de redes.
- v. Efectuar evaluación anual de desempeño y calidad en la gestión de proyectos a través de BIM.

3.3.3.4.2 Fase 4.2

La incorporación de socios estratégicos para cumplir los requerimientos de nuevos y mejores proyectos, debe tomarse como una oportunidad para demostrar que los flujos de información y procesos de trabajos se encuentran bien estructurados por estándares y normativas claras. Lo que, acelerara la incorporación y adaptación de estos nuevos socios a la metodología de trabajo BIM. Mientras que la infraestructura de redes utilizada para compartir y almacenar datos debe transformarse en la herramienta esencial a mejorar la interoperabilidad en el equipo de proyecto.

- i. Establecer las pautas de incorporación progresiva y de capacitación a personal que estará directamente involucrado en los procesos.
- ii. Definir roles y responsabilidades de nuevos socios en acuerdos contractuales.
- iii. Crear programa de transición para el cambio de soporte tecnológico de redes.
- iv. Elaborar programa de difusión, comunicación y entrenamiento multinivel dentro del equipo de proyecto.
- v. Efectuar evaluación anual de desempeño y calidad en la gestión de proyectos a través de BIM.
- vi. Generar plan de marketing para informar a los clientes potenciales sobre sus nuevas habilidades.

3.3.3.5 Gastos asociados en plan estratégico de implementación

Los gastos mostrados a continuación corresponden a la inversión que debe realizar la empresa constructora para materializar el plan de implementación, considerados la estructura de trabajo mostrada en figura 11. Ver tabla n° 13

- i. **Formación y capacitación:** Siendo distribuido entre todos los integrantes del equipo de proyecto de acuerdo a la cantidad de participantes en el.
- ii. **Coaching:** Asesoría continua adicional en caso de presentarse inconvenientes.
- iii. **Licencia de software & actualización de hardware:** Herramientas de trabajo necesarias
- iv. **Entorno de Trabajo:** Espacio físico adecuado especialmente para realizar talleres y reuniones de coordinación.
- v. **Formación de profesional BIM:** Suelo mensual de profesional sin productividad. Se proyectan que sean 4 meses.
- vi. **Infraestructura de redes:** Soporte tecnológico que permite almacenar, monitorear y compartir información. No se incluirá por ser un servicio que se definirá en instancias operativas.

Tabla 13. Inversión Inicial de la Empresa Constructora para Desarrollar la Estrategia de Implementación.
Fuente: Elaboración propia

ítem	Tipo Gasto	UF	Descripción	Total UF
I	Formación y Capacitación	125	4 Profesionales en formación BIM	50
Ii	Servicio de Coaching	65	Se proyectan 2 meses	52
Iii	Software y Hardware	140	4 puesto de trabajo	560
Iv	Entorno de Trabajo	220	Gasto compartido por 10 meses	88
V	Formación de Profesional BIM	46	4 Profesionales por 4 meses improductivos	736
				1.486

4 CONCLUSIONES

La selección de la metodología de implementación radica por la capacidad de adaptarse a la realidad nacional, a través de su estructura compuesta por 3 procedimientos de planificación y su enfoque en la elaboración de un Plan de Ejecución, que nos permitió entender que en primer lugar es necesario tanto aclarar como direccionar las decisiones y tareas importantes en la planificación estratégica, definir y comunicar al equipo cuáles serán las metas y objetivos a lograr, como también, plantear mediante una visión global una estrategia de integración que abarque los factores claves de implementación.

En cuanto a los niveles de uso BIM en la unidad operativa, encontramos que existe una escasa inversión en tecnología, que sufre de la falta de interoperabilidad entre aplicación y quienes los operan al momento de compartir información producto de roles y procesos BIM poco definidos, la inexistencia de directrices, protocolos de trabajo o de controles de calidad, hacen predecir un fracaso en una eventual incorporación de BIM en algún proyecto de construcción con las actuales condiciones de trabajo.

