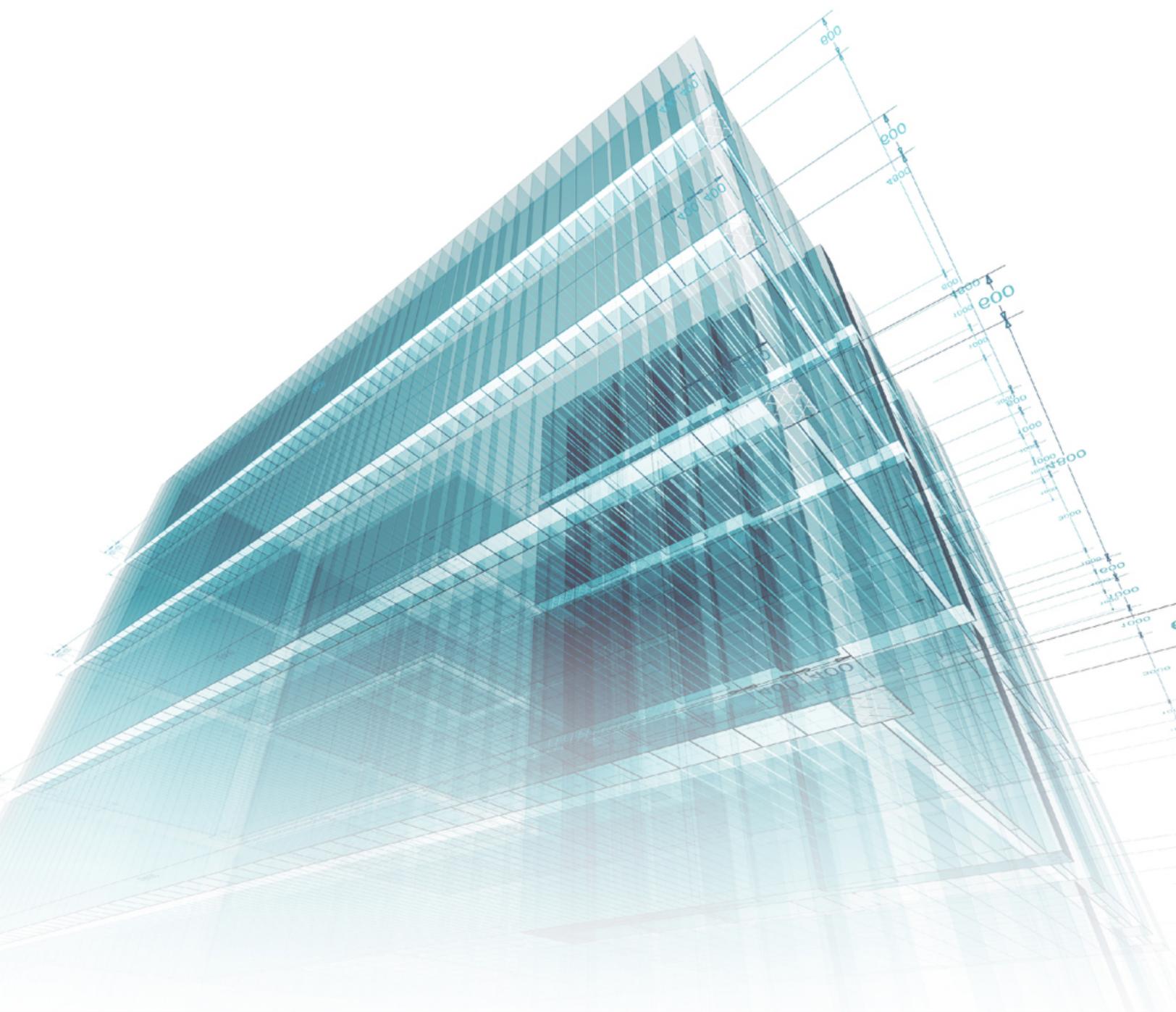


PROYECTO DIAGNÓSTICO DE FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO EN BIM



ÍNDICE GENERAL

Resumen Ejecutivo	7
Capítulo 1. Contexto del Proyecto.....	11
1.1 BIM en el contexto de Programa Estratégico Nacional de Productividad y Construcción Sustentable.....	11
1.2 Objetivos y metas del plan BIM.....	12
Capítulo 2. Objetivos del Proyecto.	15
2.1 Objetivo general.....	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
2.3 Alcances del proyecto.	15
2.4 Fuentes de Información.	15
Capítulo 3. Elementos centrales de la línea base de la oferta de capacitación BIM en Chile.....	18
3.1 Elementos centrales de la línea base de la oferta de capacitación en BIM.	18
3.1.1 Caracterización de las instituciones de educación en el ámbito de la construcción.....	18
3.1.2 La enseñanza de pregrado BIM en Chile.	25
3.1.2.1 Cobertura de la enseñanza de BIM a nivel de pregrado.	25
3.1.2.2 Cobertura de enseñanza de BIM en universidades	26
3.1.2.3 Cobertura de enseñanza de BIM en CFT-IP	29
3.1.2.4 Características de la educación BIM en Pregrado.	33
3.1.2.5 Características de la educación BIM terciaria – Diplomados y Postgrados	38
3.1.3 Cobertura geográfica de la educación BIM terciaria – Diplomados y Postgrados	39
3.2 Conclusiones acerca de la situación actual de la capacitación BIM en Chile.....	40
Capítulo 4. Elementos centrales de la adopción de BIM en Chile.	43
4.1 Elementos centrales de la línea base de la Demanda por capacitación BIM.....	43
4.1.1 Niveles de adopción BIM.	43
4.1.2 Usos y herramientas BIM.....	56
4.1.3 Beneficios y costos BIM.	60
4.1.4 Elementos de contexto	62
4.2 Demanda actual por uso de BIM en proyectos constructivos del Sector Público.	71
Capítulo 5. Roles BIM y brechas de capital humano BIM.	76

5.1	Contexto internacional.....	76
5.2	Roles BIM.....	78
5.2.1	Etapas de adopción BIM y Capital Humano.	78
5.2.2	Benchmarking de roles BIM.	83
5.2.3	Taller Modelo BIM y Brechas	86
5.2.4	Propuesta de Roles.....	87
5.2.5	Propuestas de competencias por rol.	91
5.3	Brechas de formación de Capital Humano BIM.	95
5.3.1	Identificación de brechas.	95
5.3.2	Validación de Brechas.	102
	Capítulo 6. Plan de acción para el cierre de brechas.	106
6.1	Elementos de contexto para un plan de formación de capital humano BIM.	106
6.2	Roles, competencias BIM requeridas y módulos de aprendizaje.	107
6.3	Diagnóstico de capacidades existentes y faltantes en el mercado.....	110
6.4	Propuesta general del plan de cierre de brechas de formación Roles BIM.....	112
6.5	Iniciativas Estratégicas BIM 2020.....	113
6.6	Validación e Impacto de las Iniciativas Estratégicas BIM 2020.....	117
6.7	Hoja de Ruta de capacitación BIM 2020.	122
	BIBLIOGRAFÍA	124
	Fichas de Descripción de Iniciativas Estratégicas BIM	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Levantamiento línea base Capital Humano BIM en Chile	16
Figura 3.1 Número de instituciones de capacitación que dictan carreras de ámbito de la construcción.....	21
Figura 3.2 Cobertura de carreras universitarias por región	21
Figura 3.3 Cobertura de carreras CFT-IP por región.....	22
Figura 3.4 Índice de cobertura física de las carreras universitarias	23
Figura 3.5 Índice de intensidad de cobertura de las carreras universitarias	23
Figura 3.6 Índice de cobertura física de las carreras impartidas por CFT-IP	24
Figura 3.7 Índice de intensidad de cobertura de las carreras de CFT-IP	24
Figura 3.8 Carreras de diferentes Universidades o IP-CFT por zona.....	25
Figura 3.9 Penetración de formación BIM en instituciones educacionales	26

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Figura 3.10 Instituciones que dictan cursos BIM 26

Figura 3.11 Carreras universitarias que dictan cursos BIM por región 27

Figura 3.12 Porcentaje de carreras universitarias con formación BIM por carrera..... 27

Figura 3.13 Carreras de CFT-IP que dictan cursos BIM por región..... 29

Figura 3.14 Porcentaje de carreras de IP-CFT con formación BIM 30

Figura 3.15 Cobertura de formación BIM por zonas en instituciones educacionales..... 31

Figura 3.16 Porcentaje carreras por tipo de institución con formación BIM por zona..... 32

Figura 3.17 Carreras de pregrado que consideran BIM 33

Figura 3.18 Cobertura geográfica de cursos de postgrado en BIM..... 40

Figura 4.1 Nivel de conocimiento sobre BIM 43

Figura 4.2 Nivel de conocimiento BIM según región donde trabaja el entrevistado 44

Figura 4.3 Cadena de valor sector construcción 44

Figura 4.4 Participación en proyecto BIM por etapas (Respuesta múltiple) 45

Figura 4.5 Motivos de no participación en proyectos BIM 46

Figura 4.7 Porcentaje de proyectos con utilización de BIM..... 47

Figura 4.8 Nivel de participación en proyectos BIM según segmento empresa..... 47

Figura 4.9 Nivel de conocimiento de BIM según tipo de proyecto..... 48

Figura 4.10 Nivel de conocimiento de BIM por región 48

Figura 4.11 Nivel de conocimiento de BIM según profesión/especialización 49

Figura 4.12 Nivel de conocimiento de BIM por región 50

Figura 4.13 Fuentes de capacitación BIM 51

Figura 4.14 Fuentes de capacitación BIM según profesión/especialización..... 51

Figura 4.15 Nivel de certificación BIM 52

Figura 4.16 Nivel de certificación BIM 52

Figura 4.17 Horas de capacitación BIM..... 53

Figura 4.18 Motivos de capacitación BIM 53

Figura 4.19 Satisfacción con la capacitación recibida 54

Figura 4.20 Motivos de elección de modalidad capacitación BIM..... 54

Figura 4.21 Fuentes de financiamiento de capacitación BIM 55

Figura 4.22 Áreas de mayor demanda de profesionales BIM 55

Figura 4.23 Importancia de la experiencia práctica al momento de contratar roles de profesionales BIM 56

Figura 4.24 Porcentaje de la jornada dedicado a trabajos con BIM 56

Figura 4.25 Porcentaje de la jornada dedicado a trabajos con BIM según profesión/especialización 57

Figura 4.26 Porcentaje de la jornada dedicado a trabajos con BIM según región 57

Figura 4.27 Funciones utilizadas en procesos BIM según profesión/especialización..... 58

Figura 4.28 Herramientas BIM utilizadas con mayor frecuencia 59

Figura 4.29 Percepción futura del uso de BIM según segmento de empresa 59

Figura 4.30 Percepción futura del uso de BIM según segmento de profesionales..... 60

Figura 4.31 Percepción de eficiencia de la herramienta BIM según profesión/especialización.....	60
Figura 4.32 Percepción de eficiencia de la herramienta BIM según segmento empresa.....	61
Figura 4.33 Percepción de remuneraciones de profesionales y técnicos capacitados en BIM	61
Figura 5.1. Modelo de Etapas de Adopción BIM.....	79
Figura 5.2 Modelo de Etapas de Adopción BIM y Metas Plan BIM.....	82
Figura 5.3 Identificación de Brechas, Modelo Conceptual	95
Figura 5.4 Modelo de Brechas BIM	96
Figura 6.1 Círculo Virtuoso Plan BIM.....	109
Figura 6.2 Hoja de Ruta Plan de Capacitación BIM Horizonte 2020	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Universidades del Consejo de Rectores que dictan carreras asociadas a la construcción	19
Tabla 3.2 Universidades Privadas que dictan carreras asociadas a la construcción.....	19
Tabla 3.3 CFT-IP que dictan carreras asociadas a la construcción.	20
Tabla 3.4.a Carreras universitarias que dictan cursos BIM por región	28
Tabla 3.4.b Carreras universitarias que dictan cursos BIM por región	28
Tabla 3.5.a Carreras técnicas que dictan cursos BIM por región.....	30
Tabla 3.5.b Carreras técnicas que dictan cursos BIM por región.....	31
Tabla 3.6 Características de la formación BIM de pregrado universitario.....	34
Tabla 3.7 Características de la oferta de formación BIM de Empresas Proveedoras de Software...	35
Tabla 3.8 Características de la oferta de Diplomados BIM de Universidades.....	38
Tabla 3.9 Características de la oferta de Diplomados BIM de Empresas Proveedoras de Software	39
Tabla 4.1: Uso de BIM en proyectos públicos	72
Tabla 5.1 Funciones y Conocimientos Genéricos BIM v/s Etapas de Adopción.....	81
Tabla 5.2 Roles Genéricos BIM, caso Holandés.....	84
Tabla 5.3 Roles Genéricos BIM, caso Reino Unido.....	85
Tabla 5.4 Roles Genéricos BIM, caso Irlanda	86
Tabla 5.5 Funciones Centrales de Roles BIM	89
Tabla 5.6 Roles Genéricos BIM por Etapas de Proceso Constructivo	89
Tabla 5.7 Roles Genéricos BIM y Profesionales por Etapa Ciclo del Proyecto	90
Tabla 5.8 Roles BIM y Conocimientos Conceptuales BIM	92
Tabla 5.9 Roles BIM y Conocimientos Técnicos BIM.....	92
Tabla 5.10 Roles BIM y Conocimientos de Gestión.....	93
Tabla 5.11 Roles BIM y Experiencia Profesional Sugerida.....	93
Tabla 5.12 Roles BIM y Formación Profesional Sugerida	94
Tabla 5.13 Brechas Estructurales	97
Tabla 5.14 Brechas Tecnológicas Habilitantes	98
Tabla 5.15 Brechas Educativas Genéricas.....	99

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Tabla 5.16 Brechas de Oferta Educativa.....	100
Tabla 5.17 Brechas de Demanda Educativa.....	101
Tabla 5.18 Criterios de Validación y Estimación de Impacto de Brechas.....	102
Tabla 5.19 Evaluación de Impacto por familia de Brechas	103
Tabla 5.20 Relevancia de familia de Brechas de impacto Directo	103
Tabla 5.21 Brechas de más alto potencial de impacto.....	104
Tabla 6.1 Módulos de Formación BIM de acuerdo a Conocimientos/Habilidades BIM	107
Tabla 6.2. Módulos de Formación BIM de acuerdo a Roles BIM	108
Tabla 6.3. Módulos de Formación Técnica BIM y capacidades disponibles	110
Tabla 6.4. Módulos de Formación en Conocimiento Conceptuales BIM y capacidades disponibles	111
Tabla 6.5 Iniciativas Estratégicas Horizonte 2020 vs Brechas Centrales Impactadas	112
Tabla 6.6 Criterios de evaluación de impacto de iniciativas estratégicas sobre brechas	117
Tabla 6.7 Impacto de Iniciativas Estratégicas Horizonte 2020 vs Brechas Educativas genéricas	118
Tabla 6.8 Iniciativas Estratégicas Horizonte 2020 vs Brechas Estructurales	119
Tabla 6.9 Iniciativas Estratégicas Horizonte 2020 vs Brechas Oferta Educativa	120
Tabla 6.10 Iniciativas Estratégicas Horizonte 2020 vs Brechas Demanda Educativa	121
Tabla 6.11 Impacto agregado de las Iniciativas Estratégicas Horizonte 2020	121

Resumen Ejecutivo

El Plan BIM (Building Information Modelling), desarrollado en el contexto del programa estratégico nacional Construye 2025, tiene como meta que las empresas que participan en las cadenas de valor de los proyectos públicos estén, para el año 2020, transitando hacia la etapa de colaboración de los agentes que co-participan en las etapas de un proyecto, tanto en sus etapas de diseño, construcción como de operación; realizando proyectos construibles y operables, que cuenten con modelamientos y con bases de datos integradas. El desafío es, por lo tanto, que para esa fecha se cuente en calidad y cantidad con empresas, profesionales y organizaciones capaces de cumplir a lo menos con las siguientes funciones: generar modelos 3D, compartir y coordinar de forma colaborativa modelos de distintas disciplinas, optimizar proyectos BIM y diseñar e implementar estrategias BIM en empresas y organizaciones.

El objetivo de este estudio, encargado por CORFO a la consultora PMG, denominado “Diagnóstico de la situación actual de formación de capital humano en BIM en Chile”, es en primer lugar diagnosticar la situación actual de la oferta y demanda por capacitación BIM y posteriormente proponer un plan de acción que permita contar con el capital humano necesario para cumplir con las metas trazadas en el Plan BIM.

Fuentes de Información

Para abordar el diagnóstico de las capacidades y brechas de capital humano en BIM se definieron cinco fuentes de información claves a nivel nacional e internacional: entrevistas en profundidad con expertos y profesionales con experiencia en BIM (73), encuestas estructuradas web a profesionales (914) y empresas (412), catastro de los programas existentes en universidades, centros de formación técnica e institutos profesionales que dictan carreras vinculadas al ámbito de la construcción y a las principales empresas proveedoras de software BIM que prestan servicios de capacitación, y finalmente un benchmarking internacional de buenas prácticas de adopción y capacitación en BIM (Alemania, Australia, Brasil, Canadá, Corea, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Holanda, Hong Kong, Irlanda, Japón, Noruega, Reino Unido y Suecia).

El trabajo de caracterización de la situación actual, de acuerdo a la encuesta realizada a empresas del sector a lo largo de Chile, indica que aproximadamente el 65% de las empresas del ámbito de la construcción transitan actualmente hacia a la etapa de modelamiento, es decir, un alto porcentaje de ellas recién están comenzando a realizar modelamientos en 3D de forma aislada. Por otra parte, un 42% de los profesionales encuestados declara tener cierto nivel de conocimiento en BIM, y de ellos, el 46% tener sólo conocimientos básicos.

Oferta de Educación en BIM

En relación a la oferta de capacitación en BIM, ésta se encuentra en un nivel incipiente de desarrollo; prácticamente la mitad de las instituciones de capacitación profesional y técnico profesional consideran en sus programas de pregrado contenidos referentes a BIM, los que son impartidos principalmente en las carreras de arquitectura e ingeniería en construcción con un enfoque inminentemente técnico, orientado al modelamiento de proyectos tridimensionales y al uso de software especializados. Es relevante considerar que la oferta de programas orientados al desarrollo de “especialidades” con conocimiento en BIM (sanitarias, eléctricas, clima e incendios) es muy reducida especialmente a nivel de pregrado universitario y técnico universitario.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Por otra parte, se identificó que existen desequilibrios regionales en la oferta de educación BIM, siendo la zona Sur la más afectada en relación al resto del país, tanto a nivel técnico profesional como profesional. Además, se pudo observar que el 22% los profesionales que se han capacitado en BIM lo han realizado a través de cursos vía internet o bien se han auto capacitado con tutoriales web.

Benchmarking de Educación en BIM

El estudio consideró la realización de un benchmarking de educación y uso de BIM en países como Inglaterra, Estados Unidos, Irlanda, China, Australia, España, Finlandia y Holanda entre otros. Este estudio comparativo permitió observar que existen diversas aproximaciones para efectuar capacitación BIM, tanto a nivel de pregrado, posgrado y educación continua, las que han sido recogidas por un sinnúmero de artículos y presentaciones académicas. Sin embargo, debido al corto tiempo en que dichos programas han sido aplicados (menos de una década), aún no es posible identificar con certeza mejores prácticas relativas a qué tipo de enseñanza BIM prevalece sobre otras en términos de efectividad.

Roles BIM

Con el fin de comprender a cabalidad las brechas de formación en BIM, fue relevante determinar y explicitar los roles y competencias requeridas en toda la cadena del valor diseño-construcción-operación para ejecutar proyectos BIM integrados. De esta forma, se identificaron las necesidades de formación de capital humano BIM requeridas por cada rol para cumplir correctamente las funciones y tareas que le competen en un proyecto BIM.

Para consensuar la definición de los roles BIM requeridos para Chile, se trabajó con un grupo de profesionales expertos BIM del ámbito académico, privado y público, a partir de un benchmarking internacional de roles. Como resultado de ese trabajo, la propuesta consensuada fue contar con seis niveles de roles: *Modelador BIM*, *Coordinador BIM*, *Gerente Proyectos BIM (BIM Manager)*, *Director BIM*, *Gestor Operaciones BIM* y *Revisor BIM*. Una vez consensuados los roles BIM, se explicitaron y validaron las competencias requeridas para ejercer cada uno de ellos de acuerdo a las siguientes dimensiones: *Conocimientos Conceptuales BIM*, *Conocimientos Técnicos BIM*, *Conocimientos de Gestión*, *Experiencia Profesional* y *Formación Profesional*.

Brechas e Iniciativas Estratégicas

Una vez consensuados los roles, se procedió a identificar las brechas de formación, lográndose identificar treinta y ocho brechas de distinta naturaleza que podrían afectar el objetivo de contar con el capital humano requerido para que los proyectos públicos de construcción se diseñen, construyan y operen bajo BIM el año 2020. Dichas brechas identificadas fueron validadas y priorizadas por el grupos de expertos BIM antes citados.

Finalmente, para el cierre de las brechas priorizadas, se propusieron 8 iniciativas estratégicas de alcance transversal, es decir, que impactan a más de una familia de brechas en particular.

Las iniciativas estratégicas propuestas se describen a continuación:

- Iniciativa Estratégica 1 (IE1): Creación de una orgánica para la formación de Capital Humano BIM.
- Iniciativa Estratégica 2 (IE2): Plan de Difusión BIM – Estrategia y Roles.
- Iniciativa Estratégica 3 (IE3): Programada de Certificaciones de Profesionales y Técnicos BIM.
- Iniciativa Estratégica 4 (IE4): Programa de Certificación de Empresas BIM.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

- Iniciativa Estratégica 5 (IE5): Plan de Ajuste de los Procesos de Gestión de Proyectos Públicos de Construcción.
- Iniciativa Estratégica 6 (IE6): Plan de Capacitación a Mandantes Públicos y Contrapartes Técnicas de Proyectos.
- Iniciativa Estratégica 7 (IE7): Plan de Fomento a la Oferta de capacitación BIM - Regiones y Especialidades.
- Iniciativa Estratégica 8 (IE8): Plan de Incentivos para la Certificación BIM de Empresas y Profesionales.

Las iniciativas propuestas se plantean de manera coordinadas con otras iniciativas del Programa Estratégico Construye 2025.

Es importante considerar el carácter sistémico y la naturaleza dinámica de la implementación de este plan, por lo cual se sugiere una revisión anual de manera de adaptar los planes y proyectos a los avances concretos que se verifiquen en el mercado de referencia. La hipótesis que hay detrás de esto, es que la demanda por proyectos que requieran BIM es el impulsor de la demanda por profesionales calificados, los que intentan mejorar sus competencias impulsando de esta forma a la oferta de capacitación BIM, que se mueve y adapta intentando satisfacerla. En la medida que los mandantes adopten BIM en sus propuestas de proyectos, que éstos se ejecuten bajo un marco de estándares, roles y protocolos claros y que se logren los beneficios de aumento de productividad y calidad de las obras, la oferta de capacitación BIM tenderá a adaptarse.

Sin duda, contar con el capital humano requerido para la adopción de BIM es un desafío complejo y relevante para el país; las incipientes experiencias internacionales al respecto muestran que se requiere de un esfuerzo coordinado de la sociedad como un todo para ser exitoso en esta tarea, donde el mundo público, privado y la academia deben actuar bajo un proyecto único y consensuado, de forma de integrar esfuerzos en post de un objetivo común.

El proyecto realizado permitió identificar una línea base para entender la situación actual de la capacitación BIM en Chile, generándose además una propuesta consensuada de roles BIM y la descripción de las competencias asociados a cada uno de ellos, lo cual permitirá coordinar las demandas del sector con la oferta de los centros de formación y cubrir la brecha de profesionales requeridos para el desarrollo del Plan BIM.

Finalmente, se realizará una actividad de difusión de los resultados para informar a las actuales instituciones y empresas oferentes de formación BIM las expectativas del Plan y el análisis comparativo de la oferta actual a nivel nacional. Ambos elementos forman parte de los elementos basales en el cierre de las brechas de formación de capital humano BIM en Chile.

CONTEXTO DEL PROYECTO

CAPÍTULO 1

PROYECTO DIAGNÓSTICO DE FORMACIÓN
DE CAPITAL HUMANO EN BIM



Capítulo 1. Contexto del Proyecto.

1.1 BIM en el contexto de Programa Estratégico Nacional de Productividad y Construcción Sustentable.

La industria de la construcción en Chile representa aproximadamente el 7,8% del PIB, emplea a 700.000 trabajadores y es una industria clave para potenciar el crecimiento del país y el bienestar de sus ciudadanos, aportando la infraestructura tanto pública como privada necesaria para el desarrollo nacional. A pesar de la evolución que esta industria ha tenido, sigue presentando déficits de productividad, observándose importantes brechas en la productividad operacional y de su mano de obra respecto a las economías desarrolladas.

Dado este contexto, es que el Gobierno bajo la dirección y articulación de CORFO desarrolló el “Programa Estratégico Nacional Construye 2025”, cuya visión es lograr “una industria de la construcción sustentable y competitiva a nivel global, líder en la región, comprometida con el desarrollo del país a través de la incorporación de innovación, nuevas tecnologías y fortalecimiento del capital humano, teniendo como foco el bienestar de los usuarios y el impacto a lo largo del ciclo de vida de las edificaciones, cuyo objetivo central es incrementar la productividad y sostenibilidad de la industria de la construcción mediante la incorporación de metodologías y tecnologías avanzadas de información, considerando todas las etapas de los proyectos desde el diseño hasta la operación”.

Los ejes estratégicos del programa “Construye 2025” son lograr que la industria de la construcción sea más productiva, que produzca edificaciones sustentables, que potencie la innovación y el uso de nuevas tecnologías y que permita desarrollar productos, servicios y talentos exportables. Para operacionalizar este programa se diseñó una “Hoja de Ruta”, en la cual se identificaron las iniciativas críticas que se deben implementar para cumplir con las metas de incrementos de productividad y sustentabilidad determinadas para el sector.

El **Plan BIM** es una de las iniciativas estructurales de la Hoja de Ruta del programa “Construye 2025”, cuyo objetivo es que los proyectos se diseñen, ejecuten y operen de forma integrada por los actores de la cadena de valor de la construcción usando tecnologías de la información que permiten el diseño tridimensional y la construcción industrializada.

BIM es la sigla del concepto “Building Information Modelling”, la cual en términos prácticos es una metodología para generar, intercambiar y gestionar datos entre los múltiples actores de la cadena productiva durante todo el ciclo de vida de un proyecto, es decir un modelo de gestión de proyectos constructivos basado en TI.

El Plan BIM se construyó con un horizonte de 10 años y tiene como uno de sus hitos relevantes lograr la exigencia de BIM para proyectos públicos en el año 2020, generándose un proceso gradual de incorporación de esta metodología. Actualmente, este plan está siendo articulado por CORFO en conjunto con los ministerios de: Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo, Economía y Hacienda, además de la Cámara de la Construcción y el Instituto de la Construcción.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

1.2 Objetivos y metas del plan BIM.

Existe la necesidad y oportunidad de incrementar la productividad en la industria de la construcción, mediante la incorporación de tecnologías de información y comunicaciones, junto con metodologías de trabajo que habiliten, faciliten y promuevan la modernización de ésta.

Objetivo General

A través de un proceso colaborativo público-privado, se busca incrementar la productividad y sostenibilidad - social, económica y ambiental - de la industria de la construcción mediante la incorporación de procesos, metodologías de trabajo y tecnologías de información y comunicaciones, que habiliten, faciliten y promuevan la modernización de ésta.

Con lo anterior se busca lograr este aumento de productividad y sostenibilidad en todo el ciclo de vida de las obras, desde su diseño hasta su operación, y favorecer tanto a los ciudadanos, como a las empresas, ya sea grandes, medianas y pequeñas, al propio Estado, incluyendo todos los actores que participan en el sector de la construcción; ya sea trabajadores, contratistas, especialistas, consultores, inmobiliarias, proveedores de bienes y servicios, entre otros.

Objetivos Específicos

Para lo anterior, las partes han considerado necesario plantear los siguientes objetivos específicos:

1. Aumentar la calidad de la edificación e infraestructura, mediante la incorporación de tecnologías de información y comunicaciones, que permitan diseñar, planificar, construir, operar y mantener los proyectos, de forma más eficiente.
2. Mejorar la calidad de la información técnica de los proyectos, generando un estándar nacional consistente y coordinado, que permita la eficiente relación entre los distintos actores y etapas del proceso.
3. Promover que la información de los proyectos esté al servicio de la gestión y administración de los mismos, durante todo el ciclo de vida para la obtención de mejores resultados.
4. Integrar la planificación de la operación y mantenimiento de las obras desde las etapas tempranas de los proyectos (perfil y diseño), dado que en estas fases se consume la mayor cantidad de recursos dentro de su ciclo de vida.
5. Fomentar el desarrollo de capital humano necesario para la aplicación de nuevas tecnologías y metodologías de trabajo colaborativo, permitiendo mejorar las condiciones de la industria.
6. Mejorar la gestión de proyectos de infraestructura, edificación y vivienda, disminuyendo sus costos y plazos, optimizando su predictibilidad, y aumentando la transparencia y trazabilidad de la información asociados a éstos.
7. Fomentar la capacidad de la industria de componentes y soluciones constructivas, impulsando la estandarización, modularización, industrialización y prefabricación, para mejorar la competitividad y el desarrollo del sector de la construcción.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

8. Fomentar la automatización de procesos de revisión de proyectos de infraestructura, edificación y vivienda para asegurar el cumplimiento normativo y reducir los tiempos de aprobación. Facilitar y entregar mejores herramientas para los procesos de comunicación y fomentar la incorporación temprana de la participación ciudadana para el desarrollo de proyectos de infraestructura, edificación y vivienda, que permita facilitar la visualización y comprensión de los proyectos y su relación con el entorno.

Este Plan promoverá el uso de BIM y la formación de capacidades para su utilización en el sector público, académico y privado.

La estrategia adoptada por el Gobierno de Chile implica que el rol protagónico en el proceso de impulsar la adopción BIM lo asume el Estado, fundamentalmente a través de dos pilares estratégicos; el primero de ellos es ser el motor de la adopción BIM actuando como mandante de proyectos constructivos exigiendo el uso de BIM en las obras públicas; y el segundo es colaborando en generar las condiciones habilitantes, tanto en el propio sector público como en el privado, para que todos los actores de la cadena del ciclo de vida de un proyecto puedan ejecutar los proyectos en un entorno BIM.

El presente proyecto: **“Diagnóstico de la situación actual de formación de capital humano en BIM en Chile”**, es una de las iniciativas que conforman el **Plan BIM**, y pretende levantar una línea base de competencias relacionadas a las tecnologías BIM en el país, identificar brechas y generar un plan de acción a nivel nacional para abordar las brechas detectadas.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

CAPÍTULO 2

PROYECTO DIAGNÓSTICO DE FORMACIÓN
DE CAPITAL HUMANO EN BIM



Capítulo 2. Objetivos del Proyecto.

2.1 Objetivo general.

El proyecto tiene como objetivo general realizar un diagnóstico que permita identificar los programas actuales de formación de capacidades relacionadas a BIM en Chile y su capacidad de enfrentar las necesidades reales del sector, con el fin de apoyar la correcta implementación del Plan BIM. El diagnóstico incluye identificar la oferta de cursos de capacitación en la materia, levantar una línea base del actual capital humano BIM, es decir de los profesionales y técnicos que actualmente están capacitados en el uso de esta metodología e identificar las brechas de formación de competencias que deberán ser abordadas por el plan de acción requerido. Asimismo, el diagnóstico levantará la demanda actual de capacidades BIM por parte de las empresas.

2.2 Objetivos específicos.

- a) Establecer la línea base de la oferta de formación de competencias relacionadas a las tecnologías BIM en Chile, entendiendo los perfiles a los cuales está orientado actualmente.
- b) Determinar la demanda actual de capacidades BIM que son requeridas por las empresas y clientes.
- c) Realizar un benchmarking de capacitaciones BIM existentes a nivel internacional.
- d) Identificar las brechas de formación de capital humano en BIM en los distintos ámbitos del ciclo de vida de un proyecto (diseño, construcción y operación).
- e) Proponer un plan de acción a nivel nacional para abordar las brechas detectadas.

2.3 Alcances del proyecto.

El proyecto se enmarca dentro del diseño del Plan de Implementación de BIM en Chile surgido a partir del Programa Estratégico Nacional Construye 2025, el cual considera la realización de un diagnóstico del estado actual de formación de competencias BIM y las necesidades existentes a nivel nacional, de modo de compararla con la proyección de demanda futura requerida, y así detectar las brechas de capital humano BIM.

2.4 Fuentes de Información.

Se definieron cinco dimensiones para abordar el diagnóstico de las capacidades y brechas de capital humano en BIM.

Para entender el contexto actual de la industria de la construcción en Chile, se realizaron 73 entrevistas en profundidad a profesionales y expertos que participan en las distintas etapas del ciclo de vida de un proyecto (desde la conceptualización hasta la operación y mantención), abarcando las distintas regiones del país.

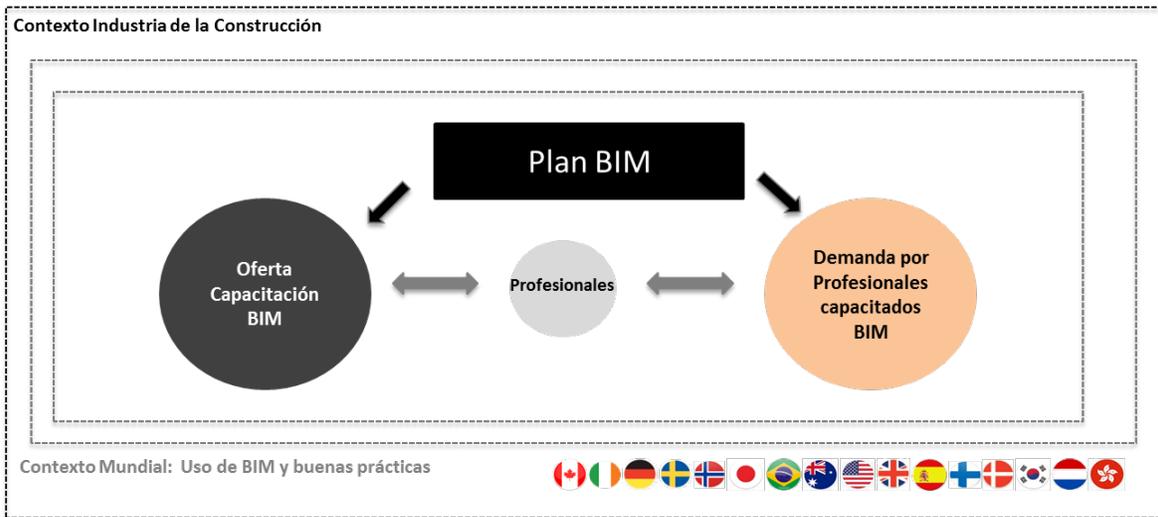
Para el levantamiento de la oferta actual en capacitación BIM se realizó un catastro de los programas existentes en universidades, centros de formación técnica e institutos profesionales para las carreras relacionadas con la construcción a nivel nacional, de acuerdo a las siguientes etapas:

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

- Identificación de las instituciones que realizan capacitación a profesionales y técnicos del ámbito de la construcción (un total de 54 instituciones, de las cuales 37 son Universidades y 17 Centros de Formación Técnica/Institutos Profesionales).
- Preparación de un cuestionario estructurado de levantamiento de información de los programas (mallas) y envío del cuestionario a los jefes de carrera respectivos.
- Procesamiento y análisis de la información.