Las oportunidades de mejoras extraídas del análisis de desempeño, mostraron que optimizar la etapa de diseño y coordinación de proyectos utilizando tecnología y procesos de trabajo BIM afecta directamente la evaluación de propuestas y cierres de presupuestos, disminuye la incertidumbre por la falta o mala calidad de la información y la reducción de cambios no presupuestado en la fase de construcción. Llegando a obtener una mejora de hasta un 6% en las utilidades, al optimizar 0,89 UF/m² el proyecto desde la fase de diseño y coordinación, valores que podrían incrementarse de incluir herramientas de esta metodología en fase constructiva.

Desde los magros desempeños observados, se establecieron 3 áreas de importancia estratégica donde incorporar conocimientos/capacidades, herramientas tecnológicas y procesos de trabajos a través de estándares BIM como (i) Coordinación de Proyectos, (ii) Planificación y Control de obra y (iii) Construcción de Capacidades. Definiendo para cada área metas y objetivos que alcanzar en el corto y mediano plazo, que permitirán crecer progresivamente en madurez hasta obtener el nivel de colaboración basado en el modelado entre agentes del sector de AIC o nivel 2 de capacidad BIM.

De la propuesta estratégica se espera, construir un equipo de profesionales con el conocimiento común que acelere y asegure el proceso de implementación, creando un entorno de trabajo y de negocios adecuados al modelo de negocio basado en el tipo de contrato de diseño-construcción, apoyado en normas y estándares BIM disponibles y aceptados en el mercado. De esta manera no incurrir en costos de contratación de servicios de modelado y coordinación a terceros cada vez que sea necesario evaluar algún proyecto.

El camino para la obtención de las metas y objetivos descritos en la hoja de ruta, busca mostrar de forma global las principales tareas, decisiones y procesos que realizar como los objetivos en común a los que aspirar, de tal forma incorporar de manera ordenada herramientas y metodologías de trabajo BIM a la estructura de equipo conformada.

5 REFERENCIAS

5.1 Proyectos de Título

1. Alarcon, L. F. y Mardones, D. A. (1998). Improving the design construction interface, Proceedings IGLC, Guarujá, Brasil.
2. C.I.C.R. (2010). "BIM Project Execution Planning Guide - Version 2.0." The Pennsylvania State University,, Computer Integrated Construction Research Program (C.I.C.R.), University Park, PA, USA.
3. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., and Liston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, Wiley, Hoboken, New Jersey.
4. Picchi, F.A. (1993). Sistemas De Qualidade: Uso Em Empresas De Construção De Edifícios. Tese Doutorado. Escola Politécnica, Universidade De São Paulo, São Paulo, Brasil
5. Saldias, R. (2010). Estimación De Los Beneficios De Realizar Una Coordinación Digital De Proyectos Con Tecnologías Bim. Santiago: Universidad De Chile
6. Salih, S.2012. The Impact of BIM/VCD on ROI – Developing a Financial Model for Savings and ROI Calculation of Construction Projects. Thesis N° 177, programme Real Estate Development and Financial Services, Departament of Real Estate and Construction Management, KTH Architecture and the Built Enviroment, Stockholm, Sweden.
7. Ulloa, K., & Salinas, J. (2013). Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas - UPC.
8. Valdez, A. (2014). Estudio De Viabilidad Del Uso De La Tecnologia Bim En Un Proyecto Habitacional En Altura. Santiago: Universidad De Chile.
9. Valle, R. (2014). Factores Claves Y Metodología Para Planificar La Implementación De Bim Al Interior De Una Empresa Constructora-Inmobiliaria. Santiago: Pontificia Universidad Catolica De Chile.

5.2 Revistas - Documentos

10. Cámara Chilena de la Construcción (2011). Informe de Productividad en la Construcción, Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT).
11. Cámara Chilena de la Construcción (2013). Documento Análisis de la Productividad en Obras de Edificación en Chile, Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT).