Figura 2.1 Levantamiento línea base Capital Humano BIM en Chile



Respecto del conocimiento y formación BIM de profesionales y técnicos, se realizó una encuesta web a nivel nacional que fue contestada por 914 personas. Asimismo, se realizó una encuesta web a empresas, también de cobertura nacional, para identificar el nivel de adopción de BIM, la cual fue contestada por 412 empresas.

Por último, se realizó un benchmarking internacional para conocer el contexto mundial de capacitación BIM e identificar niveles de adopción BIM, roles, programas y buenas prácticas. Los países estudiados fueron Alemania, Australia, Brasil, Canadá, Corea, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Holanda, Hong Kong, Irlanda, Japón, Noruega, Reino Unido y Suecia.

ELEMENTOS CENTRALES DE LA LINEA BASE DE LA OFERTA DE CAPACITACIÓN BIM EN CHILE

CAPÍTULO 3

PROYECTO DIAGNÓSTICO DE FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO EN BIM

Capítulo 3. Elementos centrales de la línea base de la oferta de capacitación BIM en Chile.

3.1 Elementos centrales de la línea base de la oferta de capacitación en BIM.

3.1.1 Caracterización de las instituciones de educación en el ámbito de la construcción.

El objetivo de este capítulo es analizar la oferta actual de capacitación en BIM en Universidades, Institutos de Capacitación, Centros de Formación Técnica y empresas proveedoras de software tanto a nivel de pregrado y postgrado, identificando sus características y nivel de desarrollo, y levantar una línea base que permita medir su evolución.

Para levantar dicha línea base de la oferta de capacitación BIM en Chile, se realizó un catastro de los programas de formación del ámbito de la construcción que ofrecen los distintos tipos de instituciones educacionales a lo largo del país.

El universo de instituciones de capacitación en Chile se encuentra definido por las reformas en educación de los años 1980 (Decreto 3541, 1980) y 1981(Decreto fuerza ley, 5-1981), en las cuales se reconocen las siguientes entidades educacionales por parte del Ministerio de Educación:

- Centros de Formación Técnica (CFT): son instituciones de educación superior enfocada exclusivamente en la formación de técnicos. Este tipo de instituciones tiene atribuciones en el marco legal para el diseño e implementación de programas en el ámbito técnico. Las características de los programas vigentes en este tipo de instituciones son de corta duración, entre 2 y 4 semestres, adaptado a características productivas específicas regionales, como resultado de la flexibilidad en su marco normativo.
- Institutos Profesionales (IP): instituciones de educación que combinan formación técnica con carreras profesionales. Los programas en este tipo de instituciones permiten escalar entre grados, combinando programas cortos para titulación en grado Técnico como pre-requisito para grados de profesional no licenciado como Ingeniería en Ejecución.
- Universidades: instituciones de educación superior que extienden el proceso de formación desde el nivel técnico hasta niveles de postgrado.

En el presente estudio, se consideró además como entidades capacitadoras a las empresas que comercializan software técnico de apoyo a BIM y que dictan cursos de capacitación de las herramientas de software que ellos representan. Lo anterior se consideró dada la relevancia que presentan los programas de capacitación en BIM ofertados por estas empresas en el contexto profesional de la construcción.

En Chile existe un total de 55 Universidades de las cuales 24 pertenecen al Consejo de Rectores y 31 son instituciones privadas “No Tradicionales”. Del total de ellas, 37 imparten carreras relacionadas con la construcción: Arquitectura, Construcción, Construcción Civil, Ingeniería Civil, Ingeniería Civil en obras civiles e Ingeniería en Construcción. Las universidades consideradas en este levantamiento se detallan en las tablas siguientes.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Tabla 3.1. Universidades del Consejo de Rectores que dictan carreras asociadas a la construcción

Clasificación	UNIVERSIDADES	Carreras que imparte	Ciudades con sede
Instituciones Consejo de Rectores	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE	Arquitectura, Ingeniería Civil, Ingeniería en construcción	Antofagasta
	UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE	Arquitectura	Valdivia
	UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA	Ingeniería civil, Ingeniería en construcción	Temuco
	UNIVERSIDAD DE ATACAMA	Construcción civil	Copiapó
	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN	Ingeniería civil	Concepción
	UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN	Arquitectura	Concepción
	UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO	Arquitectura, Ingeniería Civil, Ingeniería en construcción	Concepción
	UNIVERSIDAD DE LA SERENA	Arquitectura, Ingeniería Civil, Cosntrucción Civil	La Serena
	UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS	Arquitectura Técnico en construcción	Puerto Montt Puerto Montt, Castro, Osorno
	UNIVERSIDAD DE MAGALLANES	Arquitectura, Ingeniería en construcción	Punta Arenas
	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL MAULE	Ingeniería civil, Ingeniería en construcción	Talca
	UNIVERSIDAD DE TALCA	Arquitectura Obras Cíviles	Talca Curicó
	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE	Arquitectura, Ingeniería civil, Construcción civil	Santiago
	UNIVERSIDAD DE CHILE	Arquitectura, Ingeniería Civil	Santiago
	UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	Arquitectura, Construcción civil	Santiago
	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA (UTEM)	Arquitectura, Construcción civil, Ingeniería civil en obras cíviles, Ingeniería en construcción, Dibujante proyectista	Santiago
	UNIVERSIDAD ARTURO PRAT	Arquitectura	Iquique
	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO	Arquitectura, Ingeniería Civil, Ingeniería en construcción	Valparaíso
	UNIVERSIDAD DE PLAYA ANCHA	Dibujante proyectista	Valparaíso
UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO	Arquitectura, Ingeniería Civil, Ingeniería en construcción	Valparaíso	
UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA	Arquitectura, Ingeniería civil, Construcción civil	Valparaíso	

Tabla 3.2 Universidades Privadas que dictan carreras asociadas a la construcción.

Clasificación	UNIVERSIDADES	Carreras que imparte	Ciudades con sede
Instituciones Privadas	UNIVERSIDAD ADOLFO IBÁÑEZ	Ingeniería civil	Santiago
	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHILE	Arquitectura	Temuco
		Ingeniería en construcción	Santiago, Talca, Temuco
	UNIVERSIDAD CENTRAL DE CHILE	Arquitectura, Ingeniería en construcción, Obras cíviles	Santiago
	UNIVERSIDAD ACONCAGUA	Ingeniería en construcción, Técnico en construcción	Santiago
	UNIVERSIDAD DE ARTES, CIENCIAS Y COMUNICACIÓN(UNIACC)	Arquitectura	Santiago
	UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	Ingeniería civil en obras cíviles	Santiago
	UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS	Arquitectura	Valparaíso, Santiago
	UNIVERSIDAD DEL DESARROLLO	Arquitectura	Santiago, Concepción
	UNIVERSIDAD VIÑA DEL MAR	Ingeniería en construcción, Arquitectura	Viña del Mar
	UNIVERSIDAD DIEGO PORTALES	Arquitectura, Obras cíviles	Santiago
	UNIVERSIDAD FINIS TERRAE	Arquitectura	Santiago
	UNIVERSIDAD MAYOR	Arquitectura, Construcción civil	Santiago, Temuco
	UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO	Arquitectura	Santiago, Viña del Mar
		Ingeniería Civil, Ingeneniería en Construcción	Santiago, Concepción
	UNIVERSIDAD SAN SEBASTIÁN	Arquitectura	Santiago, Concepción, Puerto Montt
	UNIVERSIDAD BOLIVARIANA	Ingeniería en construcción, Construcción civil	Talca
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE (INACAP)	Ingeniería en construcción	Iquique, La Serena, Valparaíso, Santiago, Rancagua, Talca, Chillán, Concepción, Los Ángeles, Temuco, Valdivia	

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Por su parte, en Chile existe un total de 20 CFT-IP de los cuales sólo 3 no ofrecen carreras vinculadas a la construcción. En la siguiente tabla se adjunta detalle de CFT-IP considerados en el estudio.

Tabla 3.3 CFT-IP que dictan carreras asociadas a la construcción.

Clasificación	Centros de Formación Técnica - Institutos Profesionales	Carreras que imparte	Ciudades con sede
Centros de Formación Técnica	CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA INACAP	Construcción civil	Arica, Santiago, Talca, Concepción, Chillán, Temuco, Osorno, Punta Arenas
		Electricidad	
		Climatización	
	CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA CEDUC - UCN	Electricidad	Hualpen, Lebu
		Técnico en construcción	Lebu
	CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA IPROSEC	Instalaciones	Osorno
	CENTRO DE FORMACIÓN TÉCNICA LOTA ARAUCO	Dibujo técnico	Lota
Técnico en construcción			
Institutos Profesionales	IP LA ARAUCANA	Ingeniería en construcción, Técnico en construcción	Curicó, Temuco
	IP ESUCOMEX	Técnico en construcción, Dibujo técnico	Santiago
	INSTITUTO PROFESIONAL DUOC UC	Ingeniería en construcción, Técnico en construcción, Dibujo técnico, Electricidad,	Santiago, Concepción, Valparaíso
	INSTITUTO PROFESIONAL DE CHILE	Construcción civil	La Serena, Santiago, Rancagua, Temuco
		Técnico en construcción, electricidad	Santiago, Rancagua
	INSTITUTO PROFESIONAL AIEP	Construcción civil	Antofagasta, La Serena, Valparaíso, Viña del Mar, Santiago, Rancagua, San Fernando, Talca, Concepción, Los Ángeles, Temuco, Osorno, Puerto Montt
		Dibujo técnico	Antofagasta, Santiago, Rancagua, Curicó, Puerto Montt
		Técnico en construcción, Electricidad	Antofagasta, La Serena, Viña del Mar, San Felipe, Santiago, Rancagua, San Fernando, Curicó, Concepción, Temuco, Puerto Montt
	INSTITUTO PROFESIONAL SANTO TOMÁS	Diplomado	Talca
	INSTITUTO PROFESIONAL GALDÁMEZ, IPG	Construcción civil	Santiago, Rancagua, Arauco, Concepción
		Técnico en construcción	Santiago, Rancagua, Arauco, Concepción, Panguipulli
	INSTITUTO PROFESIONAL LOS LEONES	Electricidad	Concepción
	INSTITUTO PROFESIONAL DEL VALLE CENTRAL	Construcción civil, Técnico en construcción	Santiago
	INSTITUTO PROFESIONAL DIEGO PORTALES	Técnico en construcción	Santiago, Curicó, Talca
	INSTITUTO PROFESIONAL LOS LAGOS	Construcción civil	Concepción
		Técnico en construcción	Rancagua, San Fernando, Talca, Los Ángeles, Osorno
INSTITUTO VIRGINIO GOMEZ	Ingeniería en construcción, Técnico en construcción	San Antonio, Quillota, Rancagua, San Fernando, Talca, Los Ángeles, Osorno	
INSTITUTO TECNOLÓGICO UCSC	Ingeniería en construcción, Técnico en construcción	Chillán, Concepción, Los Ángeles	
		Técnico en construcción	Cañete, Los Ángeles, Talcahuano

La oferta de carreras vinculadas de los CFT-IP es diversa, identificándose 10 tipos de carreras técnicas, las que van desde ingeniería hasta dibujo técnico. En este contexto, se destacan algunas de estas instituciones ya que tienen una amplia cobertura geográfica, siendo las principales de ellas AIEP, DUOC-UC e INACAP.

El universo de estudio del presente trabajo fueron, por lo tanto, las cincuenta y cuatro instituciones de educación técnica y profesional que dictan carreras vinculadas al ámbito de la construcción, más las cinco empresas distribuidoras de software que cuentan con unidades que prestan capacitación de forma

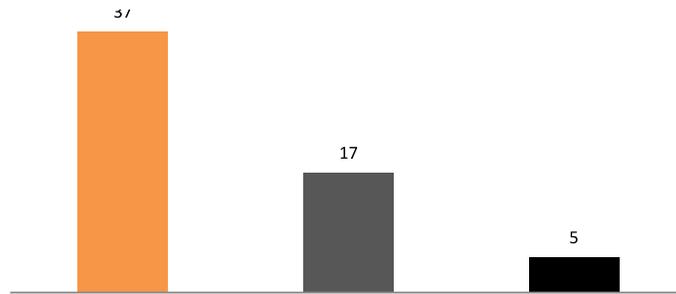
PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

sistemática en el país. De este universo considerado, se pudo contactar al 98% de las instituciones y se entrevistó al 79% de ellas.

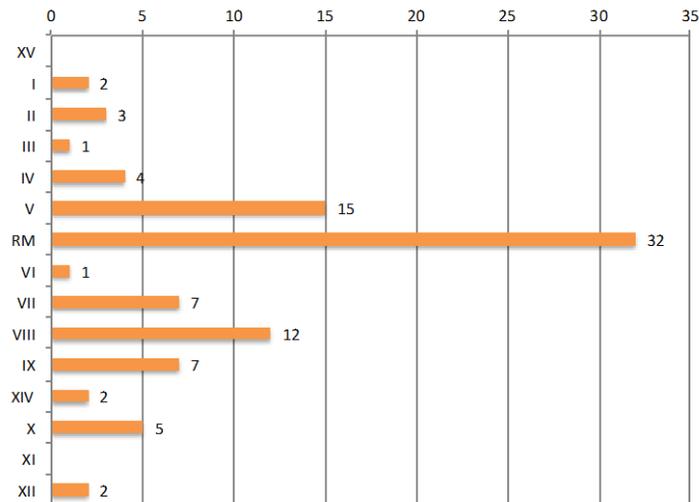
Es importante mencionar que algunas instituciones, por diversas razones, no están disponibles para la entrega de información detallada de algunos aspectos de sus programas, por ejemplo el número de alumnos que reciben o bien los curriculum vitae de los profesores, que en ciertos casos ni siquiera se publican en sus sitios WEB.

Figura 3.1 Número de instituciones de capacitación que dictan carreras de ámbito de la construcción

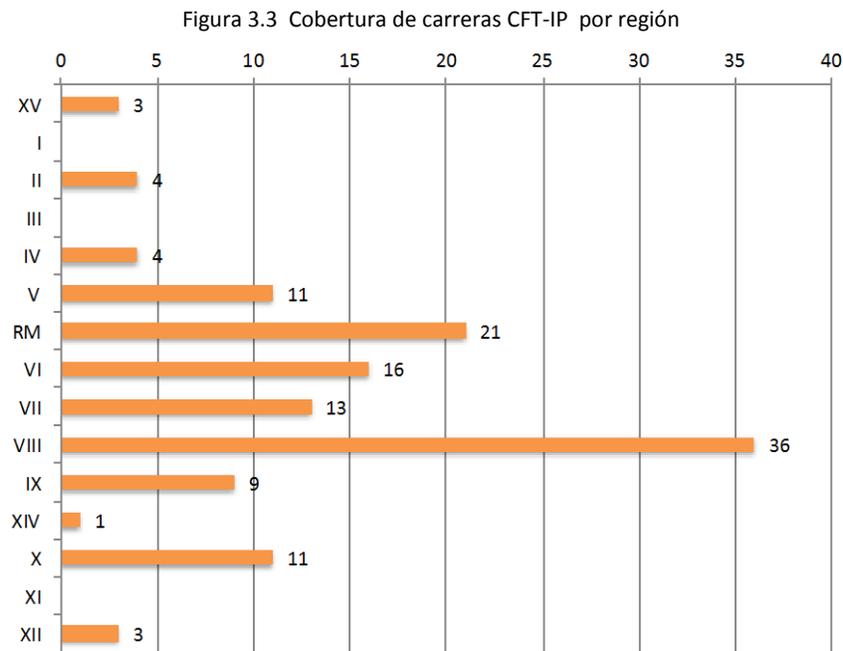


En relación a la cobertura por región de las carreras de la construcción que dictan las universidades, podemos observar en el siguiente cuadro que existe una gran concentración de estas en la Región Metropolitana, donde se dictan un 36% aproximadamente del total de carreras del ámbito de la construcción de diferentes universidades. Por su parte, las regiones que cuenta con la menor oferta de carreras de la construcción son la XV, donde no se dictan carreras de ésta índole, y las III y IV región con apenas una carrera por región.

Figura 3.2 Cobertura de carreras universitarias por región



Con respecto a la cobertura geográfica de los CFT-IP, la situación es diferente respecto de las universidades, por cuanto la mayor cobertura de carreras se da en la VIII región, con 36 carreras dictadas por diferentes CFT-IP, en consideración que en la Región Metropolitana esta cifra es de 21. En este caso, la VIII región concentra el 27% del total de las carreras de los CFT-IP que se dictan a nivel nacional. Por su parte, como se puede observar en la tabla siguiente, existen tres regiones en las cuales no hay oferta de carreras de CFT-IP de la construcción, que son en la I, la II y la XI región.



Para entender explícitamente la cobertura de las diferentes carreras en particular a lo largo del país, consideraremos dos indicadores: el primero de ellos es la cobertura física (CF), que es la disponibilidad de una carrera en las ciudades de una determinada región del país; el segundo indicador es la intensidad de la cobertura (IC), que se calculará como el número de diferentes universidades que dictan una carrera en una determinada región.

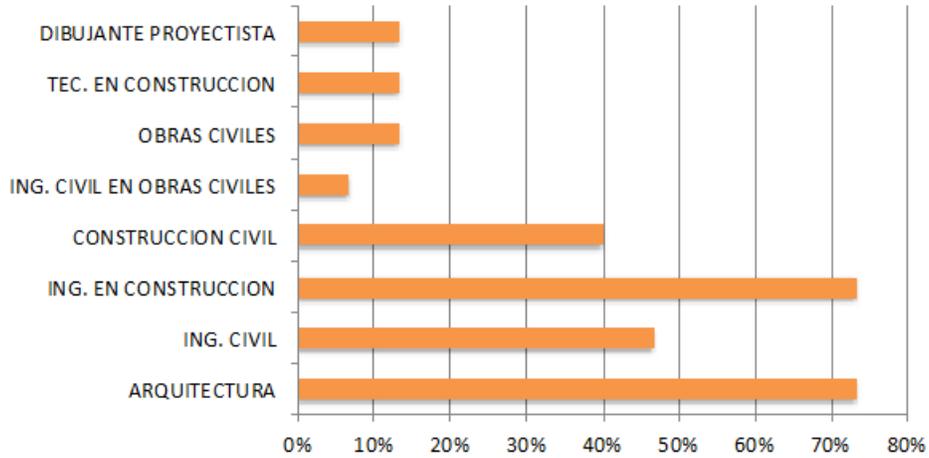
De esta forma podemos determinar que de las 8 carreras universitarias asociadas a ámbitos de la construcción que se dictan a lo largo del país, ninguna de ellas se dictan en todas las regiones.

La carrera con la mayor cobertura física es la de Arquitectura; la cual se dicta en 11 de las 15 regiones, es decir tiene una CF de un 73%. Por su parte, la carrera universitaria con menor CF es la de Ingeniería Civil en Obras Civiles que está presente sólo en la RM, con un índice de un 7%. En el gráfico siguiente gráfico se puede observar el índice de cobertura física de las carreras universitarias vinculadas a la construcción.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

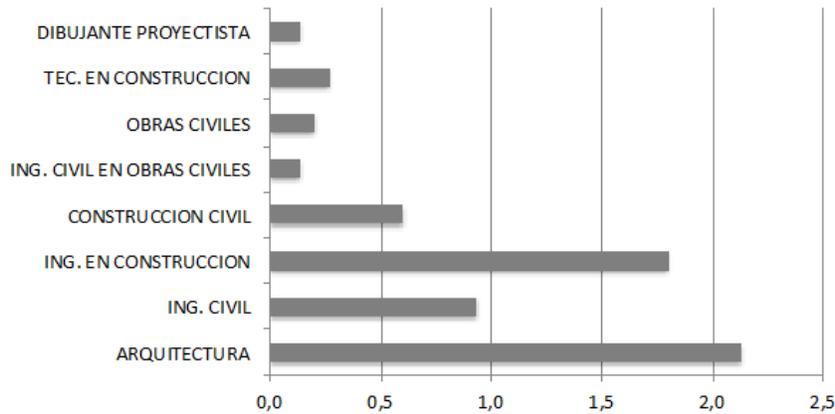
PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Figura 3.4 Índice de cobertura física de las carreras universitarias



En relación a la intensidad de la cobertura, las cifras dicen que en cada región se dictan en promedio 6,2 carreras del ámbito de la construcción de distintas universidades. La carrera con mayor IC es la de Arquitectura, la cual es dictada en cada región por un promedio de 2,2 universidades. Por su parte, las carreras con menos IC son las de Ingeniería Civil en Obras Civiles y Dibujantes Proyectista, con un promedio de 0,1 universidades por región. En el siguiente cuadro se puede observar el índice de IC de las carreras universitarias del ámbito de la construcción.

Figura 3.5 Índice de intensidad de cobertura de las carreras universitarias



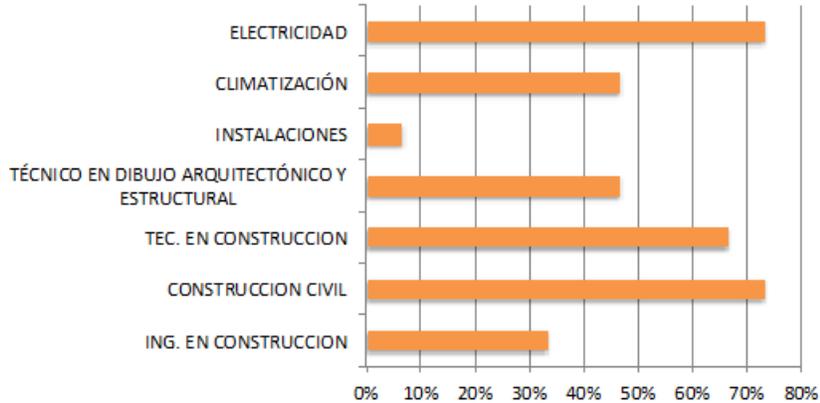
Respecto a los 17 centros de formación técnica e institutos profesionales existentes en Chile, en los que se imparten carreras técnico profesionales asociadas a la construcción, las carreras con mayor cobertura física son Construcción Civil y Electricidad, las cuales se dictan en 11 de las 15 regiones, con una CF de 73% cada una. Por su parte, la carrera técnica de menor cobertura física es Ingeniería en Construcción, la cual está presente sólo en 5 de las 15 regiones.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

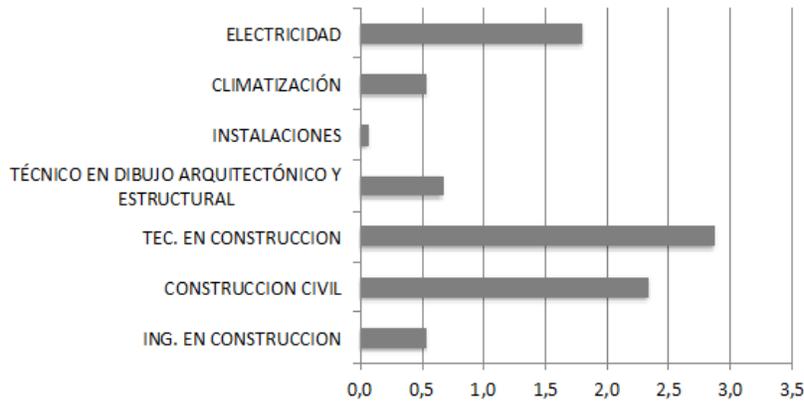
En el siguiente gráfico se puede observar la cobertura física de las diferentes carreras impartidas por los CFT-IP del ámbito de la construcción.

Figura 3.6 Índice de cobertura física de las carreras impartidas por CFT-IP



Respecto a la intensidad de la cobertura de los CFT-IP, las cifras generales revelan que existen 8,9 carreras de distintos CFT-IP como promedio por región, valor un tercio superior al de las carreras universitarias. En particular, la carrera con mayor intensidad de cobertura es la de Técnico en Construcción, con un promedio de 2,9 carreras de diferentes CFT-IP por región. Respecto a especialidades, destaca la intensidad de la cobertura de Electricidad, por cuanto presenta 1,8 carreras de diferentes instituciones en promedio por región. En el siguiente gráfico se puede observar la intensidad de la cobertura de las carreras vinculadas a la construcción de los CFT-IP.

Figura 3.7 Índice de intensidad de cobertura de las carreras de CFT-IP

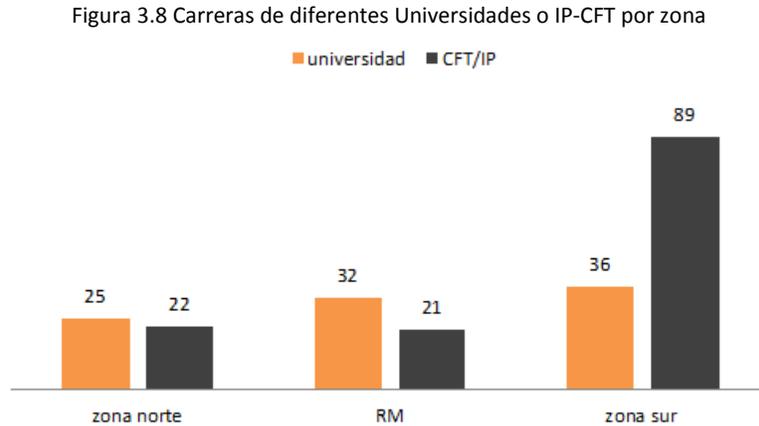


Al analizar la cobertura de carreras universitarias y las de los CFT-IP por zonas del país; considerando la zona Norte de la XV a la V región, la Región Metropolitana de forma aislada, y la Zona Sur de la VI a la XII región; se puede observar que la Región Metropolitana agrupa un 67% de las 22 carreras dictadas por diferentes

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

instituciones en todas las regiones del país. En el siguiente gráfico se puede ver el número de carreras dictados por las universidades y los IP-CFT en cada zona.



El cuadro anterior nos muestra que los CFT-IP presentan una gran cobertura de carreras vinculadas a la construcción en las regiones de la zona sur, existiendo 2,5 carreras impartidas por CFT-IP por cada carrera universitaria. Lo anterior se debe a que en la zona existe gran presencia de CFT-IP regionales, además de los de presencia nacional como Inacap, AIEP y Duoc.

3.1.2 La enseñanza de pregrado BIM en Chile.

3.1.2.1 Cobertura de la enseñanza de BIM a nivel de pregrado.

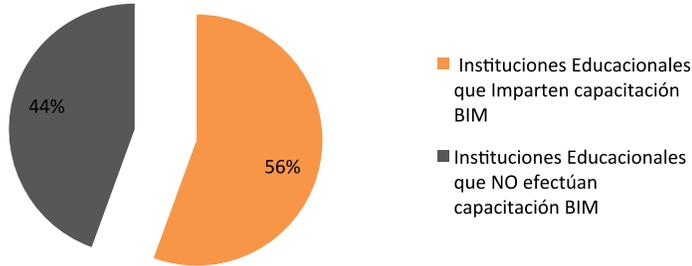
El concepto BIM no tiene una comprensión única ni estándar en el ámbito de la educación; para algunos centros de formación corresponde al uso de herramientas de diseño 3D de proyectos, en cambio para otros es una estrategia integral de gestión de proyectos de construcción orientada a generar aumentos de productividad y calidad de las obras. Dada la imposibilidad de contar con un criterio común y el nivel bastante generalizado de desconocimiento conceptual de lo que BIM significa; se decidió usar un concepto muy simple para estimar la penetración de la formación BIM; se considerará que las carreras imparten formación BIM si a lo menos existe un curso específico donde se enseña el uso de herramientas de software BIM (por ejemplo Revit). En relación a las instituciones de educación, se considera que una institución enseña BIM si a lo menos en una de sus carreras que imparte se enseñan el uso de software BIM.

De acuerdo al criterio anteriormente definido y al levantamiento realizado, un 56% de las instituciones educacionales (universidades y CFT-IP) imparten algún tipo de capacitación asociado a BIM a sus estudiantes. Al considerar las empresas proveedoras de software que ofrecen capacitación BIM en este universo, este porcentaje aumenta a un 59%. En el siguiente gráfico se muestra la penetración de la formación BIM en instituciones educacionales.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

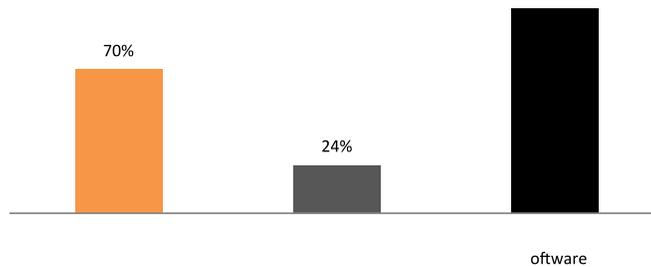
Figura 3.9 Penetración de formación BIM en instituciones educacionales



Al detallar la cifra anterior a nivel de tipo de institución de capacitación, se observa que en las carreras relacionadas a la construcción, el 70% de las universidades imparte algún tipo de capacitación BIM en sus programas, en comparación con el 24% de los CFT-IP. Es importante destacar que el criterio que se usó para determinar si las instituciones de educación imparten capacitación BIM es que a lo menos dicten, en alguna de sus carreras de la cadena de valor de la construcción, algún curso en el cual se enseñe software para el modelamiento BIM. Por lo anterior, se debe considerar que la penetración de un 70% de enseñanza BIM en universidades es un ratio de cantidad; sin embargo si se midiera la enseñanza en materias conceptuales y de gestión de proyectos en un entorno BIM, se podría afirmar que este ratio sería menor cuantía.

En el siguiente gráfico se muestra la penetración de educación BIM por tipo de institución de capacitación.

Figura 3.10 Instituciones que dictan cursos BIM



3.1.2.2 Cobertura de enseñanza de BIM en universidades

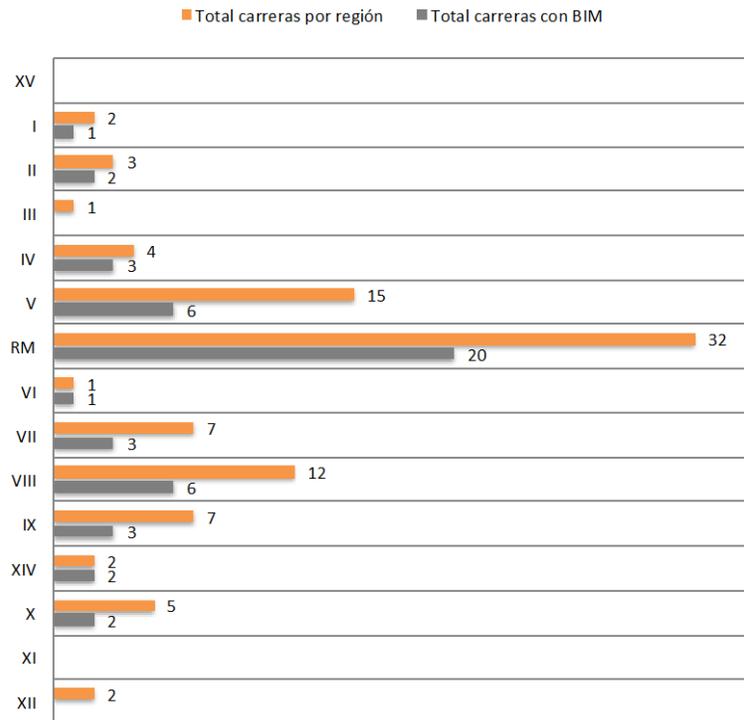
Si se analiza la información a nivel de carreras universitarias por región, se puede observar que en promedio, el 53% de las carreras universitarias del ámbito de la construcción impartidas en cada región cuentan con algún tipo de capacitación BIM. Como se observa en el gráfico siguiente, hay regiones en las cuales no se

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

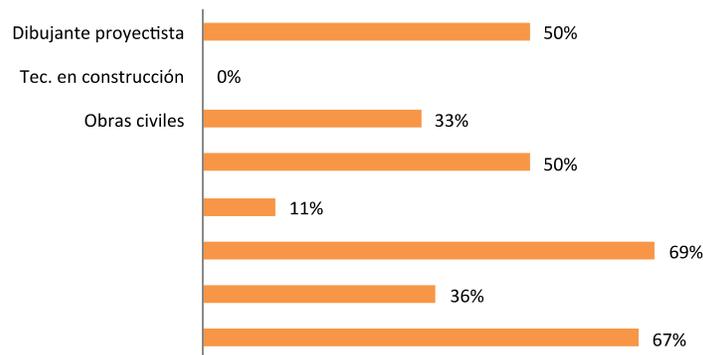
dictan cursos BIM en las universidades, como por ejemplo en las XV, III, XI y XII regiones. La Región Metropolitana muestra la mayor penetración de enseñanza BIM en universidades con un 63%.

Figura 3.11 Carreras universitarias que dictan cursos BIM por región



Al mirar estas cifras a nivel de carreras en la tabla siguiente, se observa que la carrera que tiene mayor porcentaje de penetración de enseñanza BIM por región es Arquitectura con un 67%; por otro lado hay carreras como Construcción Civil y Técnico en Construcción donde los porcentajes de enseñanza BIM son muy bajos; 11% en el primer caso y 0% en el segundo. En el siguiente gráfico se pueden observar las penetraciones de formación BIM para las diferentes carreras impartidas por las universidades.

Figura 3.12 Porcentaje de carreras universitarias con formación BIM por carrera



PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

En la siguiente tabla 3.4.a se observa -a nivel de detalle por región y carrera- el número de universidades que dictan una determinada carrera en cada de región, así como en cuantas de ellas se considera la enseñanza de BIM:

Tabla 3.4.a Carreras universitarias que dictan cursos BIM por región

Región	Ing. Civil en Obras Civiles			Obras Civiles			Técnico en Construcción			Dibujante Proyectista		
	Con BIM	Sin BIM	Sub Total	Con BIM	Sin BIM	Sub Total	Con BIM	Sin BIM	Sub Total	Con BIM	Sin BIM	Sub Total
XV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
RM	1	1	2	1	1	2	0	1	1	1	0	1
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XIV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0
XI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1	1	2	1	2	3	0	4	4	1	1	2

De la anterior tabla se destaca la carrera de Arquitectura, la cual es dictada en 33 programas a nivel nacional, de la cuales en 22 de ellas consideran la enseñanza de BIM. El criterio utilizado, es que si una universidad dicta la misma carrera en más de una sede en la misma ciudad, por motivos de cómputos, se considera sólo como un programa.

Tabla 3.4.b Carreras universitarias que dictan cursos BIM por región

Región	Arquitectura			Ingeniería Civil			Ing. Construcción			Construcción Civil		
	Con BIM	Sin BIM	Sub Total	Con BIM	Sin BIM	Sub Total	Con BIM	Sin BIM	Sub Total	Con BIM	Sin BIM	Sub Total
XV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
II	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
IV	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1
V	4	2	6	0	3	3	2	2	4	0	1	1
RM	10	3	13	3	1	4	3	2	5	1	3	4
VI	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
VII	0	1	1	1	0	1	2	1	3	0	1	1
VIII	2	2	4	0	3	3	4	1	5	0	0	0
IX	1	1	2	0	1	1	2	1	3	0	1	1
XIV	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
X	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XII	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Total	22	11	33	5	9	14	18	8	26	1	8	9

Se observa en la tabla anterior, que hay muchas carreras universitarias del ámbito de la construcción que prácticamente se dictan sólo en la Región Metropolitana, como por ejemplo Ingeniería Civil en Obras Civiles, siendo su cobertura a nivel de regiones muy escaza.