12. GEPUC (2014). Indicadores Cuantitativos para Benchmarking, Manual de Utilización, Universidad Católica de Chile.
13. Giel, B. K., and Issa, R. R. (2011). "Return on Investment Analysis of Using Building Information Modeling in Construction." *Journal of Computing in Civil Engineering*, 27(5), 511-521
14. Ghio, V. A., And Bascuñan, R. (2012). "Innovación Tecnológica En La Construcción Ahora Es Cuando." *Revista Ingeniería De Construcción*(14), 9-18.
15. Loyola M. (2013). "Encuesta Nacional BIM 2013: Informe de Resultados". Departamento de Arquitectura, Universidad de Chile.
16. Loyola, M. (2016). "Encuesta Nacional BIM 2016: Informe de Resultados". Departamento de Arquitectura, Universidad de Chile.
17. Ocampo H, J.G. (2015). La gerencia BIM como sistema de gestión para proyectos de construcción. En R, Llamosa Villalba (Ed.). *Revista Gerencia Tecnológica Informática*, 14(38), 17-29. ISSN 1657-8236.
18. Pavez, A. (2015). BIM en Chile, Modelo en Expansion. *BIT*, 30-36.
19. Saavedra, A. (2016). Avances de Bim en Chile, Crecimiento en la Industria. *BIT*, 20-27.
20. Singh, V., Gu, N., and Wang, X. (2011). "A theoretical framework of a BIM-based multi-disciplinary collaboration platform." *Automation in Construction*, 20(2), 134-144.
21. Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357-375.

5.3 Sitios Web

22. BIM-Chile. (Diciembre de 2015). Bim Forum Chile. Recuperado el Marzo de 2016, de Presidenta Anuncia uso de BIM para Mejorar Productividad: <http://www.bimforum.cl/presidenta-anuncia-uso-de-bim-para-mejorar-productividad/>
23. BIMCommunity. (Octubre de 2016). BIMCommunity. Recuperado el Diciembre de 2016, de <https://www.bimcommunity.com/news/load/269/bim-en-el-mundo>
24. Casellas, T. (Abril de 2016). bim barcelona. Recuperado el Noviembre de 2016, de <http://www.bimbarcelona.com/primer-paso-bep/>
25. Equipo-BIM. (2016). BIM Forum Chile. Recuperado el 2016, de <http://www.bimforum.cl/>
26. Succar, D. B. (Enero de 2016). Espacio LEAN BIM. Recuperado el Octubre de 2016, de <http://www.espacioleanbim.com/category/bim/episodios-bimthinkspace/>

6 ANEXOS

A.- Matriz de Madurez BIM (BIm3).....	55
B.- Hoja de Ruta; Fase 1: Plan Estratégico.....	56
C.- Hoja de Ruta; Fase 2: Formación y Capacitación.....	57
D.- Hoja de Ruta; Fase 3: Marcha Blanca.....	58
E.- Hoja de Ruta; Fase 1: Autonomía.....	59

Áreas de Madurez a Granularidad nivel 1	a INICIAL (0 puntos)	b DEFINIDO (max 10 puntos)	c GESTIONADO (max 20 puntos)	d INTEGRADO (max 30 puntos)	e OPTIMIZADO (max 40 puntos)	
TECNOLOGÍA basada en una Serie de Capacidades v5	Software: aplicaciones, entregables y datos	Uso de aplicaciones de software no monitorizado ni regulado. Los Modelos 3D se usan como base para generar principalmente representaciones 2D / entregables precisos. El uso, almacenamiento e intercambio de datos no se definen dentro de las organizaciones o equipos de proyectos. Los intercambios sufren de una falta grave de interoperabilidad.	El uso / introducción de Software se unifica dentro de una organización o equipos de proyecto (múltiples organizaciones). Los Modelos 3D se utilizan como base para generar tanto entregables 2D como 3D. El uso, almacenamiento e intercambio de datos están bien definidos dentro de las organizaciones y equipos de proyecto. Los intercambios de datos interoperables están definidos y priorizados.	La selección de software y su uso se controla y gestiona de acuerdo con los entregables definidos. Los modelos son la base para las vistas 3D, representaciones 2D, cuantificación, especificación y estudios analíticos. El uso, almacenamiento e intercambio de datos son monitoreados y controlados. El flujo de datos está documentado y bien gestionado. Los intercambios de datos interoperables son obligatorios y se controlan con rigor	La selección e implementación de software sigue objetivos estratégicos, no sólo necesidades operacionales. Los entregables del modelado están bien sincronizados a través de proyectos y estrechamente integrados con los procesos de negocio. El uso, almacenamiento e intercambio de datos interoperables están regulados y se llevan a cabo como parte de una estrategia global de la organización o equipo de proyecto.	La selección / uso de herramientas de software se revisa continuamente para mejorar la productividad y se alinea con los objetivos estratégicos. Los entregables del modelado se revisan / optimizan ciclicamente para beneficiarse de las nuevas funcionalidades y extensiones disponibles de software. Todos los asuntos relacionados con el almacenamiento, uso e intercambio de datos interoperables están documentados, controlados, reflexionados y mejorados de forma proactiva.
	puntuación	puntuación	puntuación	puntuación	puntuación	
	Hardware: equipos, entregables y localización/movilidad	Los equipos BIM son inadecuados; las especificaciones son demasiado bajas o inconsistentes en toda la organización. La sustitución o mejora de equipos se considera un coste y sólo se realiza cuando es inevitable.	Las especificaciones de los equipos - adecuados para la realización de productos y servicios BIM - se definen, presupuestan y estandarizan en toda la organización. Las sustituciones y actualizaciones de hardware son partidas de coste bien definidas.	Se dispone de una estrategia para documentar, gestionar y mantener los equipos BIM con transparencia. La inversión en hardware está bien orientada para mejorar la movilidad del personal (en caso necesario) y ampliar la productividad BIM.	Los despliegues de equipos se tratan como facilitadores BIM. La inversión en equipos se integra perfectamente con los planes financieros, estrategias de negocio y los objetivos de desempeño.	Los equipos existentes y las soluciones innovadoras se prueban, actualizan y despliegan continuamente. El hardware BIM se convierte en parte de la ventaja competitiva de la organización o del equipo de proyecto.
puntuación	puntuación	puntuación	puntuación	puntuación	puntuación	
Red: soluciones, entregables y control de seguridad/ acceso	Las soluciones de red no existen o son ad-hoc. Profesionales, organizaciones (en un lugar/ disperso) y equipos de proyecto usan cualquier herramienta para comunicarse o compartir datos. Las partes interesadas carecen de la infraestructura de red necesaria para recopilar, almacenar y compartir conocimientos.	Se identifican soluciones de red para compartir información y controlar su acceso en y entre organizaciones. A nivel de proyecto, los agentes identifican sus requerimientos para compartir datos/información. Las organizaciones y equipos de proyecto dispersos están conectados a través de conexiones de ancho de banda relativamente bajo.	Las soluciones de red para recopilar, almacenar y compartir el conocimiento en y entre organizaciones se gestionan bien a través de plataformas comunes (por ejemplo: intranets o extranets). Se despliegan herramientas de gestión de contenidos y activos para regular los datos estructurados y no estructurados compartidos a través de conexiones de banda ancha.	Las soluciones de red permiten la integración de múltiples facetas del proceso BIM a través del intercambio en tiempo real continuo de datos, información y conocimientos. Las soluciones incluyen redes / portales específicos del proyecto que permiten el intercambio de datos intensivos (intercambio) interoperable entre las partes interesadas.	Las soluciones de red se evalúan continuamente y se sustituyen por las últimas innovaciones probadas. Las redes facilitan la adquisición, almacenar y compartir conocimientos entre todas las partes interesadas. La optimización de datos integrados, los procesos y los canales de comunicación es implacable.	
puntuación	puntuación	puntuación	puntuación	puntuación	puntuación	