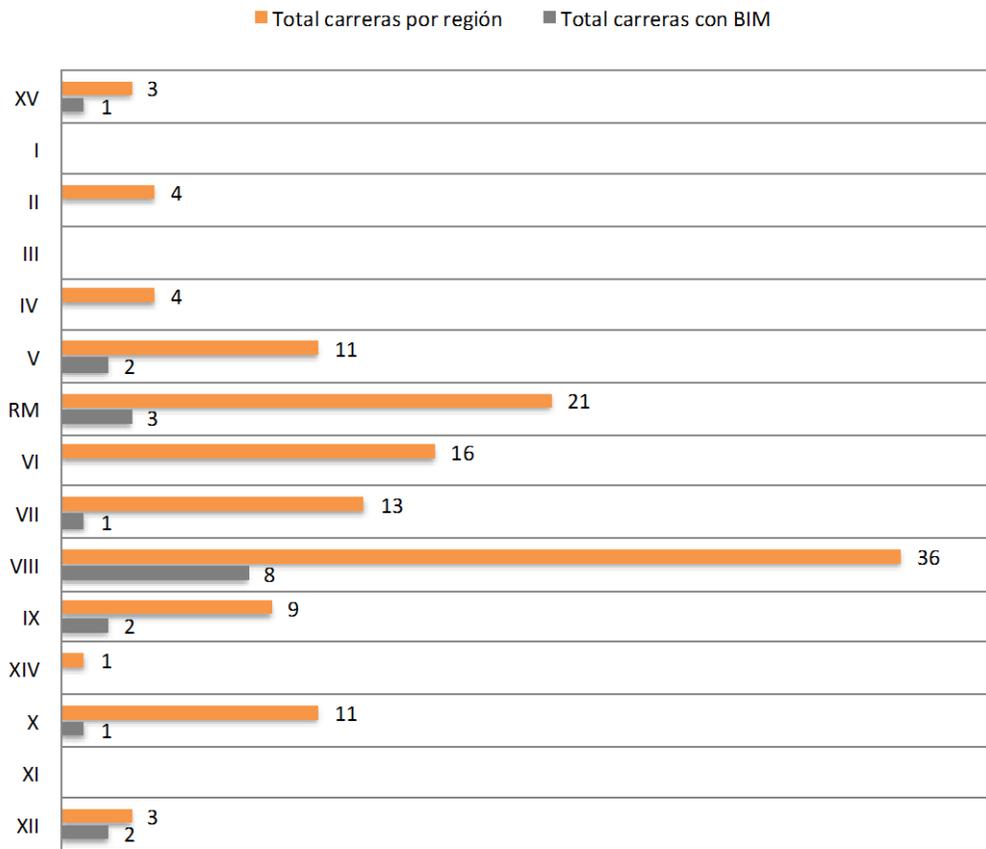
PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

3.1.2.3 Cobertura de enseñanza de BIM en CFT-IP

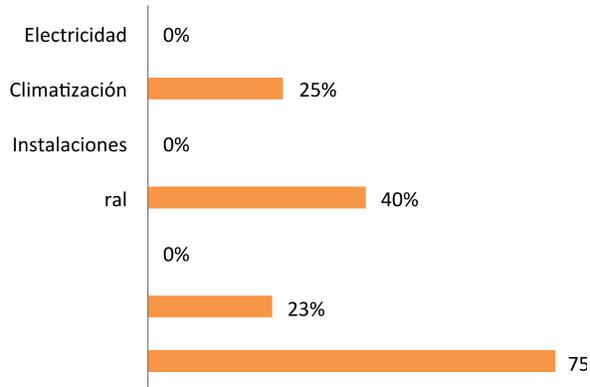
Por otra parte, si se analiza la cobertura geográfica de enseñanza BIM a nivel de carreras de CFT-IP por región, se puede observar que en sólo un 15% de ellas cuentan con algún tipo de capacitación BIM. Como se observa en el gráfico siguiente, hay siete regiones en las cuales no se dictan cursos BIM en los CFT-IP, las que corresponden a las siguientes: I, II, III, IV, VI, XIV y XI regiones. Lo anterior explica la baja penetración de la enseñanza BIM a nivel técnico profesional, tendencia que se mantiene en todo el país. Por su parte, la Región Metropolitana muestra una penetración de enseñanza BIM de un 14% en CFT-IP, o sea está en torno a la media nacional.

Figura 3.13 Carreras de CFT-IP que dictan cursos BIM por región



Al analizar las cifras a nivel de carreras de CFT-IP, destaca que el 75% de las carreras de Ingeniería en Construcción contienen en sus programas formación en BIM, sin embargo son pocas las regiones a lo largo de Chile en que se ofrece esta carrera. Por otra parte, hay carreras de CFT-IP en las cuales no se enseña BIM; como por ejemplo en Electricidad, Instalaciones generales y Técnico en Construcción Civil. En el siguiente gráfico se puede observar la penetración de la formación BIM por carrera técnico profesional.

Figura 3.14 Porcentaje de carreras de IP-CFT con formación BIM



En la siguiente tabla 3.5.a se observa -a nivel de detalle por región y carrera- el número de CFT-IP que dictan una determinada carrera en cada de región, así como en cuantas de ellas se considera la enseñanza de BIM:

Tabla 3.5.a Carreras técnicas que dictan cursos BIM por región

Región	Ing. en Construcción			Construcción Civil			Técnico en Construcción			Técnico en Dibujo		
	Con BIM	Sin BIM	Sub Total	Con BIM	Sin BIM	Sub Total	Con BIM	Sin BIM	Sub Total	Con BIM	Sin BIM	Sub Total
XV	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1
III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	2	2	0	1	1	0	0	0
V	1	0	1	0	1	1	0	5	5	1	0	1
RM	1	0	1	1	4	5	0	7	7	1	2	3
VI	0	0	0	0	6	6	0	6	6	0	1	1
VII	0	1	1	1	2	3	0	5	5	0	1	1
VIII	4	0	4	2	6	8	0	13	13	2	0	2
IX	0	1	1	1	2	3	0	2	2	0	0	0
XIV	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
X	0	0	0	1	3	4	0	2	2	0	1	1
XI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Total	6	2	8	8	27	35	0	43	43	4	6	10

De la anterior tabla se destaca la carrera de Construcción Civil, la cual es dictada en 43 programas a nivel nacional por diferentes CFT-IP, no considerando ninguno de ellos enseñanza de BIM.

Tabla 3.5.b Carreras técnicas que dictan cursos BIM por región

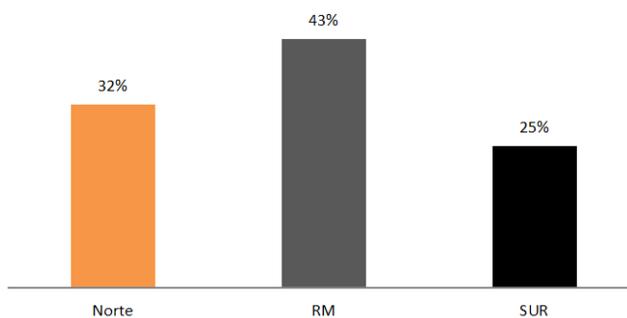
Región	Instalaciones			Climatización			Electricidad		
	Con BIM	Sin BIM	Sub Total	Con BIM	Sin BIM	Sub Total	Con BIM	Sin BIM	Sub Total
XV	0	0	0	0	1	1	0	1	1
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0	0	1	1
III	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0	0	1	1
V	0	0	0	0	0	0	0	3	3
RM	0	0	0	0	1	1	0	4	4
VI	0	0	0	0	0	0	0	3	3
VII	0	0	0	0	1	1	0	2	2
VIII	0	0	0	0	2	2	0	7	7
IX	0	0	0	1	0	1	0	2	2
XIV	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X	0	1	1	0	1	1	0	2	2
XI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	1	0	1	0	1	1
Total	0	1	1	2	6	8	0	27	27

Se observa en la tabla anterior, que las carreras técnicas dictadas por CFT-IP del ámbito de la especialidades como son Climatización y Electricidad, presentan bajo nivel de enseñanza en BIM. En particular, la carrera de Electricidad que se dicta a través de 27 programas a lo largo del país, no considera en ninguno de ellos formación en BIM.

Cobertura de la enseñanza BIM a nivel zonal

Al construir una visión de la cobertura de la enseñanza BIM profesional y técnico profesional a nivel zonal para universidades y CFT-IP en conjunto, los resultados son bastante disímiles. En el siguiente gráfico, se destaca que la cobertura de enseñanza de BIM en la zona sur del país es notablemente más baja que el promedio nacional con un 25%, siendo la media nacional de un 31%.

Figura 3.15 Cobertura de formación BIM por zonas en instituciones educativas

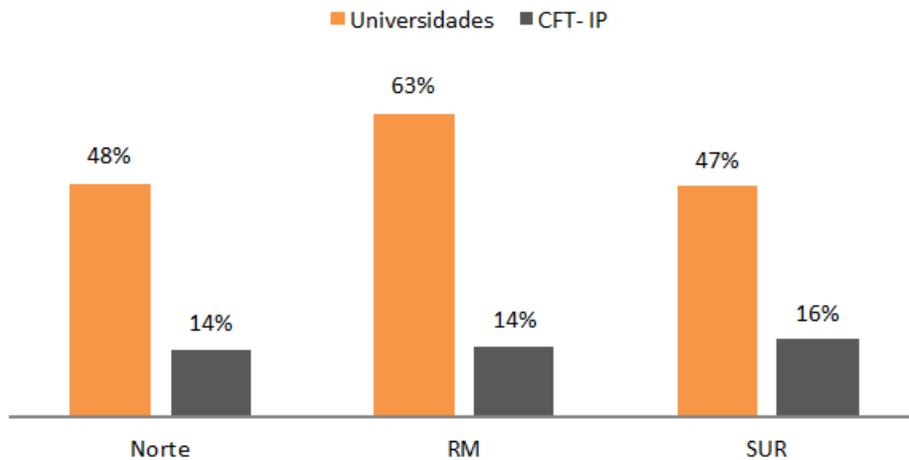


PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Por su parte, la cobertura de la zona norte es de un 32%, cifra que menor en 11 pp que la de la Región Metropolitana, que presenta una cobertura de un 43%. Sin embargo, al considerar por separado las universidades con los CFT-IP, las cifras son bastante diferentes; ya que en este caso las universidades de la zona norte y sur tienen ambas una cobertura levemente superior a 45%, y en cambio la RM presenta una cobertura de un 63%, tal como se puede observar en el gráfico siguiente. Sin embargo, las coberturas de enseñanza de BIM en CFT-IP son prácticamente igual de baja en las tres zonas del país, mostrando cifras en torno al 15%.

Figura 3.16 Porcentaje carreras por tipo de institución con formación BIM por zona



Al realizar una mirada más detallada de la educación en BIM a nivel zonal, los resultados observados son los siguientes:

- Zona norte:** el 48% de las carreras universitarias vinculadas a la construcción en la zona consideran en sus programas formación en BIM. Se destaca la carrera de Arquitectura, en la cual el 67% de las sedes de la zona consideran BIM en sus planes de educación. Por el contrario, se destaca también la baja enseñanza de BIM en las carreras del ámbito de la Ingeniería Civil, donde sólo una de las cinco carreras zonales lo considera. Por su parte, en la carrera de Construcción Civil, no se identificó programas de formación en BIM. En relación a la educación técnico profesional, sólo en 3 de las 22 carreras impartidas en las diferentes ciudades de la zona imparten algún tipo de formación en BIM.
- Región Metropolitana:** El 63% de las 32 carreras universitarias vinculadas a la construcción consideran en sus programas formación en BIM. Se destaca la carrera de arquitectura, en la cual el 77% de las carreras consideran BIM en sus planes de educación. En esta zona, las carrera de Ingeniería Civil consideran en sus programas la formación BIM en mayor proporción que el resto del país, con un 75% versus 20% de las otras zonas. En relación a la enseñanza BIM de CFT-IP, sólo 3 de 21 carreras dictadas en la Región Metropolitana lo considera, lo cual representa un 14%.
- Zona sur:** En esta zona, el 47% de las 36 carreras universitarias que se imparten en las diferentes ciudades de la zona vinculadas a la construcción consideran en sus programas formación en BIM. Tan sólo un 55% de las sedes que imparten la carrera de Arquitectura consideran BIM en sus

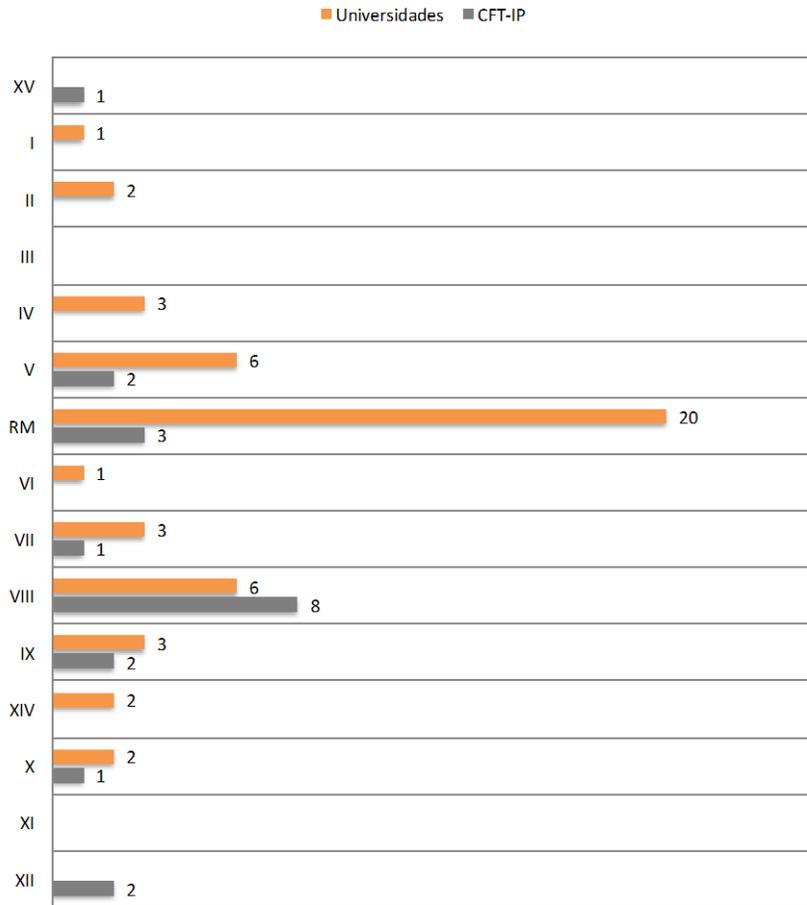
PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

programas comparado con el promedio nacional de 67%. Por su parte, la situación en lo referente a CFT-IP es bastante menos auspiciosa; sólo en el 16% de las 89 carreras técnico-profesionales que se dictan en las diferentes ciudades de la zona consideran en sus programas formación referente a BIM.

Para poder entender de forma gráfica la cobertura de la educación de pregrado en BIM, en la siguiente figura se muestra una visión integrada (universidades y CFT-IP) de la oferta de capacitación BIM a lo largo del país, donde se puede observar que los programas de pregrado que imparten capacitación referente a BIM están fuertemente concentradas en la RM (34% del total) y que existe un importante déficit de oferta regional, especialmente en la zona sur.

Figura 3.17 Carreras de pregrado que consideran BIM



3.1.2.4 Características de la educación BIM en Pregrado.

Como se había afirmado anteriormente, la formación en BIM en las universidades es aún incipiente y está enfocada a la enseñanza de herramientas de software vinculados directamente con la orientación de la carrera. Un ejemplo de ello es en la carrera de Arquitectura, donde a pesar que el 67% carreras dictadas en

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

el país (22 de 33 carreras) consideran enseñanza en BIM, la formación se focaliza fundamentalmente en el uso del software Revit Architecture para sus fines académicos.

Por otra parte, sólo el 36% de las carreras de Ingeniería Civil consideran formación BIM en sus programas; en particular, podemos observar que en universidades que si lo consideran, tales como en las Universidades Católica del Maule y la Pontificia Universidad Católica de Chile, sus programas están orientados a administración, planificación y gestión en BIM. Por su parte, en los casos observados en Ingeniería en Construcción y Construcción Civil, éstos se focalizan en el uso del software y administración.

Es importante destacar que la formación en BIM que se observó en las carreras técnico profesionales, al igual que las observadas en general en la formación de pregrado universitario, mayormente están vinculadas a la enseñanza de modelamiento con uso de herramientas 3D; siendo mayoritariamente usado REVIT en sus distintas versiones y en menor medida softwares como ARCHICAD o TEKLA. En general los programas de pregrado no consideran la enseñanza de BIM a través de métodos colaborativos con participantes de diferentes disciplinas.

Respecto a las evaluaciones de los alumnos, éstas corresponden al régimen normal de cada universidad y están directamente relacionadas con los contenidos que cada curso considera y son esencialmente de tipo prácticas. Las certificaciones se obtienen solo en los diplomados y/o cursos que ofrecen las empresas proveedoras de software, ya que en los cursos de pregrado sólo se considera la aprobación del curso respectivo.

En relación a la duración de los programas BIM impartidos a nivel de pregrado en universidades, éstos tienen una duración promedio de 52 horas, siendo más intensos en las carreras de arquitectura donde su promedio es de 63 horas. En el siguiente cuadro se muestran las características “tipo” de los programas de formación en BIM en las carreras universitarias de pre grado.

Tabla 3.6 Características de la formación BIM de pregrado universitario

CARRERA	FOCO	COMPETENCIAS A DESARROLLAR	PROMEDIO DE HORAS x PROGRAMA
ARQUITECTURA	USO DE SOFTWARE	MODELACIÓN, EXTRACCIÓN DE LA INFORMACIÓN	63
ING. CIVIL	USO DE SOFTWARE	MODELACIÓN, EXTRACCIÓN DE INFORMACIÓN, ANALISIS BASADO EN MODELO	52
ING. EN CONSTRUCCION	USO DE SOFTWARE	MODELACIÓN, EXTRACCIÓN DE INFORMACIÓN, ANALISIS BASADO EN MODELO	40

En relación a la oferta de capacitación de los proveedores de software BIM, podemos decir que ésta es la más profunda y amplia del mercado, con variados programas de un marcado carácter técnico en lo referente a herramientas TI, los cuales en su mayoría están orientados a enseñar el uso de algún software específico. En el cuadro siguiente se puede ver un resumen de la oferta actual de las principales empresas de capacitación BIM.

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Tabla 3.7 Características de la oferta de formación BIM de Empresas Proveedoras de Software

Empresa	Nombre del curso	Objetivos	Dirigido	Foco	Competencias a desarrollar	Horas
COMGRAP	Revit Architecture Básico	Proyectar la arquitectura de edificios en ambiente 3D especializado basado en el concepto BIM (Building Information Modeling - Modelado de información de Edificios) que permite aumentar la productividad y la gestión de todas las etapas de un proyecto	Principalmente para Arquitectos, CAD Manager, Projectistas, Dibujantes técnicos, Gerentes de Proyectos, Diseñadores de	Uso Software	Modelación, Navegación, Extracción de Información del Modelo.	24
	CUBICACION ENTORNO BIM	Conocer las principales herramientas de cubicación BIM (5D), sus alcances e interacción con flujos tradicionales Utilizar herramientas BIM para disminuir más de 40% los plazos en cubicación e incrementar la precisión en dichos procesos	Profesionales en el área de arquitectura, ingeniería y construcción que deseen cambiar los métodos tradicionales de cubicación en base a papel, lápiz y Excel a cubitaciones en base a modelos 3D inteligentes (5D BIM)	Uso Software	Extracción de información.	12
	FAMILIAS PARAMETRICAS CON REVIT	Aprender las mejores prácticas para crear plantillas de familia y a modelar familias paramétricas basadas en curvas, a crear familias adaptativas de elementos diversos los cuales podrán ser reutilizados en futuros proyectos	Profesionales en el área de arquitectura, ingeniería y construcción	Uso Software	Gestión de información.	12
	Revit Architecture Intensivo	Proyectar la construcción de estructuras de edificios en ambiente 3D especializado, basado en el concepto BIM (Building Information Modeling - Modelado de información de Edificios) que permite aumentar la productividad y la gestión de todas las etapas del proyecto.	Principalmente para Arquitectos, CAD Manager, Projectistas, Dibujantes técnicos, Gerentes de Proyectos, Diseñadores de ambientes.	Uso Software	Modelación, Navegación, Extracción de Información del Modelo.	24
	Revit Structure Básico	Proyectar la construcción de estructuras de edificios en ambiente 3D especializado, basado en el concepto BIM (Building Information Modeling - Modelado de información de Edificios) que permite aumentar la productividad y la gestión de todas las etapas del proyecto.	Principalmente para Ingenieros Civiles, Arquitectos, CAD Manager, Projectistas, Gerentes de Proyectos.	Uso Software	Modelación, Navegación, Extracción de Información del Modelo.	24
	Revit MEP	Proyectar la ingeniería en edificios en ambiente 3D especializado basado en el concepto BIM (Building Information Modeling - Modelado de información de Edificios) que permite coordinar los sistemas de ingeniería mecánica, eléctrica y de plomería (MEP).	Principalmente para Ingenieros, CAD Manager, Projectistas, Dibujantes técnicos, electricistas, especialistas en plomería, ventilación y otros.	Uso Software	Modelación, Navegación,	24
ARCHISOFT	ArchiCAD BIM 1	Capacitar a los alumnos para realizar el modelamiento de un proyecto en entorno BIM	Principalmente para Arquitectos, CAD Manager, Projectistas, Dibujantes técnicos, Gerentes de Proyectos, Diseñadores de ambientes.	Uso Software	Modelamiento	20
	ArchiCAD BIM Ejecutivo	Capacitar a los alumnos para gestionar un proyecto constructivo en un entorno BIM .	Arquitectos, Ingenieros, cosntructores y Jefes de Proyecto que necesitan coordinar Proyectos BIM.	Uso Software	Modelamiento y Extracción de Información del Modelo.	20
	ArchiCAD BIM Master	Capacitar a los alumnos para dirigir un proyecto constructivo en un entorno BIM .	Gerentes de Inmobiliarias, Gerentes de Proyecto, Directores de Proyecto y Jefes de Proyecto que necesitan coordinar Proyectos BIM.	Uso Software	Modelamiento y Extracción de Información del Modelo.	20
MICROGEO	Revit Architecture	Proyectar la arquitectura de edificios en ambiente 3D especializado basado en el concepto BIM (Building Information Modeling - Modelado de información de Edificios) que permite aumentar la productividad y la	Dibujantes, Projectistas, Diseñadores, Ingenieros y Arquitectos.	Uso Software	Modelación, Extracción de Información del Modelo.	30
	Coordinación de Proyectos con Navisworks Manage	Aprender el uso de NavisWorks permitiendo compartir, combinar, revisar y perfeccionar con fiabilidad modelos de diseño 3D detallados	Dibujantes, Projectistas, Diseñadores, Ingenieros y Arquitectos.	Uso de softwar	Modelación.	S/I
CONSTRUSOFT	TEKLA Hormigón	Capacitar a los alumnos en el modelamiento de proyectos de hormigón con sus respectivas enfierraduras	Dibujantes, Projectistas, Diseñadores, Ingenieros y Arquitectos.	Uso de softwar	Modelación.	40

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Empresa	Nombre del curso	Objetivos	Dirigido	Foco	Competencias a desarrollar	Horas
CDC ACADEMIA	REVIT para BPA (Business Performance Analysis)	Enseñar a realizar análisis de rendimiento de la edificación, en donde se enseñará sobre los fundamentos de la ciencia de la edificación apoyados en las herramientas de Autodesk para el análisis de rendimiento de proyectos creados en BIM.	Arquitectos y proyectistas de Arquitectura	Uso Software	Análisis basado en modelos BIM	50
	NAVISWORK ESSENTIALS	Aprender el uso de NavisWorks permitiendo compartir, combinar, revisar y perfeccionar con fiabilidad modelos de diseño 3D detallados de cualquier tamaño o formato, incluyendo planificación vinculada a Microsoft Project para realizar simulaciones constructivas 4D.	Profesionales del área del diseño de proyectos, gestión y construcción que busquen optimizar la gestión colaborativa de proyectos.	Uso Software	Extracción de Información del Modelo, Análisis basado en modelos BIM.	32
	REVIT NIVEL I	Proyectar en ambiente Revit y conocer la manera de generar automáticamente presentaciones 2D y 3D de proyectos y la gestión de cambios paramétricos (BIM)	Dibujantes, Proyectistas, Diseñadores, Ingenieros y Arquitectos.	Uso Software	Modelación, Navegación.	32
	REVIT NIVEL II	Capacita para proyectar de manera avanzada en ambiente Revit Architecture.	Dibujantes, Proyectistas, Diseñadores, Ingenieros y Arquitectos.	Uso Software	Modelación, Navegación, Extracción de Información del Modelo.	50
	REVIT MEP ESPECIALIZACION	Enseñar a modelar sistemas mecánicos, eléctricos, sanitarios, entre otros.	Dibujantes, Ingenieros, CAD Manager, Electricistas, Especialistas en plomería, ventilación y otros.	Uso Software	Modelación, Navegación, Extracción de Información del Modelo.	50
	DYNAMO EXPERTO	Enseñar el uso de esta herramienta que tiene la capacidad de crear comportamientos a través de un guión visual, permitiendo definir piezas de lógica personalizada (algoritmos), a la vez de poder ser definidos utilizando diversos lenguajes de programación textual.	Usuarios especializados en BIM para arquitectos	Uso Software	Modelación, Navegación, Extracción de Información del Modelo.	50
	REVIT STRUCTURE ESPECIALIZACION	Enseñar modelado de información para la edificación (BIM), a las herramientas de diseño paramétrico, a la construcción del modelo de análisis estructural, y la generación de documentación de proyecto.	Usuarios nuevos de Autodesk Revit Structure o de programas de Autodesk	Uso Software	Modelación, Navegación, Extracción de Información del Modelo.	50
	INFRAWORKS 360 para arquitectos	Este curso tiene por objetivo principal, familiarizar al usuario con los comandos y los flujos de trabajo de Autodesk Infraworks 360 y su integración con Autodesk Revit. Te permitirá tomar decisiones de manera consciente y rápida, de acuerdo al estudio inicial de un terreno, donde podrás analizar, visualizar y simular posibles usos que se le puedan asignar a un sitio.	Arquitectos, urbanistas, planificadores de proyecto, paisajistas.	Uso de software	Modelación, Navegación, Extracción de Información	24
	GESTION BIM	Administrar y preparar la información de un proyecto BIM siguiendo sus pertinentes etapas de desarrollo.	Gerentes de Inmobiliarias, Gerentes de Proyecto, Directores de Proyecto y Jefes de Proyecto que necesitan coordinar Proyectos BIM, especialmente aquellos que participen en el Plan BIM 2020 del Gobierno de Chile	Gestión	Gestión de proyectos	10
	IMPLEMENTACION BIM	Enseñar las distinciones a los alumnos que les permita categorizar los requerimientos básicos, flujos de trabajo y cadena de producción dentro de una empresa, para lograr una implementación efectiva de BIM.	Gerentes de Inmobiliarias, Gerentes de Proyecto, Directores de Proyecto y Jefes de Proyecto que necesitan coordinar Proyectos BIM, especialmente aquellos que participen en el Plan BIM 2020 del Gobierno de Chile	Gestión	Gestión de proyectos	10
	FUNDAMENTOS BIM PARA GERENCIAMIENTO	Entregar el conocimiento general de los factores clave, requisitos y estrategias necesarias para dirigir equipos de trabajo que participan en un proyecto BIM.	Gerentes de Inmobiliarias, Gerentes de Proyecto, Directores de Proyecto y Jefes de Proyecto que necesitan coordinar Proyectos BIM, especialmente aquellos que participen en el Plan BIM 2020 del Gobierno de Chile	Gestión	Coordinación y Dirección de Proyectos	10
	PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS BIM	Especificar los procesos y organizar los procedimientos claves en la generación de entregables BIM, cumpliendo con las normas requeridas en Chile y el extranjero.	Gerentes de Inmobiliarias, Gerentes de Proyecto, Directores de Proyecto y Jefes de Proyecto que necesitan coordinar Proyectos BIM, especialmente aquellos que participen en el Plan BIM 2020 del Gobierno de Chile	Gestión	Gestión de proyectos	10

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Se identificaron cinco empresas principales que sistemáticamente prestan servicios de capacitación asociados a BIM, las cuales dictan cursos de tipo mayoritariamente técnico. En el caso específico de CDC Academia ofrecen cursos de Revit Arquitectura y Estructura, básico y avanzado, Revit MEP y Naviswork con un promedio de 50 horas para los cursos avanzados y de 32 horas para los cursos básicos, lo cual incluye sesiones teóricas y prácticas. De estas empresas, CDC Academia es la que ofrece una mayor gama de cursos, desde curso de uso específico de software BIM hasta cursos más orientados a la gestión (recientemente incorporados) como “Fundamentos BIM para el Gerenciamiento”. Los asistentes a los cursos obtienen un certificado respaldado por CDC Academia Limitada, Autodesk Training Center. Cabe recordar que las certificaciones de Autodesk las entregan las empresas como, Comgrap, CDC Academia y Microgeo.

Por su parte, Comgrap ofrece cursos como: Revit Architecture Básico, Revit Architecture Intensivo, Revit Structure Básico y Revit MEP, todos enfocados en la enseñanza del software con 24 horas de duración; las personas que asisten a estos cursos obtienen “*Diploma Aprobación COMGRAP*” al cumplir un mínimo del 80% de asistencia.

Por otra parte, la empresa Construsoft ofrece cursos de Tekla para modelamiento de estructuras, pero estos cursos no son sistemáticos en su realización, sino que se organizan de acuerdo a la demanda.

Las empresas de software han desarrollado también una oferta flexible de cursos cerrados para empresas, en las cuales se entrenan a las compañías de acuerdo a las necesidades particulares de su negocio.

En cuanto a la cobertura geográfica de los programas de capacitación BIM dictados por los proveedores de software, es importante destacar que los programas abiertos se dictan en su totalidad en la Región Metropolitana; sólo en los casos de los cursos cerrados para empresas estos pueden ser dictados en regiones.

En relación al perfil de los profesores que imparten los cursos de pregrado en las diferentes universidades, éstos son mayoritariamente profesionales del ámbito de la construcción (arquitecto, ingeniero civil, constructor civil) muchos de ellos ex-alumnos de dichas casas de estudio; se observan pocos docentes con diplomados, magister o doctorados.

En el caso de los institutos profesionales y centros de formación técnica, el perfil de los profesores es bastante similar al de los pregrados universitarios, como por ejemplo los profesores del IP Santo Tomás, son arquitectos, ingenieros civiles y dibujantes proyectistas y en el caso del IP DuocUC, son arquitectos, constructores civiles y dibujantes proyectistas certificados en BIM.

Por su parte, en las empresas de capacitación (proveedores de software) son profesionales del ámbito de la construcción (arquitectos, ingenieros civiles, constructores) con la salvedad de contar con certificaciones en el software que imparten.

La información de los perfiles profesionales de los profesores que enseñan BIM sólo fue entregada parcialmente por las universidades y CFT-IP, indicando en ciertos casos solo la profesión de los profesores. Las razones esgrimidas fueron que son docentes a honorarios que están por periodos cortos en las instituciones y que muchos de ellos no tienen mayor capacitación formal del tema.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

3.1.2.5 Características de la educación BIM terciaria – Diplomados y Postgrados

En Chile existen una cantidad reducida de programas de postgrado o diplomados que permiten a los profesionales capacitarse en los conceptos y técnicas BIM. Los programas son de reciente data, siendo los con más antigüedad los realizados por la Pontificia Universidad Católica y Universidad de Chile. En el siguiente cuadro se detallan las características de los programas de diplomado y extensión disponibles en el mercado.

Tabla 3.8 Características de la oferta de Diplomados BIM de Universidades

Universidad	Programa	Objetivos	Versiónes	Año Inicio	Vezes/Año	Dirigido	Horas	Nº Graduados
UNIVERSIDAD CATOLICA	DIPLOMADO EN NUEVAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN ARQUITECTURA: MODELACIÓN Y DESARROLLO DE PROYECTOS BIM	Lograr el desarrollo de capacidad de diseñar proyectos de edificación usando herramientas del tipo BIM, modelar la información interdisciplinaria, gestionar la información del proyecto en todas las etapas de un proyecto y desarrollar programación bajo un método de trabajo colaborativo.	9	2012	2	Arquitectos, constructores e ingenieros	125	5/1
UNIVERSIDAD CATOLICA	DIPLOMADO EN BIM AVANZADO PARA PROYECTOS DE EDIFICACION	Desarrollar una visión integral, analítica y propositiva para abordar un proyecto de construcción de la arquitectura mediante la aplicación de sistemas BIM.	2	2015	2	Arquitectos, constructores, ingenieros, técnicos en construcción y proyectistas.	108	125
U CHILE	DIPLOMA DE EXTENSIÓN, EN MODELAMIENTO Y COORDINACIÓN DE PROYECTOS CON BIM	El objetivo del programa es formar a profesionales, a través de instancias teórico-prácticas, en las metodologías para el desarrollo de proyectos de modelado tridimensional de información para la construcción de edificaciones. Se propone una enseñanza de un sistema de trabajo enfocado en la concurrencia temprana de las especialidades involucradas en el proceso de diseño y construcción de edificios.	6	2013	3	Arquitectos, constructores, ingenieros técnicos.	150	172
UNIACC	DIPLOMADO EN TECNOLOGÍA BIM BÁSICO – COORDINACIÓN DE PROYECTOS	Formar profesionales especializados en tecnología capaces de modelar, coordinar y administrar digitalmente proyectos de edificación de diferente complejidad. Los egresados tendrán todas las competencias técnicas para dirigir y liderar procesos de modernización tecnológica en empresas de arquitectura, ingeniería y construcción que se ven hacia estándares más altos de calidad, productividad y competitividad de la industria.	2	2015	2	Arquitectos, constructores, ingenieros, técnicos en construcción y proyectistas.	120	5/1
UOLA	DIPLOMADO EN BIM AVANZADO	Formar profesionales capaces de enfrentar la coordinación de proyectos a través de tecnologías BIM, identificar, analizar y gestionar proyectos de alta complejidad.	2	2015	1	Arquitectos, constructores ingenieros y profesionales afines.	120	5/1
INSTITUTO PROFESIONAL SANTO TOMAS	DIPLOMADO EN BIM	Aportar a los alumnos los siguientes conocimientos: 1. Introducción a BIM (Building Information Modeling), 2. Modelamiento de un proyecto arquitectónico (Revit Arquitectural), 3. Modelamiento de Ingeniería en BIM (Revit Ingeniería, SDS/2), 4. Especialidades (Revit MEP), 5. Modelamiento y Conceptos de coordinación.	2	2015	1	Profesionales y técnicos de carreras de ámbito de la construcción	120	18
UNIVERSIDAD DE VIÑA DEL MAR	CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN ARQUITECTURA CON MENCIÓN EN DISEÑO Y GESTIÓN DE PROYECTOS BASADOS EN EL CONCEPTO BIM	Desarrollar en los profesionales y técnicos participantes, conocimientos para el manejo especializado del modelado de información integrado para proyectos de arquitectura e industriales, mejorando la productividad del taller de diseño de proyectos, y de su gestión en todas las etapas del proceso de diseño, desde la concepción de la obra hasta las actividades de corrección y coordinación de especialidades.	2	2015	1	Arquitectos, constructores, ingenieros, técnicos en construcción y proyectistas.	120	5/1

Como se observa en el cuadro anterior, la Pontificia Universidad Católica ofrece el “*Diplomado Nuevas Tecnologías Digitales en Arquitectura: Modelación y Desarrollo de Proyectos BIM*”, con el curso “*Coordinación y Planificación BIM*” orientado a la navegación, análisis basado en el modelo y coordinación de proyectos BIM. Por otra parte, esta universidad ofrece también el programa “*Diplomado en Gerencia y Liderazgo para desarrollo de Proyectos*”, orientado a nivel gerencial, viéndose temas de modelado en menor medida, pero por sobre todo temas de planificación y gestión. Además la universidad dicta un “*Magister en Administración de la Construcción*”, con el curso “*Tecnologías de información para la Gestión de Proyectos*” orientado a la planificación e implementación del BIM, y el curso “*BIM para la arquitectura, ingeniería y construcción*”, cuyo foco es la navegación, extracción de documentación, análisis basado en el modelo y coordinación de proyectos BIM.