Áreas de Madurez a Granularidad nivel 1		a INICIAL (0 puntos)	b DEFINIDO (max 10 puntos)	c GESTIONADO (max 20 puntos)	d INTEGRADO (max 30 puntos)	e OPTIMIZADO (max 40 puntos)
PROCESO basado en una Serie de Capacidades v5	Recursos: infraestructura física y de conocimiento	El entorno de trabajo, o bien no se reconoce como un factor de la satisfacción del personal o puede no ser propicio para la productividad. El conocimiento no es reconocido como un activo; el conocimiento BIM suele compartirse de manera informal entre el personal (a través de consejos, técnicas y lecciones aprendidas).	El entorno de trabajo y las herramientas en el lugar de trabajo se identifican como factores que influyen en la motivación y la productividad. Del mismo modo, el conocimiento es reconocido como un activo; el conocimiento compartido es recopilado, documentado y después transferido de tácito a explícito.	El entorno de trabajo es controlado, modificado y sus criterios gestionados para aumentar la motivación del personal, la satisfacción y la productividad. Además, el conocimiento documentado se almacena adecuadamente.	Los factores ambientales se integran en las estrategias de desempeño. El conocimiento se integra en los sistemas de organización; el conocimiento almacenado se hace accesible y fácilmente recuperable.	Los factores físicos del lugar de trabajo se revisan constantemente para asegurar la satisfacción del personal y un entorno propicio para la productividad. Del mismo modo, las estructuras de conocimiento responsables de la adquisición, representación y difusión se revisan y modifican sistemáticamente.
	Actividades & Flujos de trabajo: conocimiento, habilidades, experiencia, roles y dinámicas relevantes	No hay procesos definidos; los roles son ambiguos y estructuras de equipo / dinámicas son inconsistentes. El rendimiento es impredecible y la productividad depende de heroicidades individuales. Florece una mentalidad de "trabajo en torno al sistema".	Los roles BIM se definen informalmente y los equipos se forman en consecuencia. Cada proyecto BIM se planifica de forma independiente. Se identifican las competencias BIM y se objetivan; el heroísmo BIM se desvanece a medida que aumenta la competencia, pero la productividad sigue siendo impredecible	La cooperación en las organizaciones aumenta a medida que se ponen a disposición las herramientas para la comunicación entre proyectos. Flujo de información constante; los roles BIM son visibles y los objetivos se consiguen de forma más consistente.	Los roles BIM y los objetivos de competencia se arraigan en la organización. Los equipos tradicionales son sustituidos por otros orientados a BIM a medida que los nuevos procesos se convierten en parte de la cultura de la organización / del equipo del proyecto. La productividad es ahora consistente y predecible.	Los objetivos de competencia BIM mejoran de manera continua para que coincidan con los avances tecnológicos y se alineen con los objetivos organizacionales. Las prácticas de recursos humanos se revisan de forma proactiva para asegurar que el capital intelectual coincida con las necesidades del proceso
	Productos & Servicios: Especificación, diferenciación e I+D	Los entregables de modelos 3D (un producto BIM de la etapa) sufren de niveles de detalle demasiado altos, demasiado bajos o inconsistentes.	Se dispone una "declaración que defina la estructuración de los objetos del modelo 3D".	Adopción de especificaciones de productos / servicios similares a Especificaciones de Progreso del Modelo, 'niveles de información' BIPS o similares.	Los productos y servicios se especifican y diferencian en función de las Especificaciones de Progreso del Modelo o similar.	Los productos y servicios BIM son evaluados constantemente; los bucles de retroalimentación promueven la mejora continua.
	Liderazgo & Gestión: Cualidades de organización, estratégicas, de gestión y comunicativas; innovación y renovación	Los líderes / gerentes tienen varias visiones sobre BIM. La implementación de BIM (según los requisitos BIM de la etapa) se lleva a cabo sin una estrategia. En este nivel de madurez, BIM se trata como una corriente tecnológica; la innovación no se reconoce como un valor independiente y no se reconocen las oportunidades de negocios que surgen de BIM.	Los líderes / gerentes adoptan una visión común sobre BIM. La estrategia de implementación de BIM carece de datos procesables. BIM se trata como un proceso de cambio, una corriente tecnológica. Se reconocen las innovaciones de producto y proceso; Se identifican las oportunidades de negocio derivadas de BIM, pero no se explotan.	Se comunica la visión de implementar BIM y es entendida por la mayoría del personal. La estrategia de implementación BIM va de la mano con planes de acción detallados y un régimen de vigilancia. BIM es reconocido como una serie de tecnología, procesos y cambios en las políticas que deben ser gestionados sin poner trabas a la innovación. Se reconocen las oportunidades de negocio derivadas de BIM y se utilizan en las acciones de marketing.	La visión es compartida por el personal de toda la organización y / o los socios del proyecto. La implementación de BIM, sus requisitos y la innovación de procesos / productos están integrados en los canales organizativos, estratégicos, de gestión y de comunicación. Las oportunidades de negocio derivadas de BIM son parte de la ventaja competitiva del equipo, organización o del equipo de proyectos y se utilizan para atraer y mantener a los clientes.	Las partes interesadas han internalizado la visión BIM y se logra activamente. La estrategia de implementación de BIM y sus efectos en los modelos de organización se revisa de forma continua y alineada con otras estrategias. Si son necesarias modificaciones, se implementan de forma proactiva. El producto innovador / las soluciones de procesos y las oportunidades de negocio son codiciados y se persiguen de forma implacable.

	Áreas de Madurez a Granularidad nivel 1	a INICIAL (0 puntos)	b DEFINIDO (max 10 puntos)	c GESTIONADO (max 20 puntos)	d INTEGRADO (max 30 puntos)	e OPTIMIZADO (max 40 puntos)
POLITICA basada en una Serie de Capacidades v5	Preparatorio: investigación, programas de educación /formación y entregables	Muy poca o ninguna formación a disposición del personal BIM. Los medios educativos / formativos no son adecuadas para alcanzar los resultados buscados.	Se definen los requisitos de formación y por lo general se proporcionan sólo cuando es necesario. Los medios de formación son diversos, permitiendo flexibilidad en la distribución de contenidos.	Los requisitos de formación se gestionan para cumplir con las competencias pre-establecidas y los objetivos de desempeño. Los medios de formación se adaptan a los alumnos y para alcanzar los objetivos de aprendizaje de una manera rentable.	La formación se integra en las estrategias de organización y objetivos de desempeño. La formación se basa típicamente en las funciones del personal y los objetivos de competencia respectivos. Los medios de formación se incorporan en los canales de conocimiento y comunicación.	La formación se evalúa y mejora de forma continua. La disponibilidad de formación y los métodos de entrega se diseñan para permitir el aprendizaje continuo multimodal.
		puntuación	puntuación	puntuación	puntuación	puntuación
	Regulador: códigos, regulaciones, estándares, clasificaciones, directivas y referencias	No hay directrices BIM, protocolos de documentación o estándares de modelado. No hay estándares de documentación y modelado. Los planes de control de calidad son informales o no existen; tampoco para los modelos 3D o la documentación. No hay referencias para procesos, productos o servicios.	Existen unas directrices BIM disponibles (ex: manual de formación y estándares de ejecución BIM). Los estándares de Modelado y documentación están bien definidos, de acuerdo con los estándares aceptados del mercado. Se fijan los objetivos de calidad y las referencias de desempeño.	Hay unas directrices BIM detalladas disponibles (formación, estándares, flujos, excepciones...). El modelado, la representación, la cuantificación, las especificaciones y las propiedades analíticas de los modelos 3D se gestionan mediante estándares de modelado detallado y planes de calidad. Se monitoriza y controla estrechamente el desempeño frente a referencias del mercado.	Las directrices BIM están integradas en las políticas globales y las estrategias de negocio. Los estándares BIM y las referencias de desempeño se incorporan en los sistemas de gestión de calidad y de mejora de ejecución.	Las directrices BIM se redefinen continua y proactivamente para reflejar las lecciones aprendidas y las mejores prácticas de la industria. Se alinean continuamente la mejora de calidad y el cumplimiento de normativa y regulaciones. Las referencias se revisan de forma reiterada para asegurar la mayor calidad en procesos, productos y servicios.
		puntuación	puntuación	puntuación	puntuación	puntuación
	Contractual: responsabilidades, asignación de y riesgos beneficios	La dependencia de los acuerdos contractuales pre-BIM. No se reconocen los riesgos relacionados con la colaboración basada en el modelo o se ignoran.	Se reconocen los requisitos BIM. "La declaración que define la responsabilidad de cada una de las partes interesadas en relación con la gestión de la información" ya está disponibles.	Existe un mecanismo para la gestión compartida de la propiedad intelectual BIM, la confidencialidad, la responsabilidad y un sistema para la resolución de conflictos BIM.	Las organizaciones están alineadas a través de la confianza y la dependencia mutua más allá de las barreras contractuales.	Las responsabilidades, riesgos y beneficios se analizan de forma continua y readaptan al esfuerzo. Se modifican los modelos contractuales para lograr mejores prácticas y mayor valor para todas las partes interesadas.
		puntuación	puntuación	puntuación	puntuación	puntuación
ETAPA 1	Modelado basado en objetos: uso en una sola disciplina en una fase del ciclo de vida	Implementación de una herramienta basada en objetos. No se identifican cambios de proceso o en las políticas para acompañar esta implementación.	Se han acabado los proyectos piloto. Se identifican los requisitos del proceso y de la política BIM. Se prepara la estrategia de implementación y los planes de detalle.	Se instigan, estandarizan y controlan los procesos y la política BIM.	Las tecnologías, procesos y política BIM están integradas en las estrategias de organización y alineadas con los objetivos de negocio.	Las tecnologías, procesos y política BIM se revisan continuamente para beneficiarse de la innovación y alcanzar los objetivos de desempeño más altos.
		puntuación	puntuación	puntuación	puntuación	puntuación