Por su parte, la Universidad de Chile ofrece el “*Diploma en Modelamiento y coordinación de proyectos BIM*” orientados a profesionales del ámbito de la construcción y que cuenta con 150 horas de duración; su foco es el uso de software. Además esta universidad ofrece un Diploma de Introducción al BIM de 24 horas de duración.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

La Universidad de Viña del Mar y Universidad De Artes, Ciencias y Comunicación (UNIACC) ofrecen respectivamente el “Curso de Especialización en Arquitectura con Mención en Diseño y Gestión de Proyectos Basados en el Concepto BIM”, orientado a modelado de información integrado para proyectos de arquitectura e industriales y el “Diplomado en Tecnología BIM Básico – Coordinación de Proyectos” orientado a modelar, coordinar y administrar digitalmente proyectos de edificación de diferente complejidad, dictado con una modalidad semi presencial, con 60 horas presenciales y 60 horas en la modalidad On-Line.

Finalmente, la Universidad de las Américas dicta el curso de “Especialización en Arquitectura con Mención en Diseño y Gestión de Proyectos Basados en el Concepto BIM”; de 120 horas de duración, el cual no se dictó el presente año y de acuerdo a lo investigado, será dictado en la modalidad e-learning el 2017.

Se identificó sólo un diplomado en BIM dictado por CFT-IP, es el caso del Instituto Profesional Santo Tomás, que desde el año 2015 dicta un diplomado BIM de 120 horas de duración en su sede de Talca.

Las empresas proveedoras de software también han desarrollado una oferta de Diplomados BIM; en particular CDC ofrece dos programas que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3.9 Características de la oferta de Diplomados BIM de Empresas Proveedoras de Software

Empresa	Nombre del curso	Objetivos	Dirigido	Foco	Competencias a desarrollar	Horas
CDC ACADEMIA	DIPLOMADO BIM MANAGER	El Diplomado BIM Manager, tiene como objetivo proporcionar los conocimientos y desarrollar las habilidades necesarias de los profesionales del área de edificación en la administración de proyectos, planteamiento de flujos de trabajo, gestión de tecnologías de la información y soporte de la plataforma BIM.	Arquitectos, ingenieros y constructores que estén involucrados en el desarrollo, diseño, inspección, coordinación y construcción de proyectos de edificación.	Uso Software	Modelación, Navegación. Extracción de Información del Modelo.	224
	DIPLOMADO BIM para COORDINACIÓN DIGITAL	El objetivo del Diplomado es preparar profesionales para que sean capaces de anticipar errores en un Modelo Digital de la obra a construir, mejorando el encuentro de conflictos entre disciplinas; reglas básicas para la Coordinación Digital entre especialidades. Por lo anterior, se espera mejorar los procedimientos utilizados en la coordinación de las distintas especialidades relacionadas a la industria de la construcción.	Arquitectos, constructores, ingenieros, inspectores técnicos,	Uso Software	Modelación, Navegación. Extracción de Información del Modelo.	210

El “Diplomado BIM para Coordinación Digital” está orientado a arquitectos, ingenieros civiles, constructores civiles y dibujantes con un total de 220 horas; en el caso de su “Diplomado BIM Manager”, el objetivo es la administración de proyectos, planteamiento de flujos de trabajo, gestión de tecnologías de la información y soporte de la plataforma BIM, enfocado a arquitectos, ingenieros y constructores que estén involucrados en el desarrollo, diseño, inspección, coordinación y construcción de proyectos de edificación.

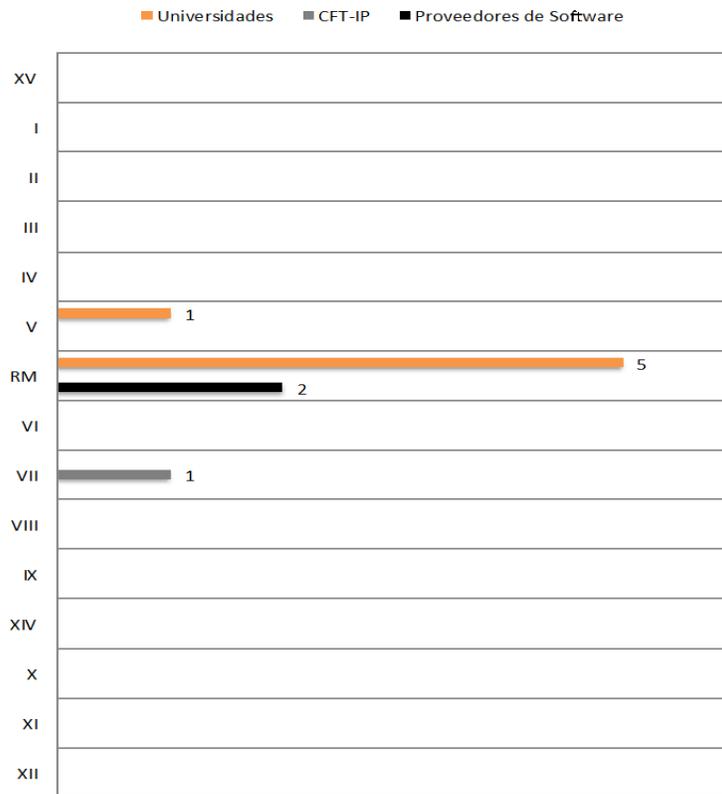
3.1.3 Cobertura geográfica de la educación BIM terciaria – Diplomados y Postgrados

Para poder entender de forma gráfica la cobertura de la educación de postgrado en BIM, en la siguiente figura se muestra una visión integrada (universidades, CFT-IP y proveedores de software) de la oferta de capacitación BIM a lo largo del país, donde se puede observar que los programas de postgrado en BIM están fuertemente concentradas en la RM (7 de 9 programas) y que existe un importante déficit de oferta regional, especialmente en la zona norte del país y extremo sur.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Figura 3.18 Cobertura geográfica de cursos de postgrado en BIM



3.2 Conclusiones acerca de la situación actual de la capacitación BIM en Chile.

La oferta de capacitación en BIM se encuentra en un nivel incipiente de desarrollo en el sistema educacional chileno; prácticamente la mitad de las instituciones de capacitación profesional y técnico profesional (universidades y CFT-IP) consideran en sus programas de pregrado contenidos referentes a BIM, los que son impartidos con un enfoque inminentemente técnico, orientado al modelamiento de proyectos tridimensionales y al uso de software especializados, no considerando el aprendizaje en trabajo colaborativo BIM ni el desarrollo de las competencias de gestión de proyecto BIM, temas esenciales para la correcta ejecución de un proyecto en un entorno BIM. Es especialmente relevante considerar que la oferta de programas orientados al desarrollo de “especialidades” como sanitarias, eléctricas, clima e incendios son muy reducidas, especialmente a nivel de pregrado universitario.

La formación de pregrado, en los casos que considera temáticas relativas a BIM, no forma a los futuros profesionales en visiones integrales que consideren la coordinación, la gestión de proyectos y el uso de técnicas avanzadas de planificación 4D, 5D o 6D. La formación necesaria para gestionar un proyecto BIM requiere de integraciones con especialidades, no observándose a nivel de pregrado carreras que así lo consideren.

Existen marcados desequilibrios regionales en los niveles de educación BIM, siendo la zona sur la de menor oferta en relación al resto del país, tanto a nivel técnico profesional como profesional. Se pudo observar que

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

los profesionales de regiones que se han capacitado en BIM lo han realizado a través de cursos vía internet o bien se han auto capacitado con tutoriales web.

Las empresas proveedoras de software desarrollado bajo el concepto BIM, han liderado la capacitación a nivel técnico, ofreciendo una amplia variedad de cursos enfocados en el uso de las herramientas que ellos comercializan. En particular, la herramienta Revit goza de una gran popularidad entre los diseñadores y las certificaciones otorgadas por sus representantes son valoradas en el mercado. Recientemente, algunas de ellas han incorporado Diplomados en BIM de mayor duración y profundidad incorporando elementos de gestión bajo entornos BIM.

En relación a los programas de postgrado, las universidades Católica y de Chile han desarrollado Diplomados en gestión integral BIM, cursos orientados a profesionales del ámbito de la construcción que desean formarse integralmente como expertos en gestión bajo el concepto BIM, los cuales ofrecen una formación integral para profesionales que requieran liderar proyectos bajo BIM.

Estos programas son dictados por académicos de alto nivel de formación teórica; los cuales de acuerdo a los curriculums publicados cuentan con formación profesional en las universidades tradicionales y con postgrados en universidad internacionales de reconocido prestigio. Es importante destacar que la formación en BIM requiere de profesionales con experiencia práctica en obra, tema el cual no se pudo corroborar de parte de los académicos que dictan estos programas.

Estos cursos llevan relativamente poco tiempo en el mercado, y aún no logran impactar de forma intensiva en el medio profesional del sector.

CAPÍTULO 4



Capítulo 4. Elementos centrales de la adopción de BIM en Chile.

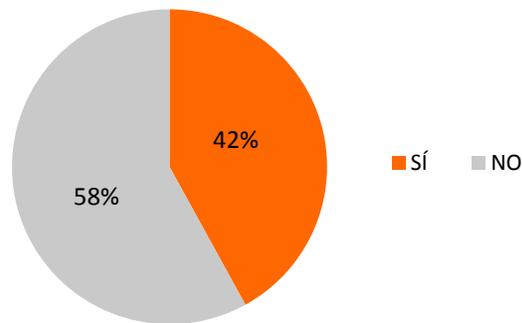
4.1 Elementos centrales de la línea base de la Demanda por capacitación BIM.

4.1.1 Niveles de adopción BIM.

Los principales hallazgos del estudio, muestran que Chile tiene avances en el conocimiento general de BIM, de un universo de **914 profesionales** que participaron en la primera encuesta nacional de capacidades y formación BIM 2016, un 42% de los profesionales del sector de la construcción, declara tener cierto nivel de entendimiento (figura 4.1), principalmente en la región Metropolitana con un 57%, le siguen la zona norte con un 36% y la zona sur con un 30% (figura 4.2).

Figura 4.1 Nivel de conocimiento sobre BIM

¿Tiene Ud. algún nivel de conocimiento sobre BIM?
MUESTRA PROFESIONALES

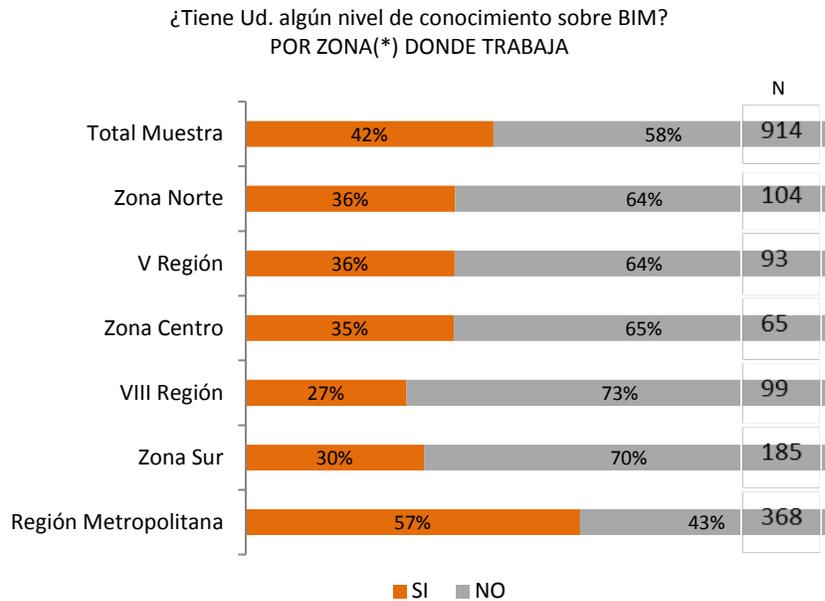


N: 914

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Figura 4.2 Nivel de conocimiento BIM según región donde trabaja el entrevistado



*ZONA NORTE comprende: I, XV, II III Y IV Región.

*ZONA CENTRO comprende: VI Y VII Región.

*ZONA SUR comprende: IX, XIV, X, XI, XII Región.

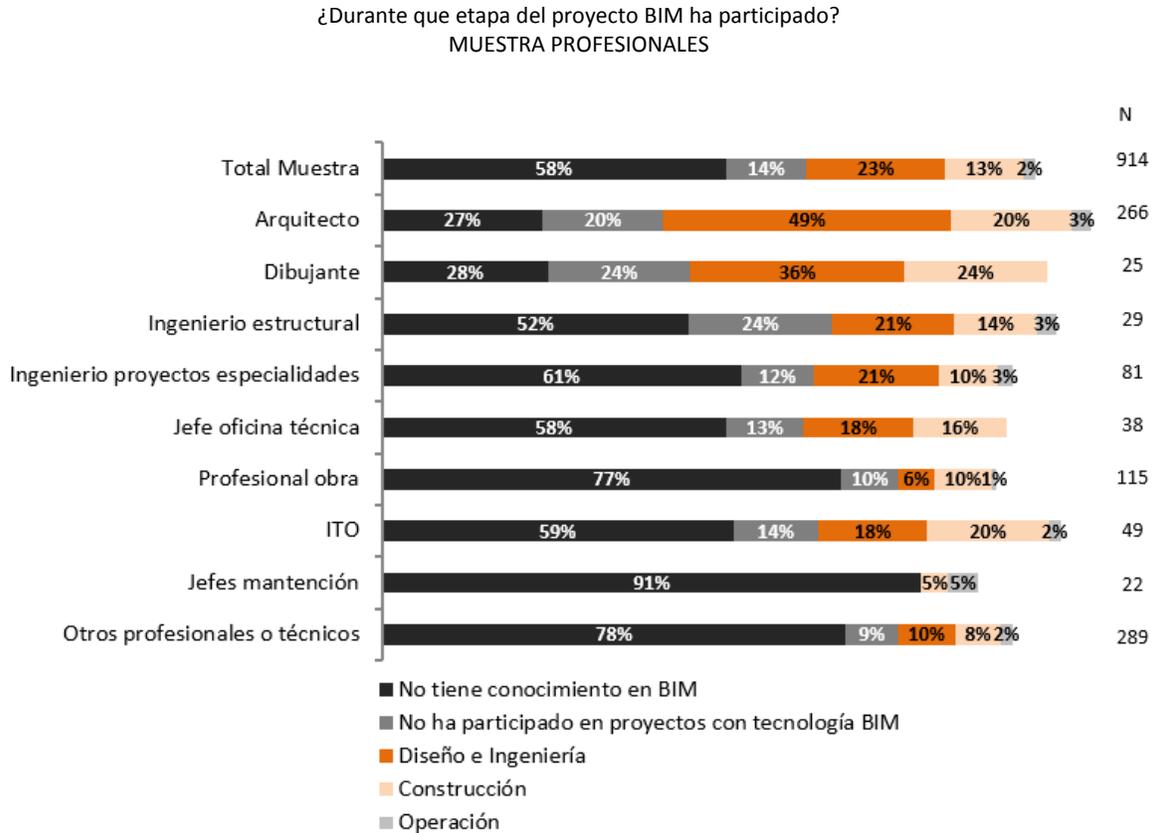
Desde la perspectiva del ciclo de vida de un proyecto podemos ver que existen importantes diferencias en sus niveles de adopción. Principalmente el uso de BIM se da en las etapas de anteproyecto y diseño, de un universo de **412 empresas** que participaron en el proceso, tenemos 56 empresas de arquitectura que declaran haber utilizado BIM en alguna de sus etapas, y va bajando su adopción a medida que nos encontramos con las fases de construcción (41 empresas constructoras declaran haber utilizado BIM en algunas de sus etapas) y operación (2 empresas que trabajan como operadores declaran haber utilizado BIM en alguna de sus etapas). Entendiendo que BIM es un proceso de construcción virtual que nos permite optimizar la gestión en esta etapa, vemos que tenemos una oportunidad al incorporar estas etapas dentro del proceso.

Figura 4.3 Cadena de valor sector construcción



El principal uso de BIM se da en las etapas de diseño e ingeniería, donde el 23% de los profesionales encuestados declara que ha participado en esta etapa (210 profesionales). El siguiente uso se da en la etapa de construcción con un 13% (119 profesionales) y por último la etapa de operación con un 2% de la muestra total (18 profesionales). (Figura 4.4)

Figura 4.4 Participación en proyecto BIM por etapas (Respuesta múltiple)



Además, un 25% de las empresas (103 empresas), declaran que no han participado en un proyecto BIM por desconocimiento del tema (figura 4.5), pero que al momento de abordar un proyecto BIM, las alternativas para contar con los profesionales adecuados serían un plan de capacitación (44%), la contratación de profesionales con competencias para trabajar en BIM (38%) y la búsqueda de una empresa especialista en BIM para la participación conjunta en el proyecto (18%) (Figura 4.6).

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Figura 4.5 Motivos de no participación en proyectos BIM

¿Existe alguna razón particular por la que su empresa no ha participado en proyectos BIM?

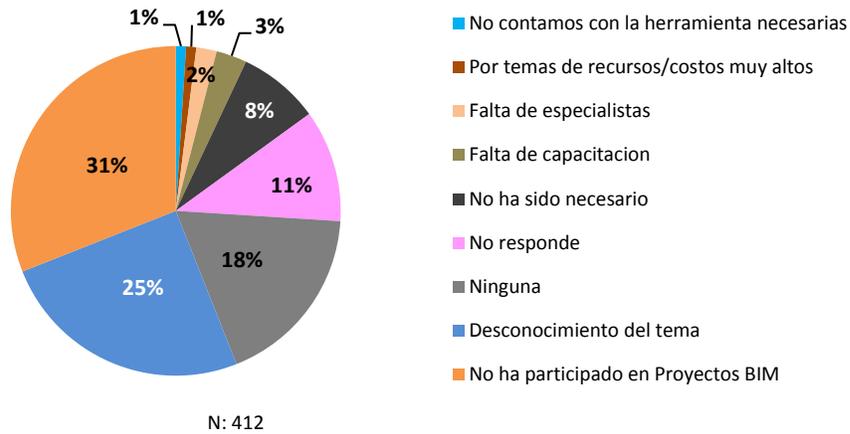


Figura 4.6 Alternativas para contactar profesionales capacitados en BIM



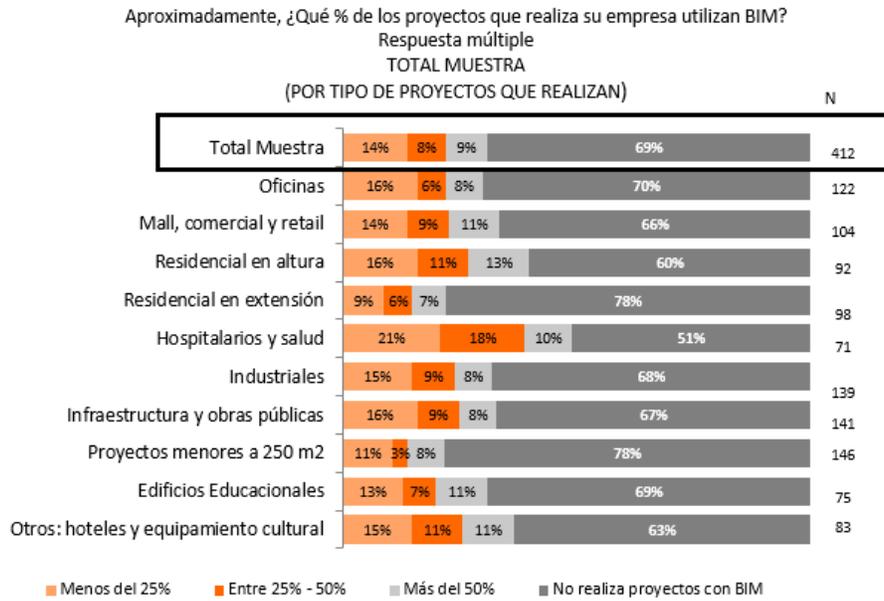
Al momento de abordar un proyecto BIM, ¿Qué alternativas evalúa para contar con los profesionales adecuados en el caso de no tenerlos o no ser suficientes?
(RESPUESTA MÚLTIPLE)

Un 69% de las 412 empresas declaran que no realiza proyectos BIM, pero vemos que existe en todas las tipologías de proyectos el uso de BIM en algún porcentaje respecto del total de proyectos (figura 4.7).

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

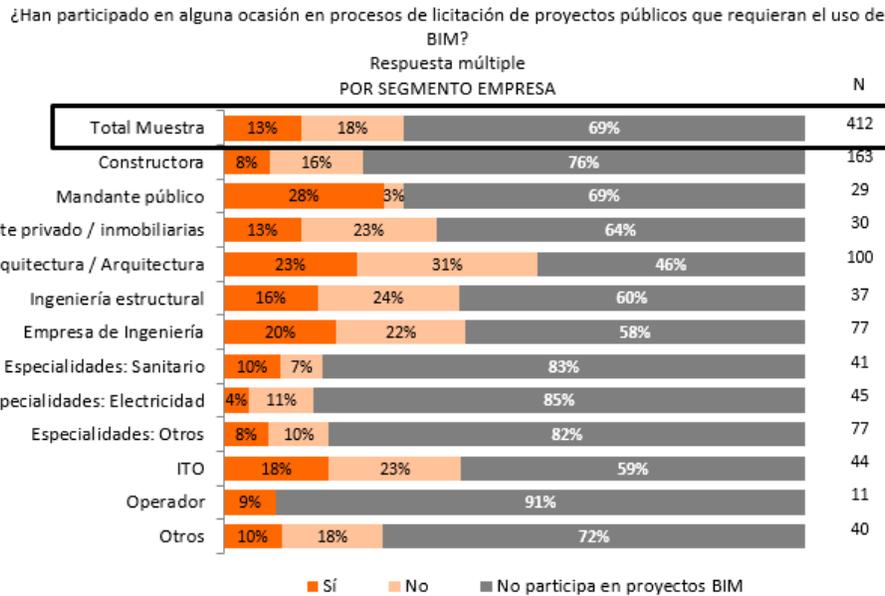
PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Figura 4.7 Porcentaje de proyectos con utilización de BIM



Destaca que sólo un 13% de las empresas (54 empresas) han participado en proyectos públicos que requieran el uso de BIM. Asimismo, vemos que todos los segmentos de empresa han participado en algún proyecto público que requieren el uso de BIM.

Figura 4.8 Nivel de participación en proyectos BIM según segmento empresa



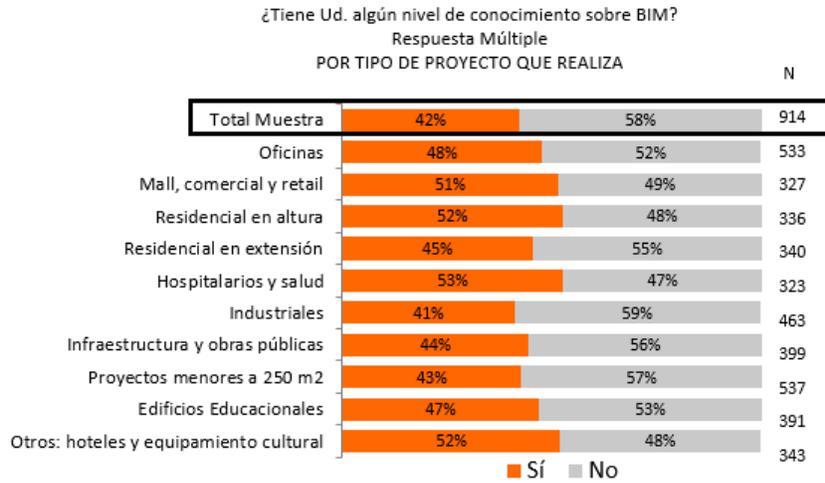
Nota: En las aperturas por SEGMENTO, las muestras se aumentan, debido a que algunas empresas entrevistadas se clasifican en más de un segmento.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

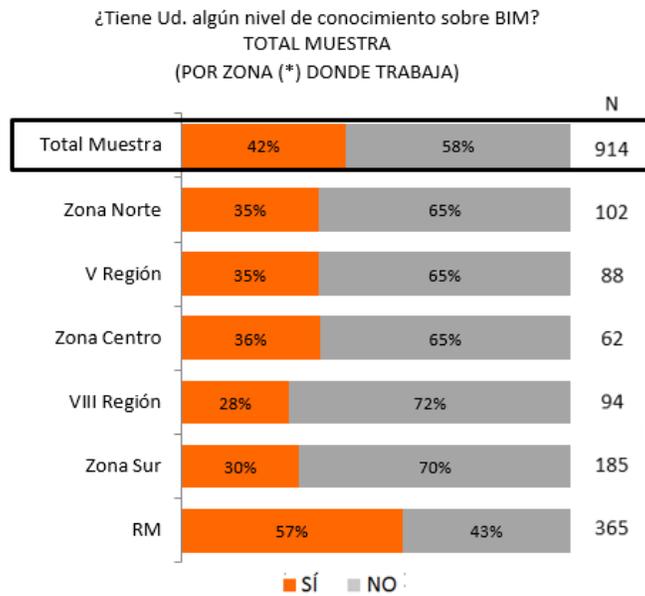
Desde la perspectiva de los profesionales y el nivel de tipologías de proyectos no se observan grandes diferencias respecto del uso de BIM, destacan el uso de BIM en las edificaciones más complejas como malls, recintos hospitalarios y residencial en altura, principalmente porque este tipo de proyectos requieren mayores coordinaciones entre especialidades. (Figura 4.9).

Figura 4.9 Nivel de conocimiento de BIM según tipo de proyecto



Desde el punto de vista regional (exceptuando la Región Metropolitana), las regiones donde se concentra la construcción a nivel nacional como son la V y VIII región, destacan por un alto desconocimiento declarado de BIM en los profesionales de 65% en la V región y un 72% de la VIII región.

Figura 4.10 Nivel de conocimiento de BIM por región



*ZONA NORTE comprende: I, XV, II III Y IV Región.

*ZONA CENTRO comprende: VI Y VII Región.

*ZONA SUR comprende: IX, XIV, X, XI, XII Región.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

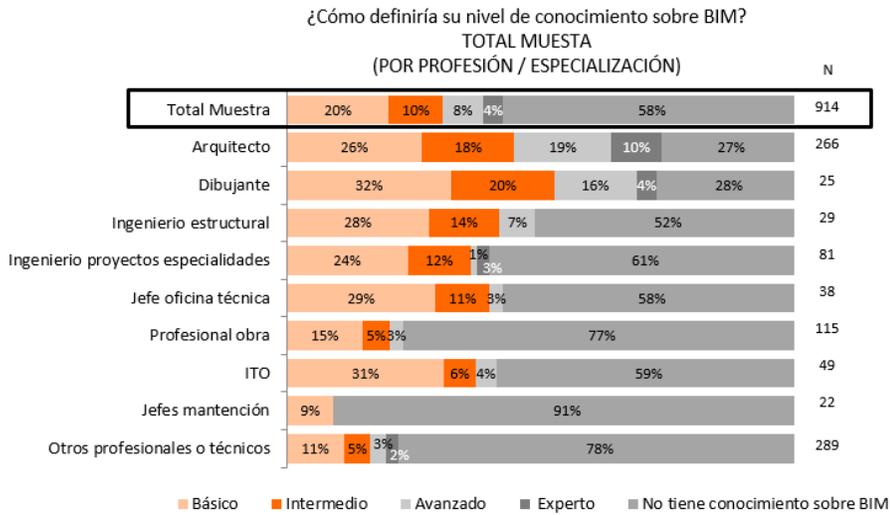
PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Como comentario general podemos decir que, la adopción de BIM a nivel del sector se da principalmente en la etapa de diseño, por lo que los desafíos se plantean a nivel de construcción y operación, y consecuentemente con los profesionales vinculados a estas etapas. Por otro lado, los proyectos que están utilizando BIM son, en general, proyectos de mayor complejidad pero el sector declara que BIM se puede utilizar en cualquier proyecto, lo que se ratifica respecto de los proyectos que declaran las empresas ha utilizado BIM. A nivel regional existen algunos niveles de avance, principalmente impulsado por los procesos de licitación público.

Nivel de conocimiento BIM

Un 30% de los profesionales entrevistados declaran tener un conocimiento sobre BIM (274 casos de los 914), y definen su nivel principalmente entre básico e intermedio. Un 4% declara tener conocimiento avanzado o experto. (Figura 4.11)

Figura 4.11 Nivel de conocimiento de BIM según profesión/especialización



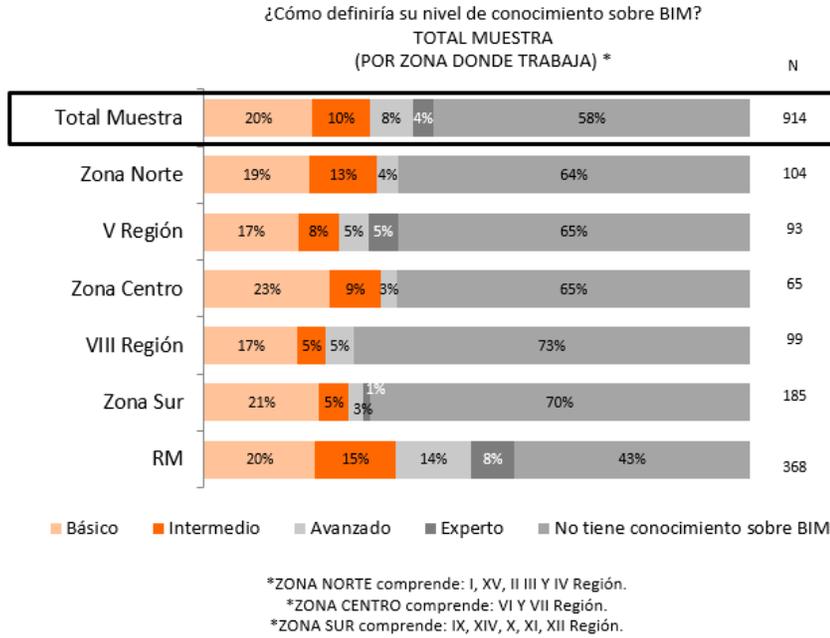
* La escala de evaluación de básico a experto surge de forma espontánea entre los entrevistados, ya que la pregunta fue planteada como abierta.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

A nivel regional, los profesionales de la zona sur declaran un conocimiento de nivel básico, con un 21%. Asimismo, en la zona norte declaran un conocimiento básico del 19% y en la Región Metropolitana de un 20%.

Figura 4.12 Nivel de conocimiento de BIM por región



Un tema central en este conocimiento tiene que ver con, qué se entiende por BIM, es una herramienta o una metodología, en este sentido, hay un fuerte vínculo con los proveedores de *software*, ya que son quienes promocionan principalmente el concepto BIM, a través de sus cursos.

Capacitación BIM

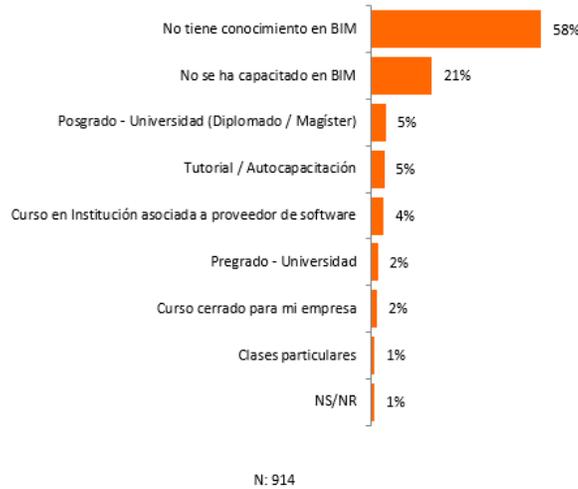
Los primeros conocimientos de BIM en los profesionales se han adquirido a nivel de pregrado en un 2%, pero posteriormente las fuentes de capacitación en competencias BIM son posgrados 5%, cursos en instituciones asociadas a un proveedor de software 4% y auto capacitación (5%). (Figura 4.13)

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Figura 4.13 Fuentes de capacitación BIM

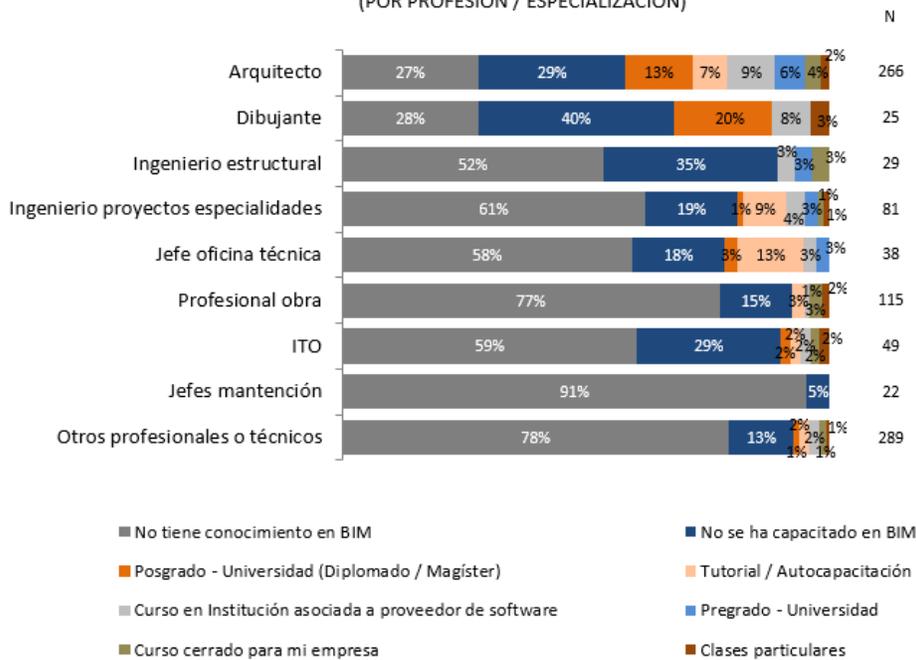
Del siguiente listado, ¿Cuál considera que fue su principal fuente de capacitación en competencias BIM?
TOTAL MUESTRA



Se destaca además, que los dibujantes, ingenieros estructurales y jefes de mantención no han utilizado los tutoriales como fuentes principal de capacitación en competencias BIM. (Figura 4.14).

Figura 4.14 Fuentes de capacitación BIM según profesión/especialización

Del siguiente listado, ¿Cuál considera que fue su principal fuente de capacitación en competencias BIM?
TOTAL MUESTRA
(POR PROFESIÓN / ESPECIALIZACIÓN)



PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Otro aspecto importante es que sólo un 8% de los profesionales (73 profesionales) que se han capacitado en BIM cuenta con alguna certificación (Figura 4.15), principalmente arquitectos (53 profesionales) y dibujantes (5 profesionales). (Figura 4.16).

Figura 4.15 Nivel de certificación BIM

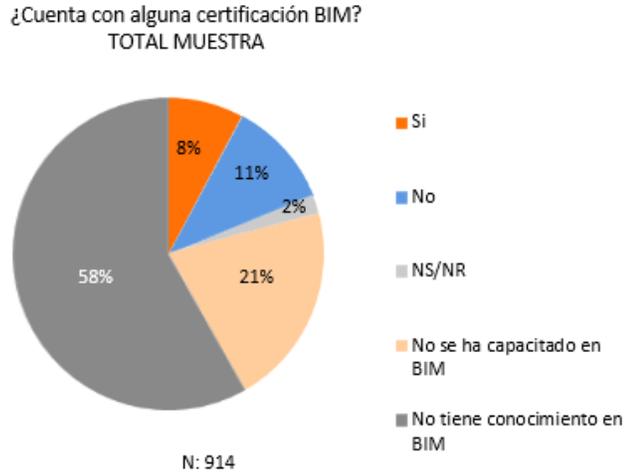
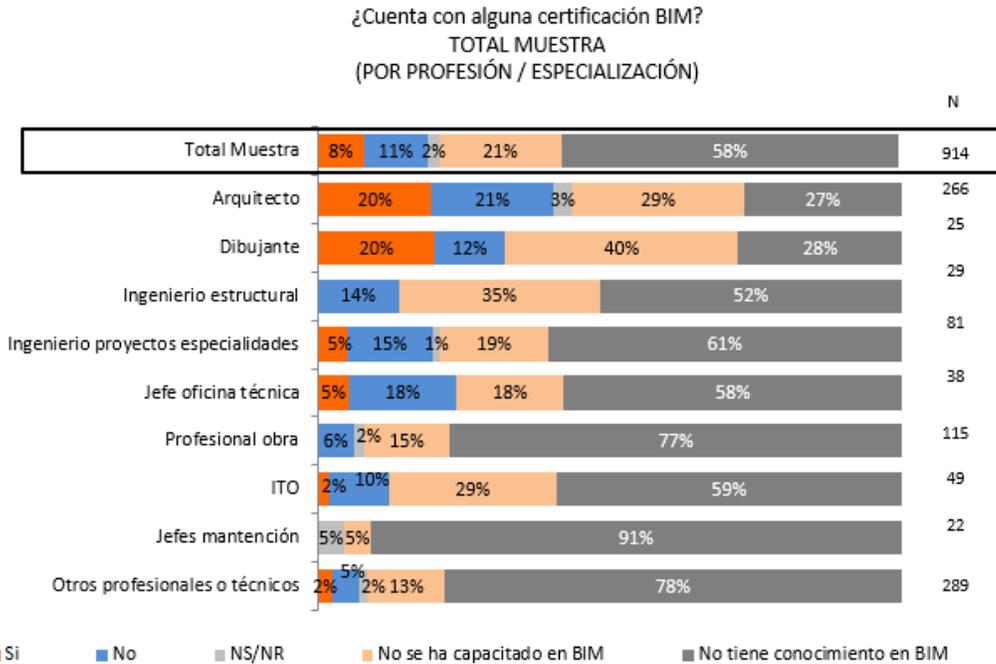


Figura 4.16 Nivel de certificación BIM



PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Otro aspecto a considerar son las horas de capacitación BIM. Dentro de lo cual destaca que el 21% de quienes declaran estar capacitados han recibido 1 a 9 horas de instrucción (Figura 4.17). Siendo las 2 principales motivaciones para capacitarse BIM el interés por la tecnología 16% y mayor empleabilidad 10% (Figura 4.18).

Figura 4.17 Horas de capacitación BIM

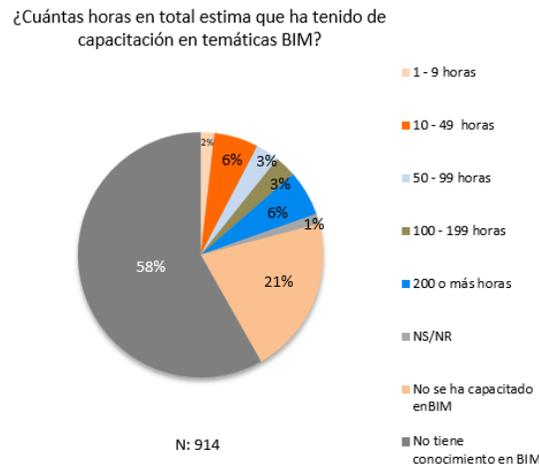
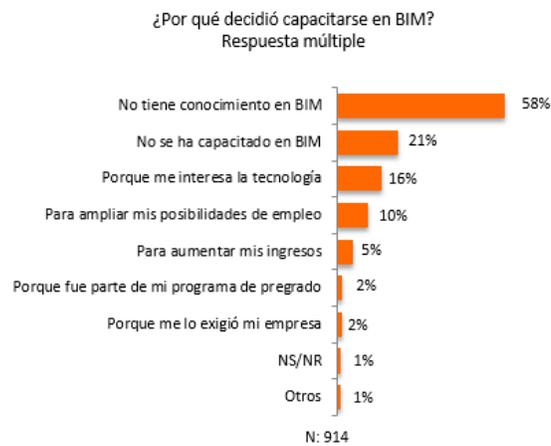


Figura 4.18 Motivos de capacitación BIM

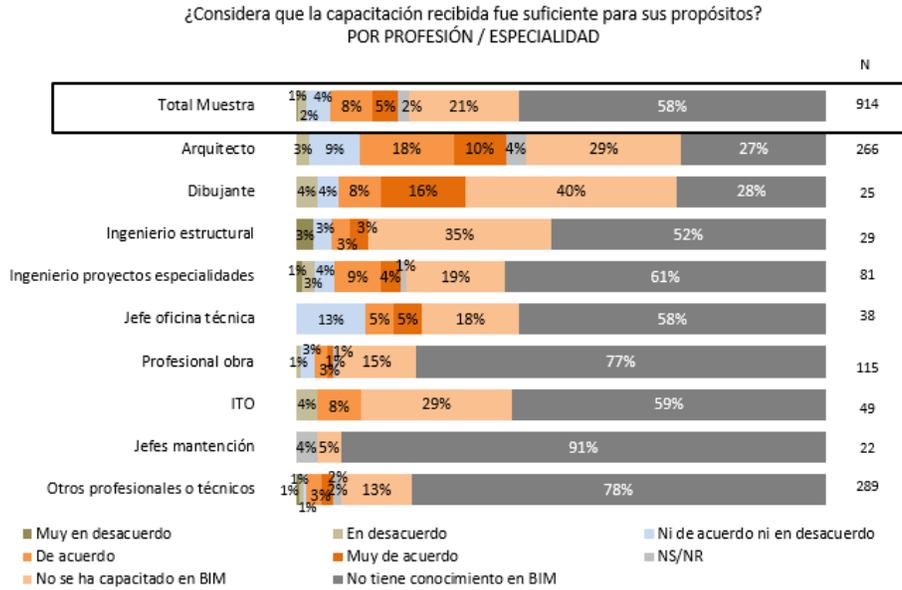


PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

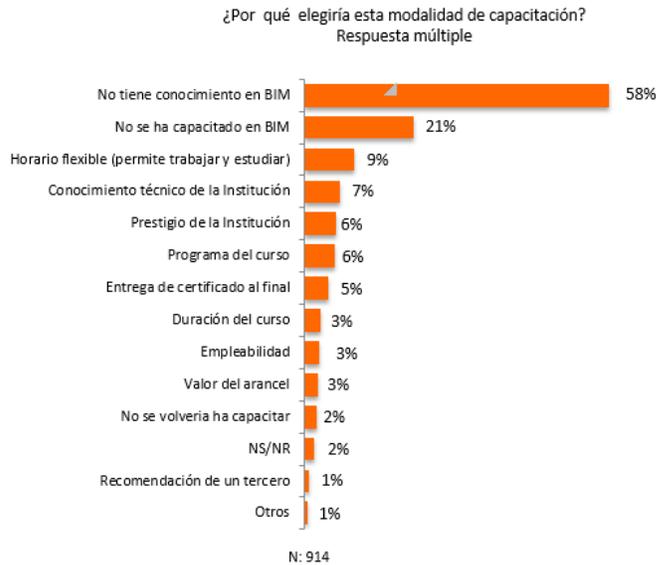
Un 8% de los profesionales está de acuerdo respecto que la capacitación fue suficiente para sus propósitos (Figura 4.19).

Figura 4.19 Satisfacción con la capacitación recibida



Los motivos por orden de importancia de los profesionales que se capacitaron en BIM para la elección de las alternativas de capacitación en entornos o herramientas tecnológicas BIM son, horario flexible (9%), conocimiento técnico de la institución (7%) y prestigio de la institución y programa del curso (6%). (Figura 4.20)

Figura 4.20 Motivos de elección de modalidad capacitación BIM



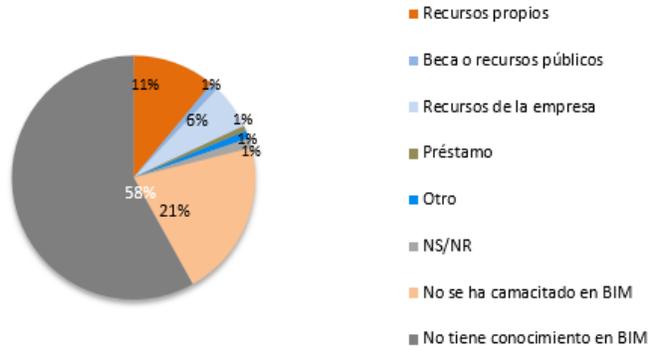
PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Por otra parte las fuentes de financiamiento para las capacitaciones son recursos propios (11%) y recursos de la empresa (6%). (Figura 4.21)

Figura 4.21 Fuentes de financiamiento de capacitación BIM

¿Cuál fue su principal fuente de financiamiento que utilizó para capacitarse?



N: 914

Los encuestados del segmento profesionales perciben que falta profesionales con conocimiento de BIM en coordinación de instalaciones 49%, gestión o inspección de obra 43%, gerenciamiento de proyectos 42%, y cubicaciones y presupuestos, programación de obra y tareas en obra, con 41%. (Figura 4.22)

Figura 4.22 Áreas de mayor demanda de profesionales BIM

¿En qué área percibe que faltan profesionales con conocimiento de BIM?

TOTAL MUESTRA PROFESIONALES

Respuesta múltiple



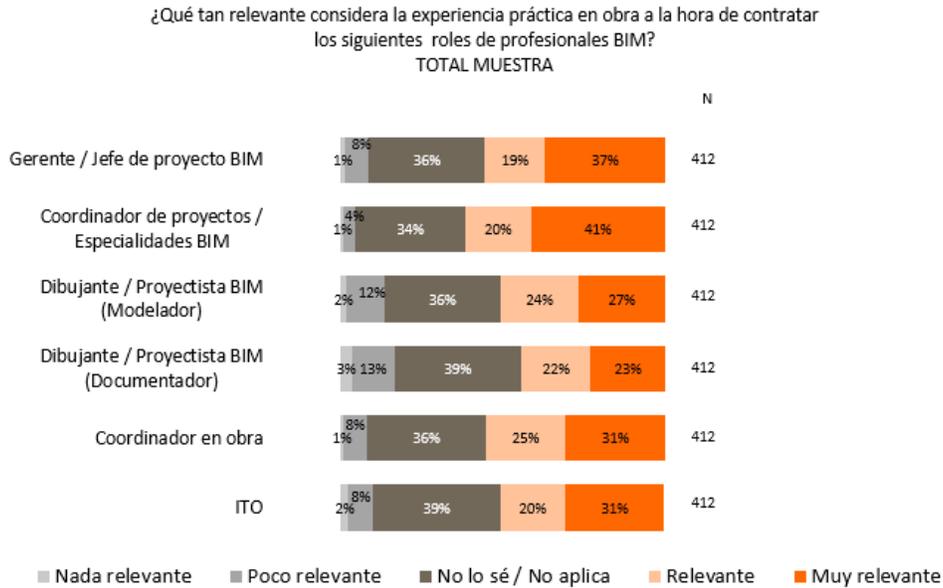
N: 914

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Las empresas al realizar contrataciones de profesionales BIM declaran que la experiencia práctica en obra es “muy relevante” y “relevante”, dependiendo de los roles. (Figura 4.23)

Figura 4.23 Importancia de la experiencia práctica al momento de contratar roles de profesionales BIM

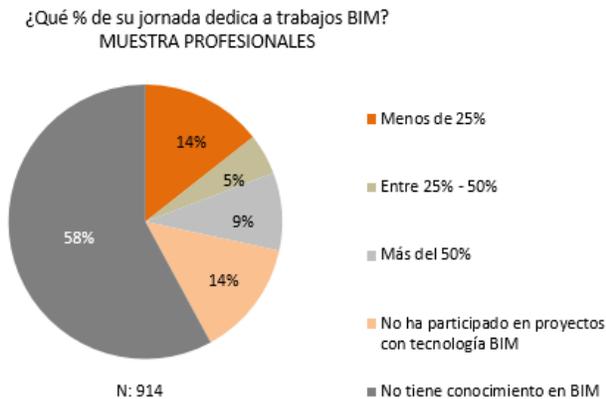


4.1.2 Usos y herramientas BIM.

Un siguiente aspecto está relacionado con la incorporación de BIM por parte de la empresa, cómo debería la empresa enfrentarse a este cambio tecnológico, que no sólo significa nuevas y mejores herramientas sino también un cambio en la forma en que se enfrenta a un proyecto.

El 14% de la muestra total de los profesionales que trabajan con BIM consideran que los proyectos que utilizan esta herramienta representan menos del 25% del total de la jornada. Destaca también que el 9% de éstos declara que utilizan BIM en más del 50% de la jornada, (Figura 4.24).

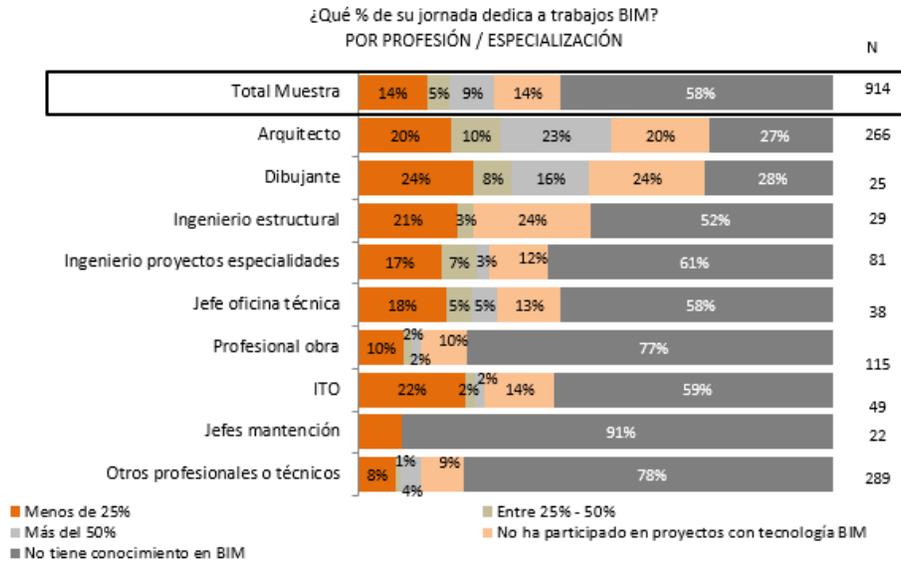
Figura 4.24 Porcentaje de la jornada dedicado a trabajos con BIM



PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

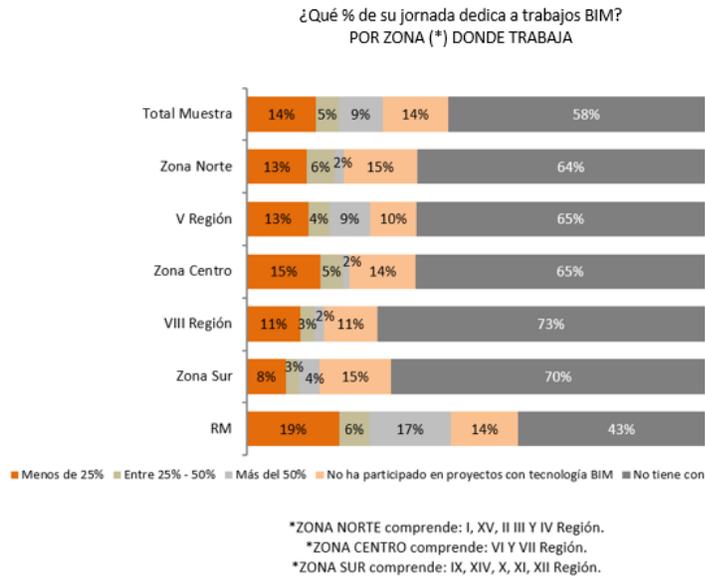
PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Figura 4.25 Porcentaje de la jornada dedicado a trabajos con BIM según profesión/especialización



Desde una perspectiva regional, vemos que la dedicación de las jornadas en proyectos BIM es menos del 25%, principalmente.

Figura 4.26 Porcentaje de la jornada dedicado a trabajos con BIM según región

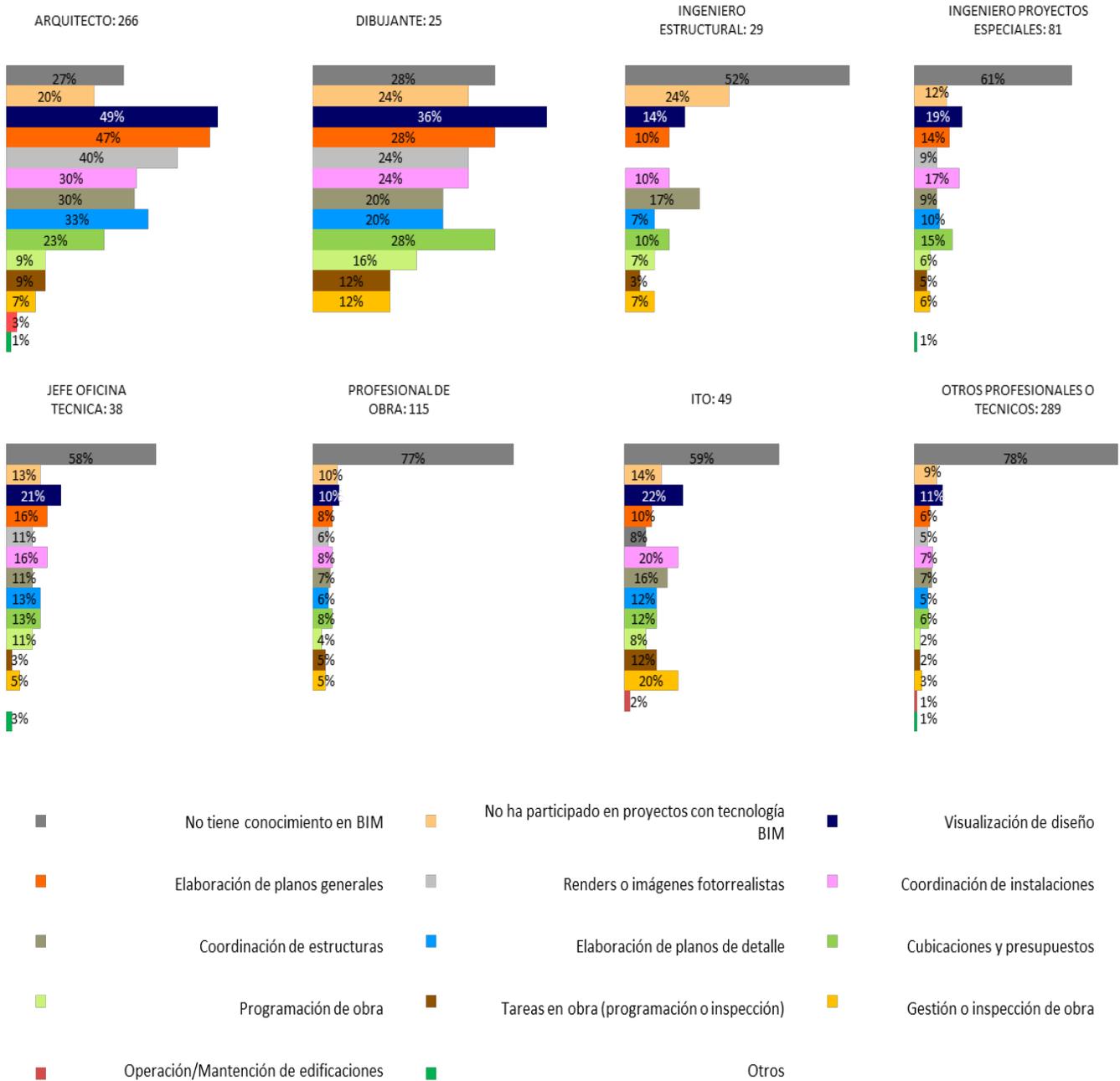


PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

La principal función que utilizan los profesionales en el proceso BIM es visualización de diseño.

Figura 4.27 Funciones utilizadas en procesos BIM según profesión/especialización



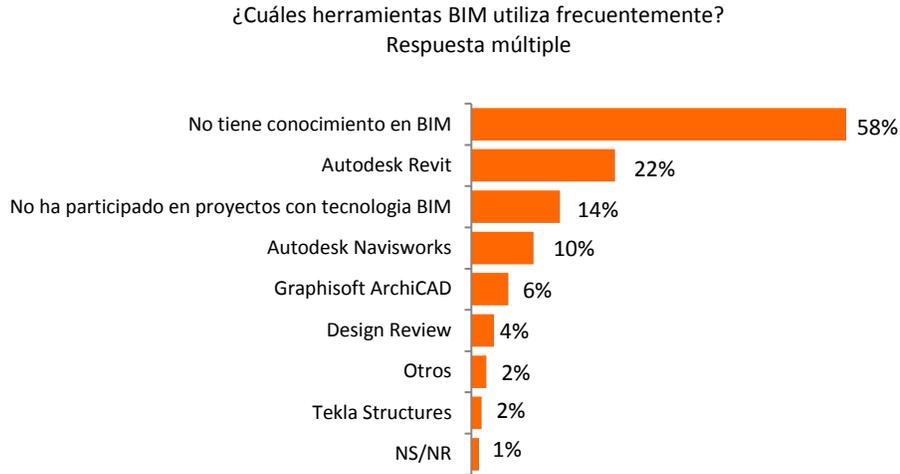
NOTA:
Los jefes de mantenimiento entrevistados no tienen conocimiento en BIM o no han participado en proyectos con tecnología BIM, por ende no están graficados

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

A nivel nacional, el 28% de los profesionales entrevistados declaran haber participado en alguna etapa de BIM, siendo la herramienta más utilizada el Autodesk Revit. (Figura 4.28)

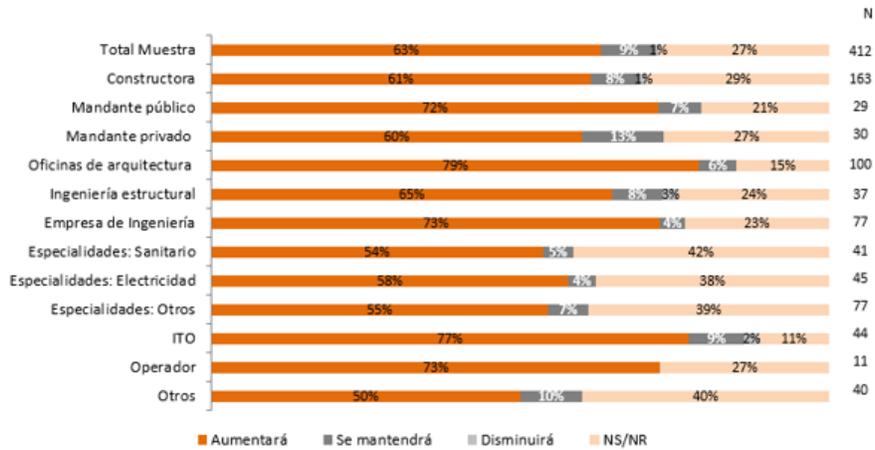
Figura 4.28 Herramientas BIM utilizadas con mayor frecuencia



N: 914

Un 63% (260 empresas) de las empresas que participaron de la encuesta considera que aumentará el uso de BIM en el futuro.

Figura 4.29 Percepción futura del uso de BIM según segmento de empresa
¿Cómo piensa que será el uso de BIM en el futuro?
MUESTRA: 412



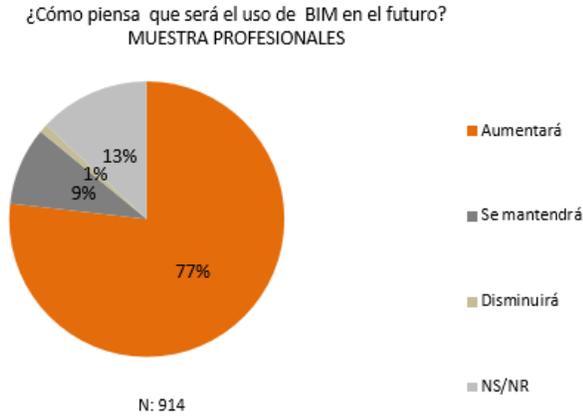
Nota: En las aperturas por SEGMENTO, las muestras se aumentan, debido a que algunas empresas entrevistadas se clasifican en más de un segmento.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Asimismo, un 77% de los profesionales (704 profesionales) declaran que el uso de BIM aumentará.

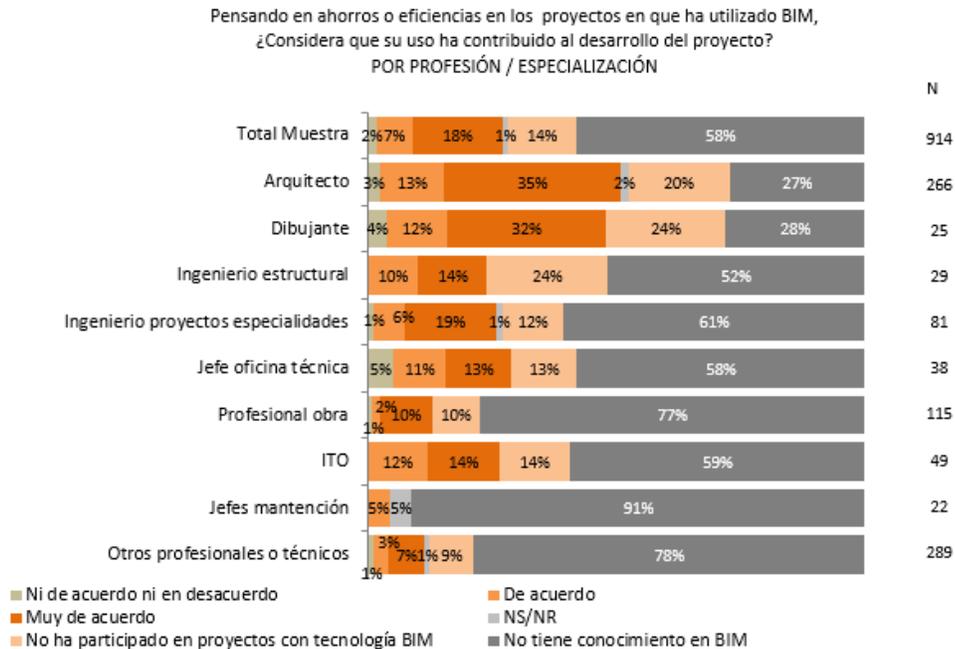
Figura 4.30 Percepción futura del uso de BIM según segmento de profesionales



4.1.3 Beneficios y costos BIM.

Un 28% de los profesionales encuestados que han usado BIM, considera que su uso ha sido un aporte para el desarrollo del proyecto y que ha contribuido al desarrollo de las tareas como profesional. (Figura 4.31).

Figura 4.31 Percepción de eficiencia de la herramienta BIM según profesión/especialización



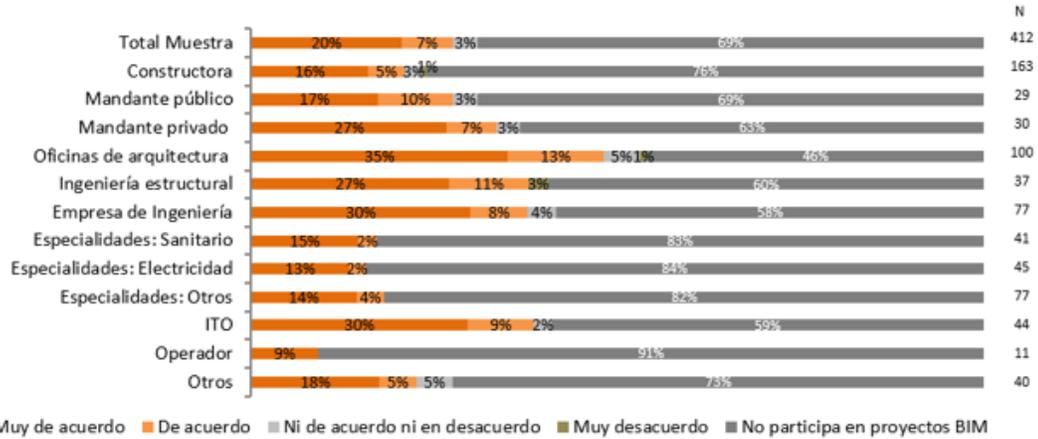
PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Desde el punto de vista de las empresas que usan BIM en sus proyectos, observamos que un 28% de las empresas declaran que BIM ha contribuido a mejorar el desarrollo de sus proyectos. (Figura 4.32).

Figura 4.32 Percepción de eficiencia de la herramienta BIM según segmento empresa

En su opinión, ¿El uso de BIM ha contribuido a mejorar el desarrollo de sus proyectos?

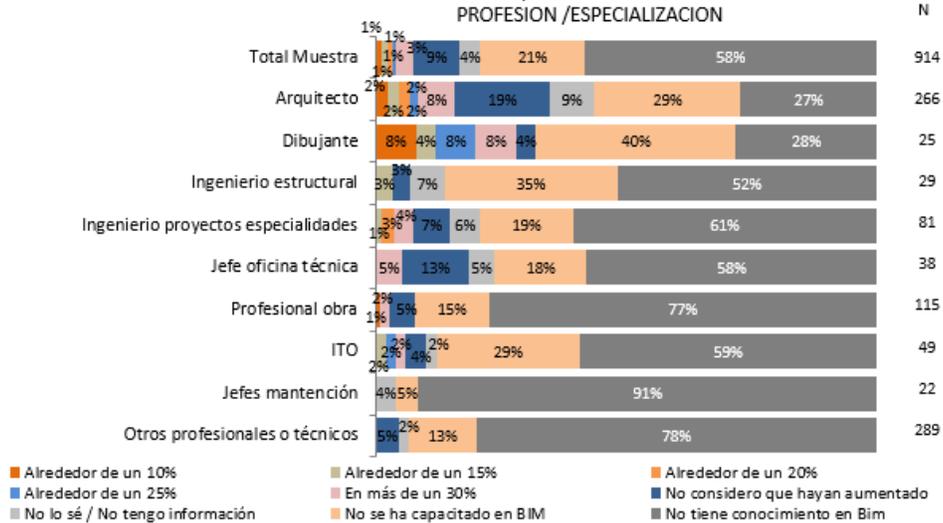


Nota: En las aperturas por SEGMENTO, las muestras se aumentan, debido a que algunas empresas entrevistadas se clasifican en más de un segmento.

Desde el punto de vista de los beneficios económicos de BIM, por una parte, un 3% de los profesionales considera que sus ingresos no aumentaron después de capacitarse en BIM y por otra, un 9% considera que sus ingresos aumentaron en un 30%. (Figura 4.33).

Figura 4.33 Percepción de remuneraciones de profesionales y técnicos capacitados en BIM

A su juicio, ¿Considera que sus remuneraciones aumentaron luego de capacitarse en BIM?



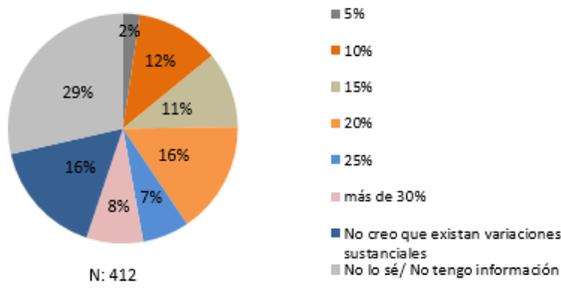
PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Desde la perspectiva empresarial, un 16% no cree que existan variaciones sustanciales. (Figura 4.34).

Figura 4.34 Percepción de remuneraciones desde las empresas

A su juicio, ¿Cuanto aumenta la remuneración en promedio de profesionales o técnicos que tienen capacidades para trabajar en BIM, respecto a otros que no las tienen?



En términos generales existe una buena evaluación de la incorporación de BIM en proyectos, por una positiva percepción de los beneficios de la metodología.

Por otra parte, tanto profesionales como las empresas perciben que el uso del BIM aumentará en el futuro.

4.1.4 Elementos de contexto

El siguiente compendio de citas recopiladas en 19 temáticas relativas al uso y perspectivas de BIM, nos muestran una visión de los desafíos de su implementación a nivel nacional, para ello, se realizaron 73 entrevistas cualitativas a profesionales que declararon conocimiento en BIM y que participantes en distintas etapas del ciclo de vida de los proyectos de edificación, a nivel nacional. Algunos entrevistados participaban en distintas especialidades por lo que sus comentarios dieron amplias miradas del proceso y del conocimiento a nivel regional. Es importante considerar que son declaraciones de visiones particulares de profesionales que han trabajado en BIM.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

[N°]	Nombre	Empresa	Región	Alcance regional proyectos	Participación en BIM Forum
01	Victor Mera	Serrago Consultores SpA	Temuco	Araucanía, Curacautín, Río Negro, Puerto Natales, Cochrane, Quillota y Melipeuco	
02	Cristian Gálvez	IDIEM	RM	Nacional	*
03	Gabriel Hidalgo	Arcadis	RM	Nacional	*
04	Ignacio Morales	Ministerio de Salud	RM	Nacional	
05	Cristián Ribalta	HR Arquitectos	V	RM y V	
06	Bernardo Zavelev	Ministerio de Justicia	RM	N/A	
07	Mauricio Heyermann	Cruz & Dávila	RM	RM, Antofagasta, Ovalle, Viña, Castro, Chillán y Los Ángeles	*
08	Jaime Fontana	Mall Plaza	RM	RM, Los Ángeles, La Serena, Calama, Antofagasta, Copiapó, Iquique y Bio Bio	
09	Ricardo Rojas	René Lagos	RM	RM, Iquique, V región, Chillán, Los Ángeles, Cauquenes, Curanilahue, Viña del Mar, Coquimbo y Concepción	*
10	Fernando Cabrera	Fleischmann	RM	RM, Viña, Puerto Montt y Copiapó	*
11	Teresa Canales	GESPRO	RM	Nacional	*
12	Celso Puci	Servicio de Salud Metropolitano Sur Oriente	RM	RM	
13	Hernán Salazar	HSS Arquitectos	RM	RM, Copiapó, Quinteros, II región	
14	Alejandro Escandar	Constructora LyD	RM	Los Andes, Cachagua, RM, Machalí, Coyhaique, Aysén, La Serena, III región, Requinoa, Talca, VIII región, XI región, Osorno, Puerto Montt, Copiapó, Balmaceda y Las Tacas	
15	Sebastián Manríquez	CAAD Chile	RM	Nacional	

[N°]	Nombre	Empresa	Región	Alcance regional proyectos	Participación en BIM Forum
16	Matias Burmester	Altius	RM	RM, Viña, Curanilahue, Lago Ranco, Región de los Ríos	
17	Sergio Amunátegui	Amunátegui Barreau Architects	RM	RM, Antofagasta, Talca, V región, Osorno y III región	
18	Rodrigo Lefever	Ministerio de Obras Públicas	RM	Nacional	
19	Gonzalo Vergara	Prigan	RM	RM, Osorno, Viña, La Serena, Talcahuano y Antofagasta	
20	Pablo Belmar	Inmobiliaria Nueva Pudahuel	RM	RM	
21	Guido Vergara	DRS	RM	Nacional	
22	Vivian Cardet	COMGRAP	RM	Nacional	*
23	Aida Arévalo	Inmobiliaria Manquehue	RM	RM, V región, Machalí y Santo Domingo	*
24	Ignacio Dieguez	Alemparte-Morelli	RM	Osorno, Magallanes, Concepción, La Serena, Bio Bio, Valparaíso, Antofagasta, Rancagua y RM	*
25	Mariela Dorado	Echeverría Izquierdo	RM	Viña, Rancagua, Antofagasta, Concepción y RM	*
26	Nicolás Posada	BIM Studio	RM	Nacional	*
27	Fernando Palma	BIM.cl	RM	Nacional	*
28	Pilar Terán	Tecnoglobal	RM	Nacional	*
29	Daniel Quevedo	Ingeniería y Construcción Quevedo S.A	RM	RM	*
30	Manuel Wedeless	ABWB	RM	Miramar, Concepción, Coquimbo, Calama, Copiapó, Valdivia, Coyhaique, RM, Los Lagos, Arica, Valparaíso y Atacama	*

Las entrevistas logradas a nivel regional fueron 140 (incluye a profesionales con conocimiento de BIM, 43 profesionales y sin conocimiento BIM, 97 profesionales), donde los resultados nos muestran que principalmente son los arquitectos quienes tienen un mayor conocimiento de BIM, junto a los profesionales del sector construcción. Asimismo, estos profesionales declaran, sobre todo en regiones, realizar ellos mismos los proyectos de especialidades, como son acústico, sanitario, eléctrico, ventilación, entre otros. Además, los 73 entrevistados que declararon un conocimiento de BIM comentaron no sólo participar en proyectos de la zona donde residen sino también trabajar en otras regiones (en promedio cada profesional tiene proyectos en 3 regiones), por lo que pudimos obtener una visión amplia del uso de BIM de los entrevistados, desde el punto de vista regional y de las necesidades profesionales de las zonas.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Desde el punto de vista de las especialidades, fue muy complejo encontrar a profesionales con conocimientos de BIM, el siguiente listado de profesionales da cuenta de lo anterior y de un gran desafío que es lograr que los proyectos BIM puedan realizarse con profesionales de la zona y para esto, es importante contar con centros académicos para su formación. Si bien existen proyectos regionales que se están desarrollando en alguna de las etapas de BIM, normalmente son profesionales de la Región Metropolitana, quienes lo llevan a cabo ya que no se cuenta con profesionales en la zona.