Áreas de Madurez a Granularidad nivel 1		a INICIAL (0 puntos)	b DEFINIDO (max 10 puntos)	c GESTIONADO (max 20 puntos)	d INTEGRADO (max 30 puntos)	e OPTIMIZADO (max 40 puntos)
ESCALA ORG	ETAPA 2 Colaboración basada en el Modelo: multi-disciplinar, intercambio por la vía rápida de modelos	Colaboración Ad-hoc BIM; las capacidades internas de colaboración son incompatibles con los socios del proyecto. Puede faltar confianza y respeto entre los participantes en el proyecto. <i>puntuación</i>	Colaboración BIM uno a uno, bien definida todavía reactiva. Hay señales identificables de la confianza mutua y el respeto entre los participantes del proyecto. <i>puntuación</i>	Colaboración proactiva entre las múltiples partes; los protocolos están bien documentados y gestionados. Existe confianza mutua, respeto y riesgos y beneficios compartidos entre los participantes del proyecto. <i>puntuación</i>	Colaboración entre las múltiples partes que incluye a los actores aguas abajo. Se caracteriza por la participación de los actores clave durante las fases iniciales del ciclo de vida del proyecto. <i>puntuación</i>	Equipo integrado por múltiples partes que incluye a todos los actores clave en un entorno caracterizado por la buena voluntad, la confianza y el respeto. <i>puntuación</i>
	ETAPA 3 Integración basada en la red: intercambio concurrente interdisciplinario de modelos de nD a lo largo de las Fases del Ciclo de Vida del Proyecto	Los modelos integrados son generados por una serie limitada de participantes en el proyecto - posiblemente bajo barreras corporativas. La integración se produce con guías de procesos, normas o protocolos de intercambio poco o no pre-definidas. No hay una propuesta formal de las funciones y responsabilidades de los participantes. <i>puntuación</i>	Los modelos integrados son generados por un gran subconjunto de los participantes en el proyecto. La integración sigue guías de proceso, normas y protocolos de intercambio pre-definidas. Se distribuyen las responsabilidades y los riesgos se mitigan a través de medios contractuales. <i>puntuación</i>	Los modelos integrados (o partes de) son generados y gestionados por la mayoría de los participantes en el proyecto. Las responsabilidades dentro de alianzas temporales de proyecto o asociaciones a más largo plazo son claras. Los riesgos y beneficios se gestionan y distribuyen de forma activa. <i>puntuación</i>	Los modelos integrados son generados y gestionados por todos los participantes clave del proyecto. La integración basada en la red es la norma y el foco no está en la forma de integrar modelos / flujos de trabajo, sino en la detección y resolución proactiva de los desajustes de tecnología, procesos y políticas. <i>puntuación</i>	Se revisa y optimiza continuamente la integración de modelos y flujos de trabajo. Un equipo de proyecto interdisciplinar, estrechamente unido, persigue de forma activa nuevas eficiencias, entregables y alineaciones. Los modelos integrados son resultado de la aportación de muchos participantes en la cadena de suministro de la construcción. <i>puntuación</i>