[N°]	Nombre	Empresa	Región	Alcance regional proyectos
31	Adriana Varas	Symbiosis ARK Arquitectura	V	V
32	Néstor Hernandez	Arquitectura y Sanitario	X	X
33	Juan Pablo Millanao	Arquitecto BGL Asociados	VIII	VIII, V, II
34	Francisco Saavedra	SAARQ Arquitectura	V	V
35	Bernardo Poblete	Ingeniero Eléctrico	Temuco	II, VI, IX y XI
36	Paola Landaeta	Constructora Oikia Domos	V	V y RM
37	Jessica Garrido	Ingeniero Civil Sanitario	IV	IV
38	Carlos Erebitis	Erebitis Arquitecto	VIII	VIII
39	Jorge Luis Paredes	Ingeniero	Temuco	Temuco
40	Juan Carlos Beaumont	Frontera i+s (Clima	Temuco	Temuco
41	Elías Arze	Worley Parsons	RM	Nacional
42	Luis Larenas	Técnico construcción	VIII	VIII
43	Jaime Guzman	Constructora	XII	II, IV, VIII, IX, X, XII
44	Jose Miguel Montecinos	Numancia Inmobiliaria y constructora	V	V
45	Matias Lara	Prolarq Arquitectura y Sanitario	VI	V y VI

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

[N°]	Nombre	Empresa	Región	Alcance regional proyectos
46	Alex Becker	Arquitecto independiente	XIV	XIV
47	Rodrigo Escobar	Ingeniero acústico	IX	Araucanía, Curacautín, Río Negro, Puerto Natales, Cochrane, Quillota y Melipeuco
48	Rodrigo Scheuermann	Mas Ingeniería Ltda.	Temuco	Temuco
49	Fredy Alvarez	Bienes Nacionales	Copiapó	Copiapó
50	Elías Gutierrez	Arquitectura	IX	IX
51	Esteban Jimenez	Cero Arquitectura	XIV	XIV
52	Pablo Bello	Jefe proyectos	IV	IV
53	Gerth Wanderslabem	Arquitecto	Bío Bío	Bío Bío
54	Claudia Filgueira	Arquitecto	Puerto Montt	Puerto Montt
55	Gustavo Santibañez	Arquitecto Municipalidad	IX	IX
56	Paulina Espinosa	Arquitecto Municipalidad	IX	IX
57	Jorge Garrido	Arquitecto	X	V y X
58	Carlos Acevedo	Ingeniero estructural	Concepción	II y VIII
59	Karen Saúd	Arquitecto	V	V
60	Pablo Orías	Arquitectos Patagonia	XII	XII

[N°]	Nombre	Empresa	Región	Alcance regional proyectos
61	William Obregón	Arquitecto	Iquique	Iquique
62	Hrvoj Zlätar	Arquitecto	XIV	XIV
63	Andrés Valdovinos	Arquitecto	Temuco	Temuco
64	Stephanny Acevedo	Ingeniero construcción	Antofagasta	Antofagasta
65	Alejandro Ordenes	Arquitecto	Copiapó	Copiapó, La Serena
66	Emmanuel Monti	Ingeniero construcción	Maule	Maule
67	Anya Delgado	Constructora	V	V
68	Alexis Briones	Constructora	X	X
69	Roberto Le-Fort	Constructora	VIII	VIII y IX
70	Claudia Vicentelo	Arquitecto	Arica	Arica
71	Ricardo Moya	Ingeniero Construcción	Talca	Talca
72	Osvaldo Covarrubias	Inmobiliaria	La Serena	La Serena
73	Luis Felipe Quiñones	Arquitecto	V	V

A continuación se explicitan los comentarios centrales obtenidos de las entrevistas antes detalladas, organizadas por temas:

I. Uso de BIM en etapa construcción

De acuerdo a los comentarios levantados en las entrevistas, se señala que existe una tendencia de que muchos de los esfuerzos de desarrollos de modelos BIM en las etapas de pre-diseño y diseño se pierden al pasar a la etapa de construcción, en parte por la escasa preparación de las empresas constructoras en cuanto a tecnología y profesionales para hacer uso de los beneficios que otorga el trabajar en entornos BIM en esta etapa. Además, muchas veces se realizan modelaciones que no se pueden aplicar en terreno y eso es, principalmente porque quien modela no tiene conocimientos

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

prácticos del trabajo en obra, ya que existen profesionales a cargo que no tienen todas las competencias requeridas para el modelado BIM.

Lo anterior, se debe también a que muy pocas veces los mandantes incorporan a las constructoras en etapas tempranas de concepción del proyecto, y a su vez, quienes participan en la etapa de diseño generalmente no se involucran en las etapas posteriores de construcción. Para el gerenciamiento de proyectos BIM, sería ideal contar con arquitectos pero de terreno, ya que se podría contar con un modelo construible y por lo tanto, podría haber un traspaso que sería de utilidad para la constructora en el desarrollo del proyecto.

Esto trae como consecuencia que los modelos as-built no surgen como reflejo de un trabajo colaborativo desde las etapas tempranas del diseño, por lo que no son de utilidad para uso en etapas posteriores como facility management. Hoy el modelo BIM es informativo ya que se construye con los planos.

II. Familias de partes y piezas en formato librerías BIM

De acuerdo a lo declarado en las entrevistas, se hace necesario que los proveedores de la industria cuenten con librerías estandarizadas, actualizadas y detalladas de sus componentes en formato BIM, de manera de poder ser insertados en los modelos desarrollados.

Existe la percepción por parte de algunos proveedores de que no existen personas capacitadas o que ofrezcan el servicio de “bimetizar” librerías de objetos con el nivel de detalle adecuado.

III. Softwares utilizados

De las entrevistas se extrae que los software que se utilizan para BIM pueden ser variados, como por ejemplo, las soluciones de Autodesk, TEKLA para la ingeniería estructural, ARQUICAD o VICO para el gerenciamiento de proyecto, CYPECAD para cubicación y presupuesto. Para compatibilizar estos softwares se usan traductores como IFC, traductor universal o COBie traductor con estándar inglés. El IFC permite trabajar en las nubes y que todos tengan accesos, es un BIM Collab, que permite además gestión de documentos y gráfica.

En general, se aprecia un uso predominante de los softwares de suite Autodesk, debido principalmente a su masificación y condición de “generalista”, ya que se puede aplicar en las distintas etapas de desarrollo del proyecto y por lo tanto, sirve una misma solución para distintas empresas.

El uso de Tekla se da mayoritariamente en proyectos de carácter industrial e ingeniería estructural. Lo anterior, son particulares de profesionales que han trabajado en BIM

IV. Costos implementación hardware y software

Los profesionales señalan que existe una importante brecha en la definición de estándares y plataformas para el uso de BIM. El sector declara los conflictos de versiones e interoperabilidad entre diferentes softwares.

El concepto de plataforma colaborativa para trabajar en línea, no es tan fácil cuando todas las especialidades tienen que contar con recursos tecnológicos, ya que los costos son elevados dado que el desarrollo del proyecto requiere de un nivel de detalle que está asociado a profesionales con otras competencias, el uso de software BIM y un hardware con más recursos para permitir el uso de este software. Asimismo, es importante que el modelo no sea “tan pesado” y por lo tanto, el

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

profesional a cargo de la coordinación debe saber cuanta información incorporarle para que sea de fácil manejo.

V. Falta de estándares chilenos (lógica de trabajo, marco legal, presupuestos, etc.)

Otro tema respecto de las opiniones expresadas es que existe coincidencia en la necesidad de formular estándares nacionales respecto del uso de BIM (LOD - Level of development). Los estándares facilitarían la coordinación e interacción de actores dentro del proceso. Hay que estandarizar las modelaciones 3D de todas las especialidades y reglamentar el paso del 2D al 3D.

Hay que incorporar en los contratos el concepto del trabajo colaborativo.

Hay problemas con la definición de los roles que cada actor que participa en el proceso constructivo. “Están difusos los límites”.

VI. Usos de BIM según tipos de proyectos

Los entrevistados declaran que existe coincidencia en que BIM, con los niveles de funcionalidad utilizados, representa beneficios principalmente en proyectos de alta complejidad. En proyectos con bajo número de especialidades, o simplicidad constructiva, se perciben bajos beneficios.

BIM sirve mayoritariamente para proyectos complejos, donde se involucran múltiples especialidades como clima, urbanización, incendios, etc. En esta línea, sirve sí o sí para: hospitales, centros comerciales, oficinas, plantas productivas, en general donde haya que optimizar espacios.

El principal uso de BIM es la coordinación. Los pasos secuenciales son la coordinación inicial de especialidades (interferencias), optimización del proyecto, cubicación y costos, y por último seguimiento en obra.

Hoy el BIM que se está usando es un BIM correctivo y no proyectivo.

La industria utiliza BIM de manera aún incipiente y poco estandarizada, donde la profundidad de sus usos aún es baja, por lo tanto, aun no es posible apreciar con certeza en el sector, los mayores beneficios de BIM al utilizarlo en el máximo de su potencial. Hoy BIM se utiliza principalmente para coordinación y detección de interferencias.

VII. Tiempos de aprendizaje: uso de herramientas y trabajo en entornos BIM

Los profesionales en su visión particular de BIM señalan, que se requiere por lo menos 10 años para que la Industria la adopte y una empresa a lo menos 3 años.

Hoy tenemos que pasar de profesionales especialista de 2D a 3D, para eso requiere 90 horas de capacitación (diplomado) pero es muy importante que tengan experiencia en obra.

Respecto de la formación de profesionales BIM, existen 2 dimensiones: la del profesional con experiencia en construcción, que requiere complementar sus capacidades BIM, y el profesional con formación en BIM, sin experiencia en construcción. El primer caso requiere un número acotado de horas de formación, para el segundo, la experiencia, requiere años de formación.

VIII. Roles BIM por fase: diseño, cálculo, construcción, facility. Trabajo colaborativo (no secuencial)

Otro tema que se relevó en las entrevistas es que las empresas que han avanzado en la implementación de BIM han definido “roles BIM” según las características de sus procesos y servicios. No se detectan roles definidos ni estandarizados, lo que genera oportunidades en la estandarización de las competencias profesionales del sector.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Existe coincidencia en que la carencia de estándares hace difusa la asignación de roles que asumen las diferentes empresas en las etapas de diseño y construcción. Al trabajar con BIM, existe confusión sobre: ¿Quién toma las distintas partes del encargo? Gerenciamiento, Coordinación, “Eso es pega de otro”, “Los arquitectos han ido cediendo terreno”.

IX. Uso de BIM por el sector público

Durante las entrevistas los agentes del sector perciben los nuevos requerimientos de BIM por parte de los mandantes públicos. Adicionalmente declaran que los requerimientos que realizan los mandatos públicos no siempre son abordados por personas con amplio conocimiento en BIM, tema que debe ser abordado para continuar su desarrollo.

Junto con lo anterior, se identifica como oportunidad en los procesos de construcción y diseño, una mayor coordinación a partir de BIM y un desarrollo más profundo en el diseño y construcción de instalaciones.

En los proyectos de hospitales, BIM hasta ahora, sólo se solicita para coordinación de especialidades, y reconoce el potencial de otros usos, aunque todavía no lo solicitarán.

Respecto del Ministerio de Justicia es importante el uso del BIM ya que lo requieren para el facility management, y por lo tanto, su incorporación debiera considerarse en las etapas de arquitectura, construcción y mantenimiento.

Para capacitación del BIM se está evaluando a un modelo de capacitación in-house. Se debe hacer una buena capacitación al interior del Gobierno, no sólo del uso de la herramienta, sino que del proceso.

X. Disponibilidad de profesionales BIM

Existe coincidencia entre los entrevistados que hoy existen un bajo número de profesionales formados en procesos constructivos con conocimiento de BIM. Situación que genera una sobre valoración de los profesionales y potencial rotación de los mismos.

Falta gente capacitada. Generalmente, las empresas que implantan BIM como estrategia interna, tienen un equipo BIM de 5 - 6 personas, y se las quitan de empresa a empresa.

XI. Costos adicionales por énfasis en etapa diseño ¿quién paga?

En general se declara por parte de los entrevistados que la implementación de BIM representa un sobre costo para las empresas que desean abordarlo. El sobre costo es una alta restricción para empresas pequeñas.

Empresas que han implementado estrategias de desarrollo a partir de BIM logran equilibrar los costos adicionales con los beneficios de BIM.

Los proyectos BIM son mucho más caros, el costo de personal es lo que más influye.

El concepto de BIM me obliga a cambiar la forma en que se desarrollan los proyectos ya que el diseño se demora 3 años y la construcción 6 meses.

XII. Distintos enfoques de capacitación BIM en Chile; foco en modelamiento, estrategia, etc.

Existe coincidencia a nivel de los actores de la industria que los programas de formación en construcción deben mejorar, en aspectos de integración de especialidades, en la estandarización de la formación y en el desarrollo de habilidades “blandas” orientadas a la gestión y gerenciamiento de proyectos.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Estiman que el 80% de los arquitectos que egresan actualmente saben ocupar técnicamente los softwares BIM.

A nivel de universidades sería interesante que varias carreras interactúen en el aprendizaje de BIM, por ejemplo se está diseñando un piloto en la Universidad Austral con ingeniería naval, construcción civil y arquitectura.

El concepto de “BIM Manager” está sobre-utilizado. Las universidades están haciendo uso excesivo del nombre.

Es importante dirigir la capacitación BIM a empresas.

Hoy principalmente los cursos de BIM están enfocados al uso del software pero no a la aplicación de la metodología por parte de los profesionales. El uso del BIM se adquiere con la experiencia. Hay que incorporar no sólo conocimientos de software sino también metodologías, procesos y procedimientos. No hay metodología para el desarrollo de los proyectos pensada en el proceso constructivo y operacional.

Una parte importante del aprendizaje de BIM se obtiene a través de la experiencia, ya que se requiere experiencia en obra. El BIM tiene que ser usado principalmente en obra.

XIII. **Motivaciones para uso de BIM por distintos tipos de empresa**

Dentro de los actores de la industria, las empresas que hoy utilizan con mayor intensidad BIM, lo han hecho a partir de directrices estratégicas de gerentes y directores que tienen el convencimiento en los beneficios de BIM.

XIV. **Características del profesional BIM**

Un elemento común mencionado durante las entrevistas es la necesidad de contar con profesionales BIM con experiencia práctica en obra y procesos constructivos.

Se menciona el riesgo que representa para algunas empresas implementar BIM con profesionales recién egresados, es decir sin experiencia en obra, donde los errores podrían multiplicarse.

Se menciona la importancia de vincular la formación de ingenieros y arquitectos que trabajan en el desarrollo de un mismo proyecto.

Muchas veces se realizan modelaciones que no se pueden aplicar en terreno y eso es principalmente porque quien modela no tiene conocimiento de terreno.

El paso lógico del aprendizaje BIM, es modelador BIM que tiene que incorporar el concepto de constructibilidad, este proceso sólo lo da la obra, y pasa a ser un coordinador BIM, es fundamental el aprendizaje de obra y conocimientos en competencias digitales.

XV. **BIM y empresas de especialidades**

BIM aún tiene baja penetración en el segmento de instaladores especializados. Por los altos costos de implementación y falta de profesionales.

Un elemento relevante respecto de la implementación de BIM en las empresas de especialidades, es la carencia de programas de formación “especializados en instalaciones”, situación que se traduce en una complejidad adicional para la implementación de BIM.

Actualmente para especialidades, se trabaja en 2D y luego alguien lo “monta” en BIM.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

XVI. **Mejores prácticas en el uso de BIM**

Respecto de las mejoras prácticas en el uso de BIM, la industria reconoce una carencia de “profesionales BIM” con experiencia en procesos constructivos y gerenciamiento de proyectos.

Lo anterior se suma a la falta de estándares que faciliten la coordinación entre diferentes empresas.

Es crítico los tiempos de respuesta en BIM, si no es tiempo real NO sirve.

Que sea efectivo el trabajo colaborativo, en California los proyectos de hospitales BIM se hacen con todos sentados en una mesa. La plataforma colaborativa es efectiva cuando tiene objetivos claros, en este caso los focos eran disminuir costos de construcción en un 30% y disminuir costos de operación en un 50%. Además, existía un contrato de “extreme collaboration”, donde se compartían riesgos y beneficios.

Es importante definir el uso de BIM para poder definir qué requiero un 3D, un 4D o un 5D.

Los arquitectos en EE.UU. hacen sus proyectos incorporando elementos estructurales + iluminación + clima + etc., es el primero que entrega información, posteriormente lo revisa el profesional estructural y entre el arquitecto y el estructural resuelven los ajustes. Es la única forma que se pueda hablar de diseño integrado de proyectos. En Chile, el diseño no está integrado está coordinado por esto el alcance de BIM será un 80%, En operación y mantención se podría alcanzar un 95% del BIM.

Los requerimientos del mandante se pueden establecer en el BEP (BIM EXECUTION PLAN).

XVII. **Certificación BIM**

La certificación de profesionales es un tema poco visible para los actores del sector, sin embargo, para algunos profesionales, la certificación debe ser abordada a nivel de empresas, ya que las empresas son las que lideran los procesos constructivos y deben trabajar desde lo interno en metodología BIM.

Más que la certificación de la herramienta es necesaria la certificación de la metodología, a través de iniciativas como BIM Lab o BIM University.

La acreditación debiera ser a empresas más que a personas porque son las empresas las que son responsables frente al BIM.

XVIII. **Limitantes culturales para el uso de BIM**

Los actores del sector concluyen, que el uso de BIM representa un cambio de mentalidad en la forma en que se aborda la construcción, este cambio representa una limitante al uso masivo, generando requerimientos de capacitación a la fuerza laboral actual y la necesidad de incorporar nuevas generaciones de profesionales que conozcan y utilicen este nuevo método de diseño y construcción.

El uso de BIM implica un cambio cultural donde las nuevas generaciones son las que tienen mayor facilidad en adoptar estas metodologías. Tiene que haber una convicción de todo el equipo del uso de BIM.

La gente con mucha experiencia se resiste al cambio.

El problema de BIM es que existe un extremo celo de los modelos: “Modelos son propietarios”. El concepto de trabajo colaborativo no está en el ADN. No hay disposición a colaborar.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

XIX. Mandantes y requerimientos BIM

Los actores del sector reconocen que existe desconocimiento de BIM y sus beneficios a nivel de mandantes, y que es un tema a abordar para potenciar el uso.

Adicionalmente se menciona que existe un alto costo asociado a implementar BIM dentro de las empresas, generando restricciones al uso más masificado.

Actualmente se pide BIM cuando el proyecto está listo, sólo para la etapa de coordinación. BIM se está integrando al final.; se tiene que integrar desde el primer rayado. La gente no entiende BIM; el mandante no sabe qué encargar.

Es importante definir el uso de BIM para poder definir qué requiero un 3D, un 4D o un 5D. [19]

En general, se aprecia que en la industria no hay objetivos claros. Las empresas son muy desordenadas en sus procesos, y para BIM se debe ser muy ordenado.

4.2 Demanda actual por uso de BIM en proyectos constructivos del Sector Público.

El sector público licitó durante el 2016 del orden de 5.400 contratos de proyectos de construcción, en sus distintas etapas del ciclo de vida, por un monto estimado de 5.872.127 millones de pesos¹. De estas cifras, casi el 10% (496 contratos) corresponden a concesiones y el resto a las diferentes tipologías de obras públicas, entre las cuales se destacan aeropuertos, obras portuarias, vialidad, obras hidráulicas y edificación. Dado lo anterior, se puede inferir que el universo de proyectos en los cuales se podría potencialmente utilizar BIM es inmenso.

Para intentar identificar los proyectos que han usado BIM, se consultó en las bases de datos de proyectos públicos tales como el Banco Integrado de Proyectos que administra el Departamento de Inversiones del Ministerio de Desarrollo Social y los registros de www.MercadoPúblico.cl, en las cuales se verificó que no existen campos específicos que permitan identificar de forma explícita el uso de BIM en un determinado proyecto constructivo.

En particular, al buscar en el Banco Integrado de Proyectos, se ha determinado que en el nombre del proyecto de la ficha de identificación de inversión (ficha IDI), no existen proyectos que contengan la sigla BIM, por lo cual se concluye que la información de uso de BIM en proyecto públicos de inversión no se define a nivel del nombre del proyecto. Por lo anterior, la identificación digital de proyectos que han usado BIM se debió realizar de forma indirecta a través de las herramientas de búsqueda genéricas como Google, donde se logró identificar la palabra BIM en documentos adjuntos a proyectos de inversión, como por ejemplo en las bases técnicas y administrativas.

Por otra parte, en base a las entrevistas realizadas a profesionales del Ministerio de Salud y del Ministerio de Obras Públicas responsables del desarrollo de términos de referencia de proyectos de construcción, se pudo identificar adicionalmente un número acotado de proyectos públicos que han requerido el uso de BIM en alguna parte de su ciclo de vida, no existiendo estadísticas oficiales al respecto.

¹ Cifras de CChC basadas en información de Dirplan-2016, sin considerar viviendas sociales

Del acotado universo identificado de proyectos que han usado BIM, se estudiaron las Bases Técnicas de 18 de ellos, cuyo resumen se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 4.1: Uso de BIM en proyectos públicos

Nº	Proyecto	Año	Mandante	Tipología	Financiamiento	Uso de BIM					Comentarios	
						Diseño			Construcción			Operación
						Coordinación	Interferencias	Optimización	4D	5D		
1	Ampliación Aeropuerto Arturo Merino Benítez	2014	DGAC / MOP	Aeropuerto	Concesiones	X	X		X		X	
2	Autopista Américo Vespucio Oriente	2013	DGOP/MOP	Autopista	Concesiones	X	X		X	X	X	Se interpreta el punto dos del numeral 1.9.1.2.3 de las Bases Técnicas... "deberá proveer ubicaciones", como que el sistema BIM debe aportar el presupuesto o sea trabajar 5D.
3	Hospital de Antofagasta	2011	Minsal /MOP	Hospital	Sectoriales	X	X		X			
4	Hospital Félix Bulnes	2011	Minsal /MOP	Hospital	Concesiones	X	X		X		X	
5	Hospital de Quilkota - Petorca	2011	Minsal /MOP	Hospital	Concesiones	X	X		X		X	
6	Hospital de Alto Hospicio	2013	Minsal	Hospital	Mixto	X	X					
7	Centro Cultural Gabriela Mistral (GAM)	2009	DGOP/MOP	Edificación	Sectoriales	X	X		X			
8	Hospital de Chillán	2016	Minsal	Hospital	Sectoriales	X	X		X		X	
9	Normalización Hospital Barros Luco-Trudeau	2016	Minsal	Hospital	Sectoriales	X	X					Los TDR declaran que la información del sistema BIM podría ser de utilidad para la etapa de "facility management"
10	Cesfam Codegua	2014	Minsal	CESFAN	FNDR	X	X					Uso de Bases Tipo Minsal "Establecimientos de Salud"
11	Aeropuerto Diego Aracena- Iquique	2016	DGAC / MOP	Aeropuerto	Concesiones	X	X		X		X	
12	Normalización Hospital de Ancud	2013	Minsal	Hospital	Sectoriales	X	X					
13	Hospital San José de Melipilla	2016	Minsal	Hospital	Mixto	X	X					
14	Compañía de Bomberos de San Pedro de la Paz	2012	Mun. San Pedro	Edificación	FNDR	X	X					Modelar un proyecto ya realizado para eliminar inconsistencias e interferencias.
15	Hospital de Quellón	2013	Minsal	Hospital	Sectoriales	X	X					
16	Aeropuerto Carriel Sur Concepción	2015	DGAC / MOP	Aeropuerto	Concesiones	X	X					
17	Embalse la Punilla- Bio Bio	2015	DGAC / MOP	Riego	Concesiones	X	X		X		X	
18	Normalización Hospital Comunal Chile chico	2016	Minsal	Hospital	Mixto	X	X					

Al observar la tabla anterior, se pueden visualizar tres diferentes tipologías de proyectos que han requerido el uso de BIM en distintas etapas del proyecto:

Uso de BIM en Proyectos de Concesiones.

Los proyectos que se encuentran en la etapa de diseño y/o construcción financiados a través de Concesiones, son los proyectos públicos que demandan un uso más completo e intensivo de BIM en las diferentes etapas de su ciclo de vida. Lo anterior se da en distintas tipologías de proyectos concesionados, tales como aeropuertos, hospitales, autopistas y embalses. Estos proyectos, en su mayoría utilizan bases administrativas y técnicas estándar, donde se determina que: “ ...la Concesionaria deberá diseñar e implementar, a su entero cargo, costo y responsabilidad, tanto para la Etapa de Construcción como la Etapa de Explotación, un Sistema BIM para efectos de un adecuado control y supervisión del diseño, construcción y conservación de las obras que forma parte del Contrato de Concesión, que permita visualizar en tiempo real el completo desarrollo y avance del Proyecto de Ingeniería definitiva, el correcto avance de construcción y equipamiento de todas las obras de concesión, que permita alertar y anticipar eventuales conflictos o interferencias entre las distintas especialidades del mismo y además llevar una programación

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

detallada del Servicio de Conservación...”² Además de lo anterior, las mismas bases determinan que el sistema BIM debe proveer: “La animación planificada a través del tiempo de la ejecución de la obra (también denominada Planificación 4D)” y “permitir el seguimiento de las actividades de conservación de la obra”, es decir sirva para realizar las tareas de “facility managment”. Sólo en el caso de proyecto de la Autopista Américo Vespucio, se pudo identificar explícitamente en las bases que el sistema BIM deberá proveer las ubicaciones de partidas de construcción.

Uso de BIM en proyectos de Sector Salud – Fondos Sectoriales y FNDR3

Un segundo grupo de proyectos que requieren a través de sus bases técnicas y administrativas el uso de BIM, son los proyectos de sector Salud, para lo cual su Ministerio a través de su Subsecretaría de Redes Asistenciales - División de Inversiones, desarrolló un **“Formato tipo de bases administrativas para el diseño, construcción, habilitación, normalización, reposición de establecimientos que se desarrollen por los servicios de salud de país”**, el cual fue tomado razón por parte del Contraloría General de la República con fecha 24 de marzo del 2015. En dicho texto se define sólo que los proyectos requerirán de un Profesional Coordinador-Modelador BIM especialmente dedicado a los proyectos el cual debe tener conocimientos prácticos de uso de Revit, sin detallar los alcances del proyecto BIM a desarrollar. Los requisitos particulares de uso de BIM se explicitan en un Anexo Complementario a las bases tipo, en el cual se detalla de forma ad-hoc para cada proyecto, los alcances del uso de BIM requerido. Al analizar los Anexos Complementarios de los proyectos de Salud financiados con fondos sectoriales y FNDR; estos hacen referencia a que se requiere una coordinación digital para el correcto desarrollo de los proyectos, que permita eliminar todas posibles interferencias e inconsistencias durante la etapa de diseño y posteriormente controlar y visualizar su ejecución en terreno, asegurando un lenguaje común y fluido entre mandante y los ejecutores⁴. Los requerimientos de uso de BIM en estos proyectos son más simples que los de Concesiones; en ciertos casos los mandantes aportan pre-diseños de los proyectos realizados en Autocad u otras herramientas de diseño 2D, los cuales son modelados en BIM fundamentalmente para realizar análisis de consistencia y eliminación de interferencias, no aprovechando en su totalidad las potenciales de este método de trabajo.

Uso de BIM en otras tipologías de proyectos públicos.

Finalmente se identifican un uso eventual de BIM en proyectos menores, como por ejemplo en el caso del Edificio de la Compañía de Bomberos de San Pedro de la Paz, donde el mandante genera bases que consideran “...un sistema de Modelado Integrado de Información para la Construcción BIM, que se refiere al proceso de generación y gestión de datos de la edificación, utilizando un software dinámico de modelado en tres dimensiones...”⁵. El uso de BIM en estos proyectos está orientado fundamentalmente a coordinar especialidades, darle consistencia geométrica al proyecto y evitar interferencias.

² Términos de Referencia Proyecto Ampliación Aeropuerto Arturo Merino Benítez, página 75, punto 1.9.1.1 Sistemas de Modelamiento de la Información para la edificación; Ídem Términos de Referencia Proyecto Concesión Aeropuerto Carriel Sur – Concepción, página 84, punto 1.9.1.1 Sistemas de Modelamiento de la Información para la Edificación

³ Fondo Nacional de Desarrollo Regional

⁴ Anexos Complementarios de Bases Administrativas, Técnicas y Económicas para “Hospital Félix Bulnes”, página 19, numeral 27, punto 1.9, Etapa de Construcción

⁵ Términos de Referencia “Estudio modelación 2ª compañía de Bomberos de San Pedro de la Paz”, página 1.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Es importante destacar que no se pudo identificar ningún proyecto de vivienda social en los cuales se haya solicitado el uso de BIM en alguna de las etapas del ciclo de vida de esta tipología de proyectos constructivos.

Del análisis realizado, se puede concluir que el uso de BIM en proyectos públicos es aún incipiente, representando un número relativamente bajo de proyectos en número. Sin embargo, podemos destacar que BIM actualmente se está usando en proyectos públicos emblemáticos y de gran envergadura, como son la Ampliación del Aeropuerto Arturo Merino Benítez o la Autopista Américo Vespucio Oriente. Por lo anterior, existe una gran oportunidad para expandir el uso de BIM usando estos proyectos como un modelo de demostración de mejoras de resultados en costos, calidad y tiempos de ejecución que potencialmente se podrían lograr al usar correctamente esta herramienta.

ROLES BIM Y BRECHAS DE CAPITAL HUMANO

CAPÍTULO 5

PROYECTO DIAGNÓSTICO DE FORMACIÓN
DE CAPITAL HUMANO EN BIM



Capítulo 5. Roles BIM y brechas de capital humano BIM.

5.1 Contexto internacional

Realizar una comparativa del nivel de desarrollo de BIM en distintos países no resulta trivial, por un lado debido a que se trata de una metodología que ha tenido un aumento explosivo en su utilización en los últimos 5 años a nivel mundial, y por otro, a que su nivel de desarrollo se encuentra estrechamente relacionado a las particularidades del sector de la construcción de cada país.

Sin embargo, existen mediciones incipientes que si bien aún no permiten obtener conclusiones definitivas, permiten establecer un panorama general del uso de BIM respecto a factores como grado de madurez, nivel de implementación por contratistas, nivel de compromiso, desarrollo de políticas, entre otros.

El componente de “Aprendizaje y Educación” representa las actividades educativas a nivel de mercado que abarcan conceptos, herramientas y flujos de trabajo BIM. Estas actividades educativas se entregan ya sea mediante la educación superior, la formación profesional o el desarrollo profesional. También aclara si los flujos de trabajo digitales y entregables basados en modelos se incluyen como temas de aprendizaje dentro de los programas de educación / formación. En este sentido, en la encuesta de madurez⁶ en educación realizada destacan Irlanda, China, Corea del Sur, Hong Kong, Finlandia y Holanda con un nivel de educación sobre nivel medio-alto.

Estas apreciaciones permiten hacer énfasis en modelos educativos de los países que lideran los índices presentados, infiriendo que este liderazgo se sostiene en una madurez general de los componentes relacionados con la implementación BIM en cada mercado.

Se observa que existen diversas aproximaciones para efectuar capacitación BIM, tanto a nivel de pregrado, posgrado y educación continua, las que han sido recogidas por un sinnúmero de artículos y presentaciones académicas. Sin embargo, debido al corto tiempo en que dichos programas han sido aplicados (menos de una década), aún no es posible identificar con certeza mejores prácticas relativas a qué tipo de enseñanza BIM prevalece sobre otras en términos de efectividad.

A nivel de formación de pre y posgrado, la enseñanza en BIM se entrega de dos maneras distintas; la primera de ella es a través de cursos dedicados íntegramente a temáticas BIM, ya sean técnicas o de gestión; y la segunda introduciendo temáticas particulares de BIM en determinados cursos de las mallas curriculares de las carreras (arquitectura, ingeniería, topografía, etc.) como un complemento a su formación. La primera aproximación generalista parece ser útil en niveles básicos de enseñanza conceptual BIM, mientras que la segunda resulta ser más efectiva en términos prácticos para cada especialidad.

Los modelos de educación del Reino Unido y Hong Kong destacan sobre los demás al tratarse de esfuerzos centralizados, en concordancia con la estrategia de adopción “top-down”, la misma que ha adoptado Chile. Se considera que el establecer lineamientos curriculares por parte de un ente coordinador permite gestionar el *gap* que existe entre los requerimientos de la Industria y la oferta académica. En este sentido, instancias como el BIM Academic Forum y el HKIBIM de Hong Kong resultan de gran utilidad para establecer el nexo academia-industria y academia-mandante público.

⁶ *Fuente: Datos proporcionados por los Drs. Bilal Succar y Mohamad Kassem a PMG, 2016, información inédita.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

También destaca la división que hace el modelo inglés del enfoque estratégico, de gestión y técnico a la hora de elaborar programas de formación BIM. Es interesante observar de cerca cómo se correlacionan estos enfoques con los distintos roles dentro de procesos BIM y sus niveles de formación requeridos, a nivel técnico, de pregrado, posgrado y formación continua.

A nivel de certificaciones BIM, existen principalmente asociadas a dos niveles:

- **Certificaciones individuales:** asociadas a profesionales de la construcción, y que pueden ser otorgadas por los proveedores de software certificando la competencia para el uso de las
- herramientas en sus distintas versiones, o bien por instituciones educacionales que imparten cursos asociados a BIM, pudiendo estar estos relacionados o no con alguna herramienta tecnológica en particular. Para efectos del presente estudio, se analizarán las certificaciones individuales de los casos particulares del Reino Unido, que dispone de certificaciones individuales asociadas a la implementación de su Plan BIM, y de Estados Unidos, donde la Asociación de Contratistas ofrece certificación BIM.

En el caso británico, la estrategia de Gobierno establece en su modelo de implementación BIM que durante el año 2016, sea obligatorio el uso de ciertos estándares como el PAS1192-2:2013. En estos se especifican roles específicos para facilitar la entrega de información, tales como un Administrador de Información (*Project Information Manager*) y un Administrador de la entrega de Proyecto (*Project Delivery Manager*).

Para asegurar el cumplimiento de estos requerimientos, el BRE (*Building Research Establishment*) ha lanzado certificaciones individuales.

En el caso de EE.UU., el “AGC Certificate of Management-Building Information Modeling (CM-BIM)”⁷ es un certificado basado en evaluación que denota conocimiento y comprensión de conceptos relativos a la adopción, práctica y transformación de procesos BIM, según lo establecido en el Programa de Educación BIM de la ACG (Asociación de Contratistas Generales).

El requisito para su obtención, es haber cursado los 4 módulos del Programa de Educación. A Enero de 2016, 578 personas han obtenido la “CM-BIM designation”, quienes figuran en el “CM-BIM Holders Directory” disponible en el sitio Web de la Asociación.

Este modelo de certificación individual es una buena referencia ya que una institución referente de la Industria asume el rol certificador de competencias y se basa en información de módulos de información clara y disponible para todos los actores del mercado.

- **Certificaciones nivel Empresa:** asociada a la certificación de la capacidad de organizaciones para desarrollar proyectos en entornos BIM. Para el caso británico, se asocian a certificar la capacidad de responder a las exigencias, que establece obligaciones a contar del año 2016.
- La certificación para empresas desarrolladas por el BRE⁸, asegura que quienes la obtienen cumplan con los siguientes requerimientos (en inglés): Company Professional Skills and Services; BIM Skills /

⁷ Fuente: <https://www.agc.org/learn/education-training/building-information-modeling/cm-bim>

⁸ *Fuente: <http://www.cewales.org.uk/files/6614/4317/8243/BIM-Certification1.pdf>

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Training / Inductions; I.T. Strategy and Infrastructure; Software tools; Compliance with PAS 1192-2:2013 and BS 1192:2007 Standards, methods and processes; CAD / BIM documentation y CDE / BEP Case study.

Por su parte, Lloyd's Register Energy⁹ ha desarrollado un sistema de acreditación BIM que certifica que organizaciones que contribuyen en procesos BIM durante las etapas de desarrollo conceptual, diseño y construcción tengan el estado de 'BIM Ready'.

El BSI (*British Standards Institution*)¹⁰ también dispone de una certificación BIM a nivel de empresa, orientada a distintos segmentos según su participación en el proceso constructivo.

5.2 Roles BIM.

5.2.1 Etapas de adopción BIM y Capital Humano.

Una de las temáticas centrales que cada país ha debido resolver es su proceso de adopción BIM son los nuevos roles, es decir, las necesidades de nuevos conocimientos y habilidades que aparecen durante el proceso de diseño, construcción y la posterior mantención de una obra realizada bajo esta forma de trabajar. La tarea de definir funciones y responsabilidades, o sea determinar explícitamente el papel que desempeñará cada persona en las actividades propias de la cadena productiva de los proyectos constructivos, es sin duda, un elemento clave para determinar el perfil de competencias que cada profesional requerirá para desempeñar correctamente sus funciones. Por lo anterior, para determinar las brechas de capital humano que se deben cerrar para cumplir con las metas adopción BIM determinadas por el Plan BIM diseñado en el contexto del programa Construye 2025, se sugiere consensuar en primer lugar una definición explícita de las responsabilidades y los roles requeridos para que la cadena de valor de la construcción opere correctamente.

De acuerdo a las experiencias internacionales revisadas, las responsabilidades y roles requeridos para la implementación de BIM están directamente relacionados al nivel de adopción y de madurez que la implantación de esta estrategia haya logrado en una determinada empresa, región o país. De esta forma, para determinar los roles necesarios y por lo tanto, las necesidades de capital humano que se deben construir, se deben entender los niveles de adopción y profundidad de ésta que el país requerirá en cada etapa de su estrategia de implementación BIM.

Uno de los trabajos más profundos respecto al tema, es el desarrollado por el Dr. Bilal Succar y presentado en el European BIM Summit de Barcelona en marzo de 2016, donde se plantea un modelo de 3 etapas en el proceso de adopción de BIM por parte de las organizaciones, desde una etapa de Pre BIM hasta la etapa superior de Post BIM; etapa de prácticas totalmente integradas. La idea central del modelo es que una empresa u organización no puede transitar desde una etapa en el cual trabaja con herramientas 2D a una etapa de trabajo BIM totalmente integrado y colaborativo de un solo salto, y que hay varios estados por las

⁹ *Fuente: http://www.lr.org/en/_images/213-59591_Uilities_-_2015_LR_BIM_Accreditation.pdf

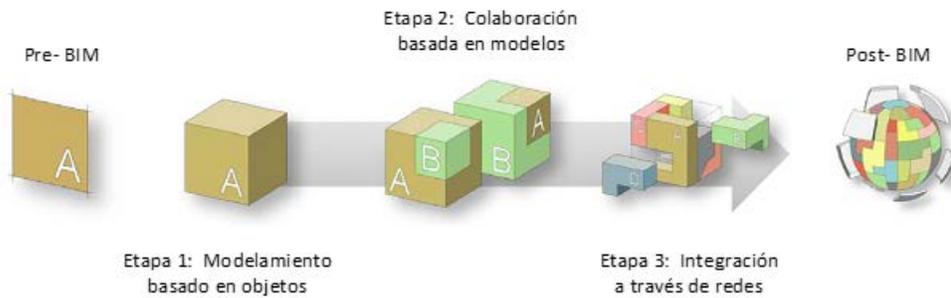
¹⁰ *Fuente: <http://www.bsigroup.com/en-GB/Building-Information-Modelling-BIM/>

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

cuales las organizaciones deben transitar entre una etapa y otra. Cada etapa está caracterizada por un diferente uso de herramientas tecnológicas, procesos, protocolos y de competencias de las personas que conforman los equipos de trabajo.

Figura 5.1. Modelo de Etapas de Adopción BIM¹¹



La primera etapa identificada en el proceso de adopción es “Modelamiento basado en objetos”, luego se transita a una etapa de “Colaboración basada en modelos”, para llegar finalmente a la última etapa de “Integración a través de redes”; dichas etapas serán descritas posteriormente. Entre cada una de las etapas identificadas, se pueden distinguir sucesivos pasos. La diferencia entre ‘etapas’ y ‘pasos’ es que las etapas BIM son transformaciones o cambios radicales de la forma de gestionar los proyectos y por lo tanto de operar de las empresas y organizaciones del ecosistema BIM, mientras que los pasos BIM son cambios incrementales y sucesivos dentro de las primeras.

A continuación se describen los elementos centrales que caracterizan cada una de las etapas de adopción BIM¹²:

a. El Estatus Pre-BIM.

El estatus Pre-BIM se caracteriza por el uso de herramientas tipo Auto CAD o simplemente por un modelamiento manual de proyectos. En este estatus, los agentes que participan en los proyectos constructivos actúan de forma independiente y por lo tanto no existen actividades de coordinación ni trabajo colaborativo en las etapas del ciclo de vida del proyecto. Por el lado de procesos, se generan documentos 2D que describen la realidad 3D, con los problemas de interpretación y complejidad que esto conlleva. Las empresas invierten poco en tecnología de apoyo a los procesos de modelamiento y los traspasos de información entre distintas disciplinas son manuales, complejos y no carentes de errores.

¹¹ Fuente: Dr. Bilal Succar, BIM Excellence, ChangeAgents AEC Pty Ltd, University of Newcastle

¹² Fuente: <http://www.bimthinkspace.com/2008/02/the-bim-episode.html>; Episode 8: Understanding BIM Stages, Dr. Bilal Succar

b. Etapa BIM 1: Modelamiento basado en objetos.

Esta etapa se inicia cuando algunas de las empresas u organizaciones que participan en el ciclo modelamiento-construcción-operación deciden invertir en aplicaciones BIM basadas en objetos, tales como Revit, Archicad o Tekla y adquieren las capacidades para modelar proyectos usando dichas herramientas. Estas empresas comienzan a generar documentos 2D coordinados y visualizaciones 3D desde el modelo BIM, sin embargo los traspasos de información entre las empresas que interactúan en el ciclo del proyecto, siguen siendo a través de archivos tipo CAD, no habiendo intercambio de modelos entre ellas.

Por lo anterior, esta etapa se caracteriza por la existencia de modelos BIM de sólo algunas disciplinas que coexisten con modelos 2D de otras en el mismo proyecto, y por tanto por las dificultades de coordinación que esto genera.

c. Etapa BIM 2: Colaboración basada en modelos.

Esta etapa se inicia cuando a lo menos dos disciplinas que participan en ciclo de un proyecto de construcción cuentan con las capacidades para el modelamiento basado en objetos y deciden colaborar e intercambiarse modelos. Las dos organizaciones pueden generar una sola base de datos conjuntamente, enlazar dos formatos propietarios diferentes o traspasarse archivos no propietarios. Esta ‘interoperación’ les permite realizar estudios de plazos 4D, detección de conflictos entre disciplinas y generar una amplia variedad de entregables basados en análisis.

Otra característica relevante de esta etapa, es que promueve la interacción entre los diferentes actores que participan en el proyecto, tales como mandantes, arquitectos, ingenieros y/o constructores; sin embargo estas interacciones son uno a uno, no existiendo aún una integración efectiva de la cadena de valor.

d. Etapa BIM 3: Integración a través de redes

La etapa de integración a través de redes se inicia cuando dos o más especialidades de dos o más empresas integran sus modelos, los cuales comienzan a interactuar en tiempo real. La interacción les permite a las empresas enviar y recibir información en línea, y por lo tanto interactuar de forma colaborativa y en tiempo real a lo largo del ciclo de vida de proyecto. Esta integración de modelos requiere contar con capacidades tecnológicas que permitan el flujo de grandes volúmenes de información a través de “Cloud Computing”, “SaaS” (Software as a Service) u otras tecnologías disponibles. Estas tecnologías especializadas basadas en la red almacenan, comparten y controlan las entradas y salidas multidisciplinares de los actores que participan en el proyecto.

En esta etapa se logran realizar análisis complejos y se comienzan a lograr importantes beneficios del uso de BIM, como son la eliminación de interferencias y la optimización de proyectos en etapas tempranas del ciclo diseño-construcción-operación.

e. Etapa POST- BIM

En esta etapa se logra la integración virtual completa de los agentes que co-participan en un proyecto, tanto es sus etapas de diseño, construcción como de operación. Los resultados son proyectos construibles y operables optimizados, que cuentan con modelamientos y con bases de datos integradas en tiempo real que permiten generar entregables 3D, 4D, 5D y 6D. Los modelos BIM comienzan a interactuar con sistemas particulares que participan en el ciclo constructivo, tales como sistemas de gestión de la construcción (BMS) y sistemas integrados de mantenimiento de obras entre otros.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Las Etapas de adopción BIM y las competencias profesionales

En la medida que las empresas y países evolucionan de una etapa a otra en el ciclo de adopción BIM, se requieren nuevas funciones que a su vez necesitan de diferentes competencias profesionales.

En el siguiente cuadro se vinculan las diferentes etapas de desarrollo BIM con las capacidades profesionales requeridas:

Tabla 5.1 Funciones y Conocimientos Genéricos BIM v/s Etapas de Adopción¹³

Etapa del Ciclo	Funciones Requeridas	Conocimiento BIM	Competencias Requeridas
Etapa BIM 1: Modelamiento Basado en objetos	Generar modelo 3 D basados en objetos de forma aislada.	Ser capaz de usar herramientas técnicas para modelamiento.	No requerida
Etapa 2: Colaboración basada en modelos	Ser capaz de realizar trabajo coordinados e intercambiar modelos BIM.	Herramientas técnicas para modelamiento y análisis de interferencias e interoperatividad. Conocimiento TI.	Coordinación de Proyectos
Etapa 3: Integración a través de redes	Ser capaz de integrar modelos en interactuar de forma colaborativa en tiempo real.	Dominio herramientas técnicas, manejo de interoperatividad y optimización. Conocimiento TI avanzados.	Trabajo colaborativo; Planificación y Gestión de Proyectos
Post-BIM	Ser capaz de integrar un proyecto completo en tiempo real para lograr resultados construibles y operables 3D, 4D, 5D y 6D.	Dominio herramientas técnicas, manejo de interoperatividad y optimización. Conocimiento TI avanzados y de sistemas otros sistemas de apoyo a obras como BMS.	Planificación y Gestión de Proyectos Trabajo colaborativo Gestión Estratégica

Al analizar el cuadro anterior, resulta fácil observar que para cada etapa de adopción BIM se requiere de profesionales y equipos con distintas competencias y habilidades, y por lo tanto contar con una particular conformación del capital humano BIM.

Luego, para poder entender las brechas de formación y capacitación para la ejecución de proyectos BIM, debemos explicitar los roles genéricos que serán requeridos por las empresas y organizaciones en cada etapa de adopción. De esta forma, podemos determinar los conocimientos, competencias y experiencias requeridas para que cada rol sea bien ejecutado y así determinar las brechas existentes.

Por lo anterior, en primer lugar se requiere determinar en qué etapa de adopción BIM se debe estar de acuerdo con las metas BIM definidas. Una vez determinadas las metas de adopción, entenderemos cuáles son las funciones claves que los equipos deberán cumplir para llegar a ese estado y por lo tanto, las brechas que se deben cerrar respecto a la situación actual.

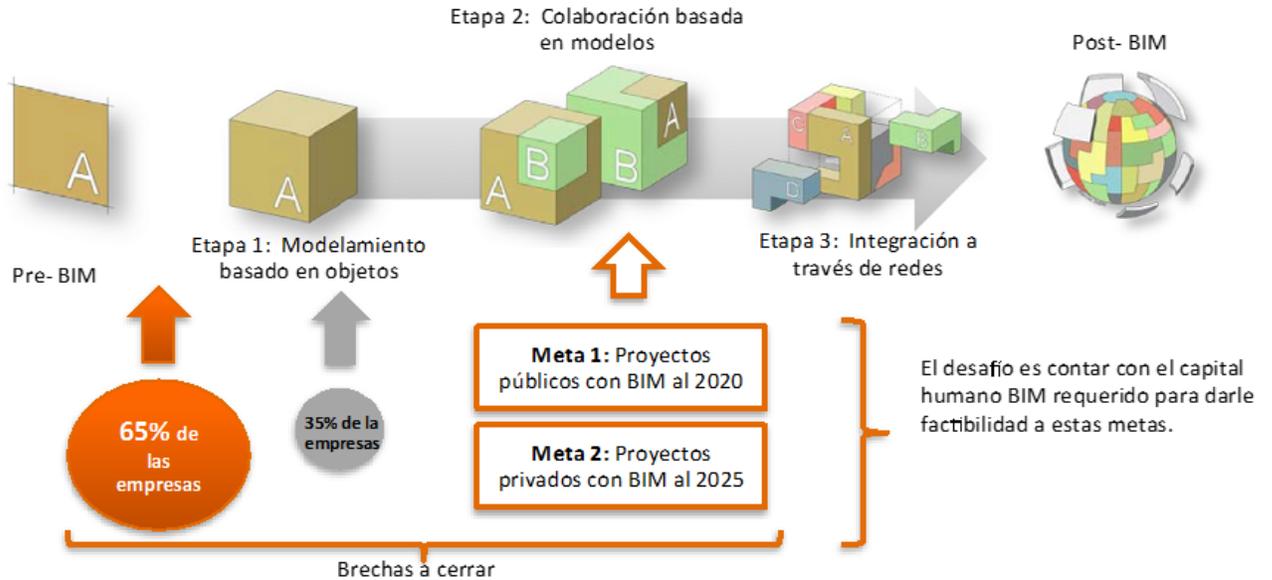
¹³ Fuente: Elaboración de PMG en base a información de las siguientes referencias: <http://www.bimthinkspace.com/2008/02/the-bim-episode.html>, Episode 8: Understanding BIM Stages y <http://www.bimthinkspace.com/2008/06/episode-9-bim-s.html>, Episode 9: BIM Steps

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

En la siguiente figura se muestra esquemáticamente la situación actual de la adopción BIM en Chile y los requerimientos que las metas del Plan BIM imponen:

Figura 5.2 Modelo de Etapas de Adopción BIM y Metas Plan BIM



El trabajo de identificación de la línea base de acuerdo a la encuesta realizada a 412 empresas del sector a lo largo de Chile, indica que aproximadamente el 65% de las empresas del ámbito de la construcción transitan actualmente de la etapa Pre-BIM a la etapa de “Modelamiento basado en objetos”; es decir, un alto porcentaje de las empresas recién están comenzando a realizar modelamientos en 3D de forma aislada. Es importante destacar que el mayor porcentaje de uso BIM se da en oficinas de arquitectura, con un 58% de los casos, siendo el uso muy menor en empresas de ingeniería de especialidades con porcentajes que van desde el 21% en electricidad hasta 28% en sanitario. Si consideramos las empresas que realizan operación de proyectos, la cifra de uso llega a 20%.

Hay que entender que las empresas que declaran usar BIM, lo usan sólo en una proporción de sus proyectos. El 46% de las empresas entrevistadas declaran que usan BIM en menos del 25% de sus proyectos, y sólo el 30% de ellas que lo usan en más del 50% de ellos. Por otra parte, el 35% restante de las empresas transitan de la etapa de “Modelamiento basado en objetos” a la etapa de “Colaboración basada en modelos”, con distintos niveles de avance. De acuerdo a las entrevistas en profundidad realizadas en el contexto de este estudio, se podría afirmar que prácticamente no existen en Chile empresas que puedan decir que operan el 100% de los proyectos BIM de forma integrada, es decir, en procesos colaborativos que interactúen en tiempo real.

El avance que se debe realizar para cumplir con las metas que al 2020 los proyectos públicos se realicen bajo BIM y para el 2025 se incorporen los proyectos privados, es enorme. No sólo el desafío está puesto en contar con el capital humano requerido para tal labor, sino que involucra realizar un cambio “Cultural”

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

profundo en toda la cadena de la industria de la construcción, desde la forma en la cual los mandantes definen sus proyectos hasta como éstos serán operados durante su vida útil, además de cumplir con los elementos de contexto habilitantes que esto requiere.

Las metas fijadas por el Plan BIM en relación a la adopción de BIM, requieren que las empresas que participan en las cadenas de valor de los proyectos públicos estén, para el año 2020, a lo menos en la etapa de “Colaboración basada en modelos”; es decir, que se encuentren transitando hacia la integración con a lo menos algún agente que co-participe en las etapas de un proyecto, en su etapa de diseño, construcción o de operación; realizando proyectos construibles y operables que cuenten con modelamientos BIM.

En conclusión, las metas en materia de capital humano BIM requeridas para darle factibilidad a los objetivos de adopción del Plan BIM en el contexto del programa Construye 2025 son:

- Meta 1: Contar al 2020 con las empresas y profesionales necesarios capaces de realizar proyectos públicos de forma integrada bajo el concepto BIM en las etapas de diseño, construcción y operación.
- Meta 2: Contar al 2025 con las empresas y profesionales necesarios capaces de realizar el proyectos privados de forma integrada bajo el concepto BIM en las etapas de diseño, construcción y operación.

Las cifras analizadas afirman que el 57% de las empresas que han desarrollado proyectos BIM, lo han hecho en proyectos públicos; lo que implica que el 43% restante sólo ha trabajado en proyectos BIM de ámbito privado o de participación público-privado como el caso de las concesiones.

El desafío es, por lo tanto, que al año 2025 se cuente en calidad y cantidad con empresas, profesionales y organizaciones capaces de cumplir a lo menos con las siguientes funciones básicas: generar modelos 3D, integrar de forma colaborativa modelos de distintas disciplinas, optimizar proyectos BIM y diseñar e implementar estrategias BIM en empresas y organizaciones. La propuesta de qué acciones en materia de formación de capital humano serán requeridas es precisamente el objeto de este proyecto y serán desarrolladas en el capítulo 6, luego de realizar una propuesta y posterior validación formal de los roles BIM necesarios para la etapa de “Colaboración basada en modelos” ya explicitada.

5.2.2 Benchmarking de roles BIM.

Realizar una comparativa del nivel de desarrollo de BIM en distintos países no resulta trivial, por un lado, debido a que se trata de una metodología que ha tenido un aumento explosivo en su utilización en los últimos 5 años, y por otro, a que su nivel de desarrollo se encuentra estrechamente relacionado a las particularidades del sector de la construcción en cada país. Dado lo anterior, y a lo incipiente de la implementación y adopción de este concepto a nivel mundial, es que existen diversas estrategias de desarrollo en cada país, sin existir a la fecha la evidencia necesaria para afirmar que una de estas estrategias es superior a otra.

A pesar de lo anterior, existen ciertos elementos centrales que se repiten en cada una de las experiencias revisadas, como son la necesidad de contar con profesionales capacitados para cumplir nuevos roles en el

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

proceso de realización de un proyecto, o realizar antiguas tarea de una nueva forma. Por lo tanto, se configura la necesidad de definir roles asociados al trabajo en entornos BIM, el cual va a depender de la naturaleza de la contribución de cada actor que participa durante alguna de las etapas del ciclo de vida de un proyecto.

El no contar con una definición de roles explícita y consensuada a nivel de la industria es la primera brecha que este estudio ha detectado, por lo tanto, definir explícitamente los roles BIM es clave para determinar las competencias requeridas por los profesionales y técnicos, y por ende para diseñar los programas de formación necesarios. Al no existir estándares ni patrones BIM a nivel mundial extensamente probados y validados, es necesario apoyarse en el análisis de buenas prácticas para proponer una estructura de roles efectiva. De la revisión de la experiencia mundial en materia de definición de roles, se destacan los casos de Holanda, Reino Unido (UK) e Irlanda los que son revisados a continuación.

- a. **Caso Holandés¹⁴:** El modelo de roles propuesto por el “**Dutch Building Information Council (BIR)**”, propone la existencia de 4 roles BIM, asociando estos roles con distintos niveles de competencias y nivel educacional. De esta experiencia, se consideró que la definición de cuatro roles diferenciados permitía una clara descripción de las funciones que requiere un correcto uso de BIM en proyectos. En la tabla siguiente, se puede observar los cuatro roles definidos ligados a diferentes niveles educacionales y conocimientos técnicos.

Tabla 5.2 Roles Genéricos BIM, caso Holandés

Competencias	BIM Team Manager	BIM Project Manager	BIM Coordinator	BIM Modeler
Equivalentes	Program Manager; Business Development Manager	Proces Manager, Information Manager, Project Leader	Manufacturing Engineer, Project Coordinator	Specialist, Engineer, 3D Designer
Nivel Educacional	Licenciado/ Master	Licenciado/ Master	Licenciado/ Master	Técnico Intermedio / alto nivel.
Liderazgo	4	3	2	
Coaching	3	3	2	
Capacidades organizacionales	4	3	3	
Trabajo Colaborativo	4	3	3	2
Control de Gestión	4	3	3	2
Análisis de Problemas	4	3	3	2
Creatividad	4	3	3	2
Sensibilidad Organizacional	4	3	3	2
Visión	3	3	2	2
Manejo de Contrapartes	3	3	3	
Persuasión	3	3	2	
Herramientas de Negociación	3	2		
Comunicación Escrita	2	2		
Orientación a la Calidad			3	2
Sentido de Disciplina			2	2
Niveles	4 = político, estratégico. 3 = gestión, dirección, coaching 2 = experto, autonomo, profesional 1 = soporte			

¹⁴ “Dutch Building Information Council (BIR)”, BIR Leaflet Number 3. <http://www.bouwinformatieraad.nl/wp-content/uploads/2015/09/Kenniskaart-3-BIM-Roles-and-Competences-ENG.pdf>

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

- b. **Caso UK¹⁵:** El protocolo **AEC del Reino Unido** establece una clara división de roles, con la finalidad de adoptar un lenguaje común para títulos y descripciones de trabajo y responsabilidades asociadas a la metodología BIM. Uno de los aportes relevantes del modelo Británico es la conceptualización de los roles BIM de acuerdo a funciones de tipo **Estratégicas**, de **Gestión** y **Técnicas** o de Producción y la asociación de éstas con competencias a considerar en la formación profesional. En la tabla siguiente se pueden observar los tres diferentes roles identificados en los proyectos: Modelador, Coordinador y Gestor BIM asociados a las funciones estratégicas, de gestión y técnicas claves que cada rol debe desempeñar en un proyecto.

Las funciones claves identificadas y sus características centrales son:

- **Funciones Estratégicas:** funciones de administración de una organización que trabaja en BIM, como por ejemplo determinar los objetivos corporativos, investigar e implementar las mejores prácticas, rediseñar los procesos, crear estándares y protocolos y entrenar a la organización en su uso.
- **Funciones de Gestión:** son funciones vinculadas a la organización de proyectos, definición de planes de ejecución BIM, de auditar el proceso durante la ejecución, realizar la coordinación interdisciplinaria y la creación de contenidos y entregables.
- **Funciones de Producción:** son las vinculadas en la ejecución de proyectos, responsable del modelamiento, la producción de dibujos, donde el conocimiento de las herramientas técnicas es clave.

Tabla 5.3 Roles Genéricos BIM, caso Reino Unido

Rol	Estratégico						Táctico				Producción	
	Objetivos Corporativos	Investigación	Procesos y Flujos de Trabajo	Fijación Estándares	Implementación	Entrenamiento	Plan de Ejecución	Auditoría del Modelo	Coordinación del Modelo	Creación de Contenidos	Modelamiento	Producción de Dibujos
BIM Manager	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N	N	N
Coordinador	N	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S	N
Modelador	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	S

N= NO S=SI

Las características centrales de los roles definidos en el modelo británico son los siguientes:

- **Modelador BIM:** rol de carácter técnico, encargado de realizar el modelamiento de proyectos con herramientas BIM, la producción de dibujos y la creación de contenidos.

¹⁵ AEC BIM Protocol Implementing UK BIM. Standards for the Architectural, Engineering and Construction industry, v 2.0, September 2012.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

- **Coordinador BIM:** es el encargado de realizar las funciones tácticas asociadas a los proyectos BIM; elaborar el plan de ejecución, la revisión de contenidos , la coordinación del modelo y de los procesos de auditoría sobre estos.
 - **BIM Manager:** responsable de gestionar las funciones estratégicas asociadas a BIM en una organización y/o en un proyecto en particular. Este rol se hace cargo de la definición de procesos y flujos de trabajo, fijación de estándares, capacitación del personal y en general de todos los elementos habilitantes requeridos en una empresa u organización para la correcta ejecución de un proyecto BIM.
- c. **Caso irlandés¹⁶:** Para el caso irlandés, se propone el establecimiento de 4 niveles de títulos o roles asociados a BIM, muy similares al caso holandés. Para el análisis de roles BIM, éstos son vinculados con el nivel educacional y la **experiencia práctica que se debe tener para ejercerlos**, considerando BIM no como una disciplina en sí misma, sino que como un set de habilidades “adicionales” a disciplinas más complejas, ya sea a nivel de pregrado o postgrado. Uno de los elementos diferenciales de este enfoque, es evidenciar el hecho de que para cumplir ciertos roles BIM de buena forma, la experiencia práctica en la ejecución de obras es fundamental. Un segundo elemento de valor aportado por este caso es la relación entre los niveles BIM definidos y la calificación profesional requerida para la posición. En la siguiente tabla se puede observar la definición esquemática de los cuatro roles definidos:

Tabla 5.4 Roles Genéricos BIM, caso Irlanda

Nivel	Rol	Requisitos / Sub-Especialidades
BIM Title with Career Structure - UNDERGRADUATE	BIM Technician – (designation with base degree)	Level 7 educated (Arch Tech), (Eng MEP), (Eng, Struct), (Eng Civil), (Geo)
	BIM Coordinator – (designation with base degree)	+ 1 years office experience; Level 8 educated (Arch Tech), (Eng MEP) (Arch Design), (Eng, Struct), (Eng Civil), (CM), (QS), (Geo)
BIM Title with Career Structure - POSTGRADUATE	BIM Technician – (designation with base degree)	Level 8 entry to BIM PG Cert; (Arch Tech), (Eng MEP) (Arch Design), (Eng Struct), (Eng Civil), (Geo)
	BIM Coordinator – (designation with base degree) Collaborative	Level 8 entry + PG Cert + BIM PG Diploma + 1 years office experience; (Arch Tech), (Arch Design), (Eng MEP), (Eng Struct), (Eng Civil), (CM), (QS), (Geo).
	BIM Project Manager – (designation with base degree). Collaborative .	Level 8 entry + PG Cert on to BIM PG Diploma + 3/5 years project running experience; (Arch Tech), (Arch design), (Eng MEP), (Eng Struct), (Eng Civil), (CM), (QS)/CCE - specific for complex contracts.
	BIM Manager – no designation	Level 8 entry + complete Level 9 MSc aBIMM + 3/5 years office/project management experience

5.2.3 Taller Modelo BIM y Brechas

Con el objetivo de definir el modelo de Roles BIM y priorizar las brechas que dificultan cumplir con los objetivos fijados por el programa, se desarrolló un taller el día miércoles 23 de junio de 2016 en las oficinas de la Cámara Chilena de la Construcción. La jornada contó con la participación de diecisiete personas, las cuales trabajaron en cuatro grupos definiendo y evaluando a partir de un dialogo consensuado para llegar a los resultados que se presentan más adelante. La metodología utilizada se basó en un proceso colaborativo de co-creación donde convergieron diferentes puntos de vistas expertos en BIM del mundo público, privado y académico bajo una misma visión, Plan BIM: Modernización de la industria de la construcción.

¹⁶ Dublin Institute of Technology, "Defining Job Titles and Career Paths in BIM", Malachy Mathews, November 2015

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

La primera actividad consistió en validar el modelo BIM, para generar un lenguaje común entre los participantes de la industria y al mismo tiempo un entendimiento compartido de las competencias de los distintos profesionales que interactúan en los proyectos. Los cuatro grupos trabajaron sobre el mismo material desglosado en dos capas: la primera capa es la dimensión de *caracterización de rol y la cantidad de roles requeridos por el modelo*, donde los resultados se pueden ver en la **sección 4.1.4**; la segunda capa referente a las *competencias que debe tener cada rol del modelo* se observan en la **sección 4.1.5**.

La segunda actividad consistió en la evaluación de brechas, las que impiden cumplir con los objetivos fijados por el programa. Las brechas identificadas fueron clasificadas en cinco dimensiones: estructurales, tecnológicas habilitantes, educacionales genéricas, oferta educacional y demanda educacional. Los grupos de expertos trabajaron evaluando con nota de 1 a 5 bajo el siguiente criterio:

1. La existencia de la brecha no afecta a los objetivos del programa.
2. La existencia de la brecha afecta indirectamente en forma leve a los objetivos del programa.
3. La existencia de la brecha afecta indirectamente en forma relevante a los objetivos del programa.
4. La existencia de la brecha afecta directamente y en forma leve a los objetivos del programa
5. La existencia de la brecha afecta directamente y en forma alta a los objetivos del programa.

Una vez terminado el taller consultora PMG analizó los resultados de la jornada y elaboró promedios de notas para cada una de las brechas, con el objetivo de poder crear una visión consensuada y general de la priorización de brechas. Los resultados se pueden ver en la **sección 4.2.2**.

5.2.4 Propuesta de Roles.

Con el fin de comprender a cabalidad las brechas de formación BIM, es necesario determinar y explicitar los roles requeridos en cada etapa de adopción. De esta forma, las necesidades de formación de capital humano BIM se determinan de acuerdo a las funciones y tareas requeridas por los proyectos en cada grado de adopción en el cual se encuentren las diferentes empresas.

A partir de las buenas prácticas identificadas en el “benchmarking” de roles revisados anteriormente, se procedió a construir una propuesta de Roles BIM preliminar para Chile. Es importante entender que esta decisión debe ser coherente con las funciones requeridas por las empresas y organizaciones para transitar de una etapa de adopción de BIM a otra.

Para consensuar la definición de los roles BIM requeridos para Chile, se trabajó con un grupo de profesionales expertos BIM del ámbito académico, privado y público¹⁷; a los cuales se les propuso para su discusión una propuesta de Roles preliminares de cuatro niveles. Luego del trabajo del grupo de expertos y de la discusión grupal, se obtuvo una propuesta de ampliación de los niveles de roles a seis, ya que se incorporaron roles específicos para dos casos: el primero es el profesional que opera la infraestructura construida (Facility Manager) y el segundo para el revisor que controla que el proyecto cumpla con la especificación BIM desarrollada por el mandante tanto en su fase de diseño como de construcción.

¹⁷ Ver en Anexos : Taller de Validación de Roles y Brechas

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Es importante destacar que del trabajo de los expertos BIM en conjunto con PMG, se identificaron otros roles complementarios, como por ejemplo el de Investigador BIM, los cuales no fueron incluidos en el grupo de seis roles propuestos, debido principalmente a que no son parte activa en la ejecución de proyectos constructivos y que por lo tanto, no son sujetos a definiciones de competencias o requisitos profesionales de forma explícita para la correcta ejecución de éstos.

De acuerdo a lo anterior, la propuesta es contar con los siguientes seis niveles de roles:

- I. **Modelador BIM:** desarrollo de modelos 3D en base a BIM según especialidad, dominando diferentes modos de representar y editar los componentes del modelo hasta el detalle.
- II. **Coordinador BIM:** integración de modelos de distintas especialidades y su coordinación, detección de interferencias y soluciones, manejo de flujos de información de proyectos.
- III. **Gerente Proyectos BIM (BIM Manager):** planificación, liderazgo, gestión y control del proyecto BIM y su ejecución en obra. Desarrollo de interoperatividad y optimización del proyecto.
- IV. **Director BIM:** liderazgo del proceso de implementación de BIM en empresas y organizaciones. Gestión y control de las condiciones habilitantes para que BIM sea correctamente ejecutado en una empresa.
- V. **Gestor Operaciones BIM:** liderazgo del proceso de operación del proyecto en base a modelo BIM y su mantención a lo largo del tiempo.
- VI. **Revisor BIM:** revisar y controlar que tanto los modelos y/o proyectos sean diseñados y/o contruidos de acuerdo a las bases técnicas, normativa y plan de ejecución BIM.

En el siguiente cuadro se explicitan las funciones principales que cada rol debería cumplir en la ejecución de un proyecto BIM en las empresas u organización que han adoptado BIM como parte de su estrategia de negocios.

Tabla 5.5 Funciones Centrales de Roles BIM

Roles	Funciones Centrales
Modelador BIM	<ul style="list-style-type: none"> Generar modelos y familias usando software BIM. Generar vistas, láminas, planos, tablas y demás información requerida a partir de los modelos.
Coordinador BIM	<ul style="list-style-type: none"> Integrar modelos de distintas disciplinas. Detectar interferencias y proponer soluciones. Liderar el proceso de coordinación. Manejar los flujos de información del proyecto
Gerente de Proyecto BIM (BIM Manager)	<ul style="list-style-type: none"> Planificar la ejecución de proyecto BIM. Liderar, controlar y gestionar el desarrollo del plan de ejecución BIM. Resolver problemáticas de interoperatividad de modelos. Optimizar el proyecto BIM. Integrar modelos BIM con la programación de obras. Utilizar modelo 3D y planificación 4D para estimación de costos.
Director BIM	<ul style="list-style-type: none"> Liderar la implementación de BIM en empresas , organizaciones y/o proyectos. Gestionar las condiciones habilitantes para una correcta implementación de BIM en la empresa u organización. Responsable de la operación, estandarización y optimización de los procesos BIM de la empresa.
Gestor Operaciones BIM	<ul style="list-style-type: none"> Liderar el procesos de operación y mantención del proyecto en base a modelos BIM a lo largo del tiempo.
Revisor BIM	<ul style="list-style-type: none"> Responsable de controlar que los modelos y el proyecto sean realizados de acuerdo a las bases técnicas, normativas y al plan de ejecución BIM.