	MICRO Organizaciones: dinámicas y entregables BIM	No existe un liderazgo BIM; la implementación depende de los campeones de la tecnología. <i>puntuación</i>	Se formaliza el liderazgo BIM; los diferentes roles en el proceso de proceso de implementación están definidos. <i>puntuación</i>	Los roles BIM Pre-definidos se complementan entre ellos en la gestión del proceso de implementación. <i>puntuación</i>	Los roles BIM están integrados en las estructuras de liderazgo de la organización. <i>puntuación</i>	El liderazgo BIM muta continuamente para permitir nuevas tecnologías, procesos y entregables <i>puntuación</i>
	MESO Equipos de Proyecto: (múltiples organizaciones): dinámicas y entregables BIM inter-organizacional	Cada proyecto se ejecuta de forma independiente. No existe ningún acuerdo entre los agentes que intervienen para colaborar más allá del proyecto común actual <i>puntuación</i>	Los participantes piensan más allá de un solo proyecto. Se definen y documentan los protocolos de colaboración entre participantes del proyecto. <i>puntuación</i>	La colaboración entre múltiples organizaciones en varios proyectos se gestiona a través de alianzas temporales entre participantes. <i>puntuación</i>	Los proyectos de colaboración los realizan organizaciones interdisciplinarias o equipos de proyectos multidisciplinares; una alianza entre muchos actores clave. <i>puntuación</i>	Los proyectos de colaboración son realizados por equipos de proyectos interdisciplinares auto-optimizados, que incluyen a la mayoría de los participantes <i>puntuación</i>
	MACRO Mercados: dinámicas y entregables BIM (aplicar este asunto sólo si es asistido por un asesor formado)	Muy pocos componentes BIM generados por proveedores (productos y materiales virtuales que representan a los físicos). La mayoría de los componentes los preparan los desarrolladores de software y los usuarios finales. <i>puntuación</i>	Los componentes BIM generados por proveedores cada vez son más asequibles a medida que los fabricantes / proveedores identifican los beneficios del negocio. <i>puntuación</i>	Los componentes BIM están disponibles a través de repositorios centrales de muy fácil acceso / búsqueda. Los componentes no están conectados de forma interactiva a las bases de datos de los proveedores. <i>puntuación</i>	El acceso a los repositorios de componentes está integrado en el software BIM. Los componentes están vinculados a bases de datos fuente de forma interactiva (por precio, disponibilidad, etc ...). <i>puntuación</i>	La generación e intercambio de componentes BIM dinámica, por múltiples vías (productos y materiales virtuales) entre todos los interesados en el proyecto a través de repositorios centrales en red. <i>puntuación</i>

ANEXO B