Una de las validaciones relevantes de los roles propuestos, es asociar cada uno de ellos con las tareas fundamentales que desempeñarán durante las etapas del proceso de un proyecto constructivo. El siguiente cuadro muestra la función principal que cada rol cumple en cada etapa del proyecto:

Tabla 5.6 Roles Genéricos BIM por Etapas de Proceso Constructivo

Roles	Etapas Genéricas del Proceso Constructivo			
	Ante Proyecto	Diseño	Construcción	Operación
Modelador BIM		Rol Operativo, producción a nivel de proyectos.		
Coordinador BIM		Rol de Gestión, coordinación técnica de especialidades a nivel de proyecto.		
Gerente Proyectos BIM (BIM Manager)	Rol de Gestión, planificación, integración y optimización de proyectos.			
Director BIM	Rol Estratégico, implantar estrategia BIM en la empresa u organización o Proyecto.			
Gestor Operaciones BIM				Rol de Gestión, operación basada en BIM
Revisor BIM		Rol de Gestión, controlar que el proyecto BIM cumpla lo estipulado en las Bases Técnicas		

Es importante destacar que en la ejecución de un proyecto puede haber más de un profesional por rol. El caso principal es el de Modelador BIM, en el cual hay a lo menos un profesional por cada especialidad que

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

participe en el proyecto bajo el mismo rol. Un segundo caso a destacar, es el rol de Gerente BIM (BIM Manager), el cual podría haber dos en un mismo proyecto; uno de ellos que actúa por parte del mandante en la definición de las Bases Técnicas del proyecto y un segundo profesional que actúa como líder del equipo por parte del ejecutor. Con el fin de explicitar este punto, en la tabla siguiente se describen los profesionales de cada rol que participan en cada etapa de un proyecto constructivo:

Tabla 5.7 Roles Genéricos BIM y Profesionales por Etapa Ciclo del Proyecto

Roles	Etapas Genéricas del Proceso Constructivo			
	Ante Proyecto	Diseño	Construcción	Operación
Modelador BIM		A lo menos un Modelador por cada especialidad		De acuerdo necesidades de actualizaciones del proyecto
Coordinador BIM		A lo menos un Coordinador por parte del Ejecutor		Un Coordinador en caso de actualizaciones del proyecto
Gerente Proyectos BIM (BIM Manager)	Un Gerente por parte del Mandante	Un Gerente de Proyecto por parte del Ejecutor		
Director BIM	Un Director por parte del Mandante para proyectos complejos	Un Director por parte del Ejecutor para proyectos complejos		
Gestor Operaciones BIM				Un Gestor por parte del Mandante
Revisor BIM		Un Revisor por parte del Mandante		

Un tema a destacar es que el equipo de diseño del proyecto (Modelador-Coordinador-Gerente), se mantiene activo durante la etapa de construcción, ya que el valor de BIM es precisamente que la construcción se haga de la forma más efectiva y económica de acuerdo al modelo diseñado, por lo cual la interacción del equipo de diseño con el equipo de obra es un elemento clave. En este sentido, es relevante que los profesionales de obra encargados de liderar y controlar la construcción física del proyecto cuenten con ciertas competencias BIM que a lo menos le permitan realizar visualizaciones del modelo, de forma de usarlo correctamente como herramienta de apoyo a la ejecución física de la obra.

Un segundo elemento a destacar, es el rol del Revisor BIM, el cual se inicia en la etapa de diseño del proyecto y continúa durante la etapa de construcción. La primera tarea central de este rol es hacer que el proyecto diseñado cumpla con las Bases Técnicas definidas por el mandante; la segunda es que el proyecto sea construido de acuerdo al diseño BIM definido.

La naturaleza, complejidad y tamaño del proyecto también juegan un papel relevante a la hora de definir qué roles participan en cada etapa del proyecto, por ejemplo si el proyecto es complejo, el Gerente de Proyectos BIM que representa al mandante será un sujeto activo durante las etapas de diseño y ejecución del mismo. Lo mismo sucede con el Director BIM de parte del mandante, cuando el proyecto sea de alta complejidad y/o de alto costo, este profesional deberá ser un sujeto activo del proyecto durante las etapas de diseño, construcción y operación.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

5.2.5 Propuestas de competencias por rol.

La segunda decisión respecto a la definición de roles BIM, son definir explícitamente las competencias requeridas para ejercer cada uno de ellos, es decir determinar los conocimientos, experiencias y habilidades necesarias para poder ejecutar satisfactoriamente cada uno de los roles BIM identificados.

En este sentido, se propusieron al equipo de expertos antes mencionado, cinco dimensiones de tipos de conocimientos, habilidades y experiencias que cada rol deberá cumplir de acuerdo a su nivel. Esta propuesta fue validada por dicho equipo, y se consensó que son los necesarios para cumplir correctamente cada uno de los roles BIM explicitados. Las siguientes son los tipos de competencias requeridas:

- i. **Conocimientos Conceptuales BIM:** se refiere a los conocimientos que debe contar el rol desde la perspectiva conceptual de BIM, como una estrategia de aumento de eficiencia y efectividad en la ejecución de proyectos constructivos.
- ii. **Conocimientos Técnicos BIM:** se refiere al conocimiento de herramientas técnicas de uso en BIM, manejo de software y sistemas que lo habilitan para desarrollar proyectos.
- iii. **Conocimientos de Gestión:** se refiere al conocimiento y las habilidades requeridas para gestionar correctamente una empresa, organización o proyecto.
- iv. **Experiencia Profesional:** hace referencia a la experiencia práctica en desarrollo de proyectos con que debe contar el rol BIM. Se consideran experiencias tanto a nivel de diseño de proyectos como en construcción (trabajo en obra) y/o operación de proyectos.
- v. **Formación Profesional:** carrera técnica o profesional de formación básica requerida para ejercer cada rol.

En base a la definición de los niveles de roles y a las competencias, conocimientos y experiencias requeridas, se diseñó y consensó la siguiente propuesta explícita por cada uno de los roles BIM definidos. En las tablas siguientes se explicitan las competencias mínimas para cada rol BIM (marcadas con X) y las competencias deseables para el rol (marcadas con una D).

Tabla 5.8 Roles BIM y Conocimientos Conceptuales BIM

Conocimientos Conceptuales BIM	Roles					
	Modelador BIM	Coordinador BIM	Gerente Proyectos BIM (BIM Manager)	Director BIM	Gestor Operaciones BIM	Revisor BIM
No requiere						
Conocimiento conceptual básico BIM	X	X	X	X	X	X
Realización de trabajo colaborativo en BIM	D	X	X	D		
Planificación de proyectos en BIM		D	X	X		
Liderazgo de proyectos en BIM			D	X		
Gestión integral de proyectos en BIM			D	X		
Desarrollo de estrategias en BIM				X		
Uso de BIM a nivel corporativo				X		
Implementación estratégica en BIM				X		
Facility Management BIM			D		X	

Tabla 5.9 Roles BIM y Conocimientos Técnicos BIM

Conocimientos Técnico BIM	Roles					
	Modelador BIM	Coordinador BIM	Gerente Proyectos BIM (BIM Manager)	Director BIM	Gestor Operaciones BIM	Revisor BIM
No requiere						
Visualización 3D	X	X	X	X	X	X
Modelamiento en 3D	X	X	X	D		
Generación de planos	X	X	X			
Análisis de interferencias	D	X	X			
Interoperabilidad		X	X			
Optimización		D	X			
Coordinación		X	X			
Programación básica			X			
Programación avanzada			X			

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Tabla 5.10 Roles BIM y Conocimientos de Gestión

Conocimientos de Gestión	Roles					
	Modelador BIM	Coordinador BIM	Gerente Proyectos BIM (BIM Manager)	Director BIM	Gestor Operaciones BIM	Revisor BIM
No requiere	X					X
Gestión de proyectos		X	X	X		
Liderazgo de equipos		D	X	X		
Planificación de proyectos		X	X	X	X	
Coordinación de proyectos		X	X	X	X	
Gestión estratégica			D	X		

Tabla 5.11 Roles BIM y Experiencia Profesional Sugerida

Experiencia Profesional	Roles					
	Modelador BIM	Coordinador BIM	Gerente Proyectos BIM (BIM Manager)	Director BIM	Gestor Operaciones BIM	Revisor BIM
No requiere						
Experiencia en uso de BIM hasta 2 años	D	X				
Experiencia en uso de BIM hasta 3 años		D	X			
Experiencia en uso de BIM hasta 5 años			D			
Experiencia en uso de BIM superior a 5 años				X		
Experiencia en procesos constructivos y desarrollo de proyectos hasta 2 años	D	X				X
Experiencia en procesos constructivos y desarrollo de proyectos hasta 3 años		D	X			
Experiencia en procesos constructivos y desarrollo de proyectos hasta 5 años			D			
Experiencia en procesos constructivos y desarrollo de proyectos superior a 5 años				X		
Experiencia en operación de proyectos constructivos mínima 2 años					X	

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Tabla 5.12 Roles BIM y Formación Profesional Sugerida

Formación Profesional	Roles					
	Modelador BIM	Coordinador BIM	Gerente Proyectos BIM (BIM Manager)	Director BIM	Gestor Operaciones BIM	Revisor BIM
No requiere						
Carrera técnica: Dibujante o Constructor	X	X				X
Técnico / Profesional: Arquitecto, Constructor o Ingeniero	D	D			X	D
Profesional: Arquitecto, Constructor o Ingeniero			X	X		
Profesional con diplomado de especialización BIM			D	D		
Profesional con post grado de especialización BIM			D	D		
Profesional con Diploma negocios o MBA				D		

De esta forma, se determinan explícitamente para cada rol definido el perfil profesional requerido y los conocimientos, experiencias y habilidades con que cada uno de ellos debe contar para ejercer de forma íntegra sus tareas en un proyecto BIM.

Por ejemplo, si se requiere contar con un profesional para ejecutar el rol de **Coordinador BIM**, se exigirá el siguiente perfil.

- i. Conocimientos Conceptuales BIM a nivel básico y de trabajo colaborativo en ambientes BIM. Deseable conocimientos de planificación de proyectos BIM.
- ii. Conocimientos Técnicos de herramientas BIM en: visualización, dibujo, modelamiento y generación de planos, análisis de interferencias, interoperabilidad y coordinación. Deseable conocimientos de optimización de proyectos.
- iii. Conocimientos de Gestión: planificación, coordinación y gestión de proyectos. Deseable conocimientos de liderazgo de equipos de trabajo.
- iv. Experiencia Profesional: experiencia en uso de BIM de mínimo 2 años, experiencia en procesos constructivos y desarrollo de proyectos de mínimo 2 años.
- v. Formación Profesional: dibujante técnico o constructor. Deseable constructor civil, arquitecto o ingeniero.

Con esta herramienta de explicitación de perfiles se logra estandarizar los roles profesionales requeridos de forma de generar las condiciones habilitantes desde la perspectiva de las necesidades de capital humano para diseñar, ejecutar y operar un proyecto BIM de forma eficiente y efectiva. Al mismo tiempo, se genera un lenguaje común que permita a los profesionales del sector de la construcción coordinarse y entenderse explícitamente en torno a las necesidades de capital humano en BIM.

5.3 Brechas de formación de Capital Humano BIM.

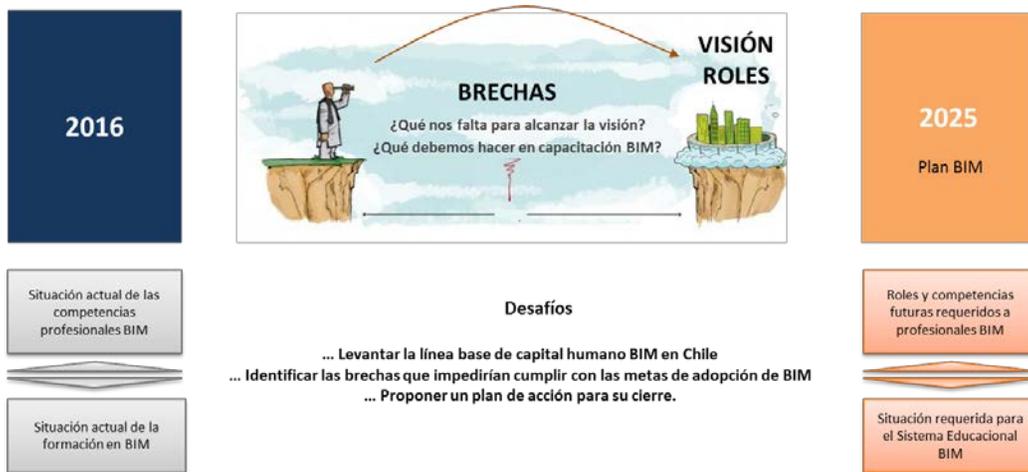
5.3.1 Identificación de brechas.

Las brechas son todas aquellas variables del entorno que podrían afectar la adopción de BIM como modelo de gestión de proyectos constructivos. Al identificar las posibles razones que podrían dificultar el cumplimiento de las metas definidas, nos encontramos con brechas de distintas dimensiones que afectan de manera directa e indirecta la conformación de capital humano BIM, foco de este estudio. Por lo anterior, bajo una visión integral del problema, no es posible sólo considerar las brechas de oferta y demanda por capacitación BIM de forma aislada, ya que de no cerrar las brechas de carácter más global podrían poner en riesgo la conformación del capital humano requerido para el cumplimiento de las metas de los años 2020 y 2025.

Las brechas de capital humano requerido para cumplir el Plan BIM nacen del análisis del diagnóstico de la situación actual realizado en el Capítulo 3 de este informe, cuyas fuentes de información fueron 73 entrevistas con cobertura nacional a expertos y profesionales que participan en la cadena de valor de proyectos constructivos; un catastro de la oferta de capacitación BIM de las Universidades, Centros de Formación Técnica e Institutos Profesionales además de empresas de distribución de software para uso BIM que ofrecen capacitación; dos investigaciones de mercado ad-hoc realizadas a través de una plataforma WEB con un cuestionario estructurado a 412 empresas y 914 profesionales del ámbito de la construcción; y un benchmarking de experiencias de capacitación BIM en más de 10 países.

El siguiente esquema muestra el modelo conceptual bajo el cual se identificaron las brechas:

Figura 5.3 Identificación de Brechas, Modelo Conceptual



En un trabajo analítico del equipo de PMG que participó en el proyecto, se logró identificar treinta y ocho brechas, de distinta naturaleza, que podrían afectar el objetivo de contar con el capital humano requerido para que los proyectos públicos de construcción se diseñen, construyan y operen bajo BIM el año 2020 y los

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

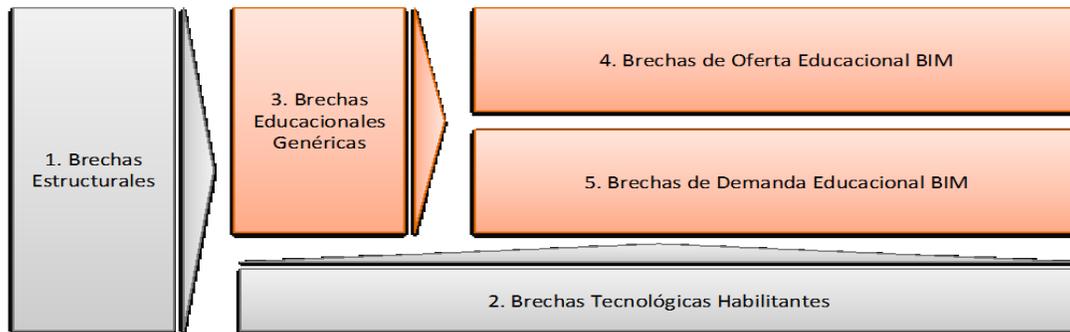
privados el año 2025. Dada la distinta naturaleza de las brechas identificadas, se diseñó un modelo de análisis de brechas que permitiera clasificarlas y entender las interrelaciones existentes entre ellas.

El modelo consideró la existencia de cinco familias de brechas que afectan la conformación de capital humano BIM, que son las siguientes:

- a. **Brechas Estructurales (BE):** corresponden a las brechas culturales, de políticas públicas, estándares, institucionales y contractuales que afectan a la industria de la construcción en general y por lo tanto a la implementación de BIM.
- b. **Brechas Tecnológicas Habilitantes (BTH):** son aquellas brechas que tienen que ver con la disponibilidad de la infraestructura tecnológica (redes, hardware y software) requerida por BIM.
- c. **Brechas Educativas Genéricas (BEG):** son las brechas de carácter educacional de ámbito general que provienen del actual sistema formativo y que afectan las brechas de conformación de capital humano BIM.
- d. **Brechas de Oferta Educativa BIM (BOE):** corresponden propiamente tal a la disponibilidad de los programas de formación adecuados, tanto en calidad como en cantidad, requeridos para cumplir con las necesidades de formación de capital humano BIM.
- e. **Brechas de Demanda Educativa BIM (BDE):** son aquellas brechas que impiden o dificultan que las personas adecuadas se interesen en adquirir las competencias BIM requeridas para el cumplimiento de las metas trazadas.

El siguiente modelo permite entender la influencia de las familias de brechas genéricas sobre las brechas educacionales, foco del presente estudio:

Figura 5.4 Modelo de Brechas BIM



Las 38 brechas identificadas preliminarmente fueron clasificadas de la siguiente forma:

- a. Brechas Estructurales: 10 brechas.
- b. Brechas Tecnológicas Habilitantes: 4 brechas.
- c. Brechas Educativas Genéricas: 8 brechas.
- d. Brechas de Oferta Educativa: 9 brechas.
- e. Brechas de Demanda Educativa: 7 brechas.

Las brechas identificadas fueron las siguientes:

Tabla 5.13 Brechas Estructurales

BRECHA		NOMBRE	JUSTIFICACIÓN
BE	1	Falta de una estrategia país del sector Construcción instalada que potencie la productividad del sector.	La brecha se define como la falta de una estrategia país. Es decir, se trata de una brecha binaria, ya que al momento de existir una estrategia definida, la brecha se resuelve. Actualmente, el Programa Estratégico Nacional Construye 2025, que define la hoja de ruta para el desarrollo del sector, está en sus primeros meses de instalación.
BE	2	Falta de instalación de una estrategia/política BIM.	La brecha se define como la ausencia de un plan asociado a la implementación de BIM. Es decir, se trata de una brecha binaria, ya que al momento de existir un plan de implementación definido, la brecha se resuelve. Actualmente, la estrategia de difusión definida en PEN Construye 2025 se encuentra en etapa de implementación.
BE	3	Cultura nacional de “baja planificación”.	La brecha se plantea como la carencia de una cultura de planificación de proyectos. No existe parámetros disponibles y objetivos para determinar la línea base de la brecha o algún indicador de medición y monitoreo; y el medirlos no fue objeto de éste estudio. No obstante, se podrían utilizar indicadores indirectos para el seguimiento de la brecha. Dentro de los indicadores indirectos, se pueden considerar: tiempo destinado a la definición de proyectos. Tasa de éxito en el desarrollo de proyectos, y la disminución en la tasa de controversias suscitadas durante el desarrollo de los proyectos. Bajos niveles de coordinación en desarrollo de proyectos de construcción.
BE	4	Cultura de desarrollo fraccionado de procesos constructivos con bajo nivel de trabajo colaborativo.	La brecha plantea el bajo trabajo colaborativo durante el proceso de diseño y construcción de una obra. No hay indicadores disponibles para determinar una medición objetiva que permita medir la línea base de la brecha u no fue objeto de este estudio determinarlos, sin embargo, podría plantearse como indicador de medición la percepción de trabajo colaborativo entre los agentes que participan en el proceso de diseño, construcción y operación de una edificación. La usanza de planificación de proyectos de construcción es secuencial, con reducidos espacios de trabajo colaborativo.
BE	5	Déficit de colaboración y coordinación Público-Privado-Academia.	La brecha se plantea como la necesidad de que existan más instancias de colaboración y coordinación entre actores públicos, privados y académicos. No existe un indicador de medición directa que permita establecer la línea base, sin embargo, es posible establecer indicadores de medición indirecta que pueden aportar a la medición de la brecha. Entre estos indicadores es posible mencionar: el número de alianzas públicas y privadas, o el volumen de inversión conjunto asociada al sector construcción. Actualmente, la iniciativa BIM Fórum realiza esfuerzos de integración, pero sus resultados aún son incipientes. No hay una institucionalidad constituida que potencie de forma robusta la colaboración Pública-Privada con la academia.
BE	6	Marcos contractuales y normativos no aptos para trabajo colaborativo BIM (público y privado).	Los expertos del sector, han definido que una brecha del actual proceso de desarrollo de proyectos es la carencia de marcos contractuales y normativos adecuados. La verificación de esta brecha queda fuera del alcance de este proyecto, por lo que se sugiere realizar un levantamiento de la situación actual de contratos, que permita establecer las mejoras necesarias para un adecuado proceso de implementación de herramientas colaborativas. Se requiere adaptar el marco contractual que permita gestión y defina responsabilidades bajo un concepto de trabajo colaborativo.
BE	7	Falta de una institucionalidad permanente para gestionar la promoción BIM.	La brecha plantea la inexistencia de una institucionalidad central que lidere la implementación de estrategias en el sector construcción. Es decir, se trata de una brecha binaria, ya que al momento de existir un plan de existir la institucionalidad, la brecha se resuelve. A la fecha no existe una organización Público-Privada cuyo rol sea potenciar el uso de BIM y cuente con herramientas efectivas para tal propósito.
BE	8	No existe una estandarización de Roles BIM.	Los expertos del sector, han definido que una brecha del actual proceso de desarrollo de proyectos con modelos BIM, es la carencia un estándar de roles BIM, que facilite los procesos de contratación de profesionales. La brecha se plantea como la carencia de la estandarización de roles BIM, es decir, se trata de una brecha binaria, lo que implica que al momento de existir la definición de roles, la brecha se

			resuelve. Roles estandarizados BIM permitirían identificar necesidades de formación, a la vez generar un lenguaje común de entendimiento entre los agentes del sector.
BE	9	Falta de estandarización de procesos, manuales y guías BIM.	Los expertos del sector, han definido que una brecha del actual proceso de desarrollo de proyectos con modelos BIM, es la carencia de definiciones que permitan estandarizar el uso. La brecha se plantea como la carencia de estándares para la implementación de BIM, es decir, se trata de una brecha binaria, lo que implica que al momento de existir el estándar nacional, la brecha se resuelve. Actualmente, hay instancias incipientes por parte de BIM Fórum con el objetivo de generar manuales y guías.
BE	10	Inexistencia de bases técnicas estandarizadas para la licitación de proyectos públicos.	Los expertos del sector, han definido que una brecha del actual proceso de desarrollo de proyectos con modelos BIM, es la carencia de bases técnicas de licitación estandarizadas y que permitan obtener el máximo beneficio del uso de BIM. La brecha se plantea como la carencia de los términos de referencia para el uso de BIM, es decir, se trata de una brecha binaria, lo que implica que al momento de existir el estándar de bases técnicas de licitación, la brecha se resuelve. Los proyectos públicos realizados bajo BIM hasta la fecha han sido licitados con términos de referencia particulares, dada la inexistencia de un patrón común.

Tabla 5.14 Brechas Tecnológicas Habilitantes

BRECHA	NOMBRE	JUSTIFICACIÓN
BTH 1	Acceso a redes y equipos de alta capacidad.	El uso de BIM en sus diferentes etapas de adopción requiere de importante recursos TI, tanto a nivel de capacidades de los equipos como de las redes de transferencia de datos. Las entrevistas declaran que esto es una limitante actual para su implementación. De esta forma la brecha se plantea como la necesidad de contar con un número mayor de equipos de alta capacidad. La cuantificación de la brecha escapa de los alcances del proyecto, por lo que se plantea la necesidad de realizar un levantamiento de capacidades tecnológicas inicialmente en el sector público que iniciará los procesos de implementación del Plan BIM.
BTH 2	Costo de acceso a herramientas tecnológicas (software).	El valor de las licencias de uso de software es una limitante por su valor. El valor de las licencias se plantea como un obstáculo a la masificación de BIM, por lo tanto la brecha se plantea como un obstáculo. La cuantificación de la brecha escapa a los alcances y objetivos del proyecto desarrollado.
BTH 3	Déficit de librerías de componentes BIM.	Los expertos del sector, han definido que una brecha del actual proceso de desarrollo de proyectos con modelos BIM, es la carencia de bibliotecas de productos estandarizados y necesarios para el uso de BIM. La brecha se plantea como la carencia de las bibliotecas de productos para el uso de BIM, es decir, se trata de una brecha binaria, lo que implica que al momento de existir las bibliotecas, la brecha se resuelve. No existen librerías amplias disponibles. Está en proceso de implementación el proyecto Librería Nacional BIM a través de Corfo.
BTH 4	Tecnologías cautivas por pocos proveedores de software.	Los expertos del sector, han definido que una brecha del actual proceso de implementación de plan BIM es la alta concentración de uso de las plataformas de Revit. La brecha se plantea como un obstáculo potencial al proceso de implementación del plan BIM. Por ello, se plantea la necesidad de mantener independencia de proveedores que puedan dificultar los procesos de implementación y por ello una forma de evaluar la brecha es por la concentración de proveedores. No obstante lo anteriormente plantado. La cuantificación y seguimiento de la brecha escapa a los alcances del proyecto. El 85% de los profesionales declaran usar Revit.

Tabla 5.15 Brechas Educativas Genéricas

BRECHA		NOMBRE	JUSTIFICACIÓN
BEG	1	Brecha etárea de conocimiento tecnológico.	El desarrollo tecnológico y aplicación de software se asocia con frecuencia a generaciones jóvenes, esta es la visión de profesionales del sector, los que plantean que el actual volumen de profesional del sector no cuentan con capacidades BIM y que además, un alto porcentaje de ellos no mayores a los 50 años. De esta forma, se establece como un obstáculo o brecha a la implementación de BIM la resistencia al cambio asociada a la edad de profesionales del sector. Las generaciones sobre 50 años tienen menores capacidades de aprendizaje tecnológico.
BEG	2	Desconocimiento de BIM a nivel transversal en la cadena de valor de la construcción.	Se ha determinado que una brecha existente de cara al Plan BIM en la falta de profesionales que conozcan BIM. El conocimiento en BIM es la base necesaria para la implementación del plan, por lo tanto la falta de conocimiento de los profesionales se considera una brecha relevante. Actualmente, un 58% de los profesionales del sector de la construcción declara no conocer BIM.
BEG	3	Déficit de instrumentos de fomento a la capacitación BIM.	La existencia de instrumentos de fomento a la capacitación podría ayudar a facilitar el acceso a la formación y de esta forma reducir el nivel de desconocimiento de BIM. De esta forma contar con instrumentos de fomento a la formación resulta útil de cara a los objetivos del Plan BIM. Actualmente se ha determinado que no existen instrumentos particulares de fomento a la capacitación BIM. Se trata de una brecha de carácter binario, es decir, que al momento de existir instrumentos de fomento, se cierra la brecha.
BEG	4	Inexistencia de certificaciones estándar en BIM.	La certificación de capacidades representa el establecimiento y cumplimiento de un determinado estándar. De esta forma los profesionales del sector, han planteado la necesidad de contar con estándares de uso de BIM certificados. La necesidad de certificación da origen a la brecha existencia de estándares. La brecha es de carácter binario, ya que al existir estándares se cierra la brecha. Se ha determinado que en la actualidad, a nivel nacional no existen certificaciones oficiales que acrediten conocimientos de BIM. Sólo existen certificaciones de capacitación de uso de software entregada por sus proveedores.
BEG	5	Falta de experiencia de terreno en profesionales formados en BIM.	La integración de procesos asociados a BIM, requiere profesionales con mirada y experiencia integral capaz de realizar procesos de coordinación y dirección de proyectos, de esta forma se origina la brecha de profesionales con experiencia en práctica o de terreno en proyecto BIM. De manera inicial, se ha determinado que el 73% de los profesionales que declaran conocimiento en BIM son Arquitectos y Dibujantes que realizan trabajos de modelamiento y elaboración de planos en oficinas, con poca interacción en terreno.
BEG	6	Falta de un patrón que permita estructurar contenidos de capacitación por ROL.	Los expertos del sector, han definido que una brecha del actual proceso de desarrollo de proyectos con modelos BIM, es la carencia un estándar de roles BIM, que facilite los procesos de contratación de profesionales. La brecha se plantea como la carencia de la estandarización de roles BIM, es decir, se trata de una brecha binaria, lo que implica que al momento de existir la definición de roles, la brecha se resuelve. Roles estandarizados BIM permitirían identificar necesidades de formación, a la vez generar un lenguaje común de entendimiento entre los agentes del sector. La no existencia de roles BIM validados no permite generar programas de capacitación ad-hoc.
BEG	7	Falta de conocimiento BIM de mandantes privados y públicos.	Una brecha relevante dentro del sector en la tasa de conocimiento de BIM a nivel de mandantes, actualmente el conocimiento de mandantes no alcanza a cubrir el 100%, generando una brecha de conocimiento. Se ha determinado que en la actualidad, más de un 59% de los mandantes públicos y privados declaran no haber participado en proyectos BIM.
BEG	8	Falta de profesionales con conocimiento BIM a nivel de servicios públicos descentralizados.	El Plan BIM establece necesidades de formación a diversos actor de la industria, uno de los actores que requiere formación de sus profesionales es el sector público, que actualmente cuenta con bajas tasas de conocimiento de BIM. Al no existir procedimientos de licitación estándares que consideren BIM, los profesionales mandantes y contrapartes técnicas y administrativas de los

		organismos descentralizados del Estado no tienen programas de capacitación formal en BIM. Actualmente, los profesionales del sector público que participan en procesos de evaluación y supervisión de proyectos, son alrededor de 7.200 profesionales (según estimaciones de PMG). Se estima que al 2020, los profesionales del sector público que necesitaran estar capacitados en BIM alcanzarán los 8.300 profesionales.
--	--	--

Tabla 5.16 Brechas de Oferta Educativa

BRECHA		NOMBRE	JUSTIFICACIÓN
BOE	1	Bajo oferta de cursos de pregrado que consideren BIM a nivel profesional y técnico profesional.	Se plantea la brecha como el número de instituciones que imparten programas de formación en construcción con temáticas BIM. De esta forma se ha logrado determinar que en la actualidad, sólo el 49% de las instituciones que imparten programas de formación relacionados con construcción, cubren aspectos de BIM.
BOE	2	Baja profundidad en los contenidos BIM de pregrado, se enfocan en modelamiento.	La brecha plantea la profundidad de formación de los actuales programas de BIM, de esta forma se ha determinado que los programas actualmente consideran un número bajo de horas de formación en BIM. En particular, la medición establece que las competencias a desarrollar por los programas de pregrado en relación a los procesos BIM son la modelación, navegación y extracción de datos. Las horas promedio consideradas en la formación BIM de profesionales de pregrado son 52 hrs.
BOE	3	Falta de contenidos de formación BIM a nivel de pregrado técnico y profesional en especialidades de Construcción y Operación.	Se ha determinado la existencia de una brecha en la penetración de contenidos BIM en carreras profesionales a nivel técnico y de pregrado profesional. La brecha se ha establecido, realizando un levantamiento de la oferta. De esta forma, se ha determinado que las carreras de construcción civil y técnico en construcción tienen bajo porcentaje de enseñanza BIM, 13% en el primer caso y 0% en el segundo.
BOE	4	Baja oferta de programas de formación BIM de pregrado técnico CFT-IP en regiones.	El Plan BIM, de cobertura nacional, requiere de programas de formación a lo largo del país. El levantamiento de la oferta de programas de formación, ha permitido establecer que existe una brecha en la cobertura de los programas de pregrado y CFT a nivel nacional, ya que un bajo porcentaje de sedes universitarias y de instituciones de formación, realizan actividades de formación BIM en regiones. Actualmente, tan sólo el 2% de las sedes en la zona sur donde se imparten programa de capacitación CFT-IP vinculados a la construcción consideran cursos BIM; este número es 0% en la zona Norte.
BOE	5	Baja oferta de programas de formación BIM de pregrado Universitario en regiones.	El Plan BIM, de cobertura nacional, requiere de programas de formación a lo largo del país. El levantamiento de la oferta de programas de formación, ha permitido establecer que existe una brecha en la cobertura de los programas de pregrado y CFT a nivel nacional, ya que un bajo porcentaje de sedes universitarias y de instituciones de formación, realizan actividades de formación BIM en regiones. De las sedes que dictan carreras universitarias del ámbito de la construcción, un 10% se ubica en la zona norte y 11% en la zona sur del país.
BOE	6	Baja penetración de certificación de conocimientos BIM en programas de pregrado.	La certificación de capacidades representa el establecimiento y cumplimiento de un determinado estándar. De esta forma los profesionales del sector, han planteado la necesidad de contar con profesionales BIM certificados. La necesidad de certificación da origen a la brecha de programas de formación que certifican la formación de los profesionales. Se ha determinado que en la actualidad, las Universidades, CFT e IP que consideran en su formación BIM (49% del total), no entregan certificaciones de su formación; se considera como un curso más de su malla educacional.
BOE	7	Falta de oferta de cursos que integren trabajo colaborativo en ambientes BIM a nivel de pregrado técnico-universitario.	BIM, como metodología de trabajo, considera el trabajo integrado de especialidades, por lo que establece como necesidad la integración de programas de formación de profesionales del sector. De esta forma se ha determinado que actualmente existe una baja oferta de programas integrados, lo que representa una brecha a nivel de oferta de programas de formación. En la oferta actual, los cursos de formación a nivel de pregrado son de mono especialidad. No se identificó programas que considerarán formación inter especialidades.

BOE	8	Baja oferta programas de Diplomado BIM en a nivel regional.	El Plan BIM, de cobertura nacional, requiere de programas de formación a lo largo del país. El levantamiento de la oferta de programas de formación, ha permitido establecer que existe una brecha en la cobertura de los Diplomados de BIM, ya que este tipo de programas solo cubre 2 regiones del país. Actualmente, las Universidades e Instituciones que dictan programas de Diplomado BIM están localizadas en Santiago y V Región. No hay Diplomados presenciales en la zona norte y sur del país.
BOE	9	Baja oferta de programas de formación orientados a empresas (Oferta de cursos cerrados).	Al partir del levantamiento de la oferta de formación, se ha determinado una baja oferta de programas de formación en BIM orientados a empresas. Aspecto corroborado por expertos del sector. De esta forma se establece como indicador la existencia de programas de formación orientados a empresas y por ende la brecha es la carencia de estos programas. Respecto de la situación actual, se ha logrado determinar, que sólo las empresas proveedoras de software dictan programas cerrados para empresas, no existe oferta de este tipo a nivel Universitario o CFT-IP.

Tabla 5.17 Brechas de Demanda Educativa

BRECHA		NOMBRE	JUSTIFICACIÓN
BDE	1	Bajo nivel de profesionales capacitados en BIM.	La brecha se plantea como la necesidad de contar con profesionales capacitados en BIM. Estimaciones de PMG, han determinado que el número de profesionales que trabajan en procesos relacionados a la construcción hoy alcanza los 217 mil profesionales (sin considerar trabajadores de obra) y actualmente uno de cada 5 profesionales de la construcción ha recibido formación en BIM. Por lo que la brecha equivale a alrededor de 170 mil profesionales que requieren capacitación en BIM. De este volumen, alrededor de 7.200 profesionales corresponden a trabajadores del sector público. Se estima que al 2020, los profesionales del sector público que necesitaran estar capacitados en BIM alcanzaran los 8.300 profesionales.
BDE	2	Más del 80% de las empresas de especialidades declara no contar con profesionales BIM	Se ha determinado que una brecha de profesionales, es la carencia de profesionales capacitados con que cuentan las empresas de especialidades del sector construcción. La brecha se plantea como la tasa de penetración de profesionales BIM en este tipo de empresas. De esta forma, el 86% de las empresas eléctricas, 79% de las sanitarias y un 82% de otras especialidades no cuentan con profesionales capacitados BIM. Estimaciones de PMG, ha establecido que el número de profesionales que actualmente trabajan en empresas de especialidades, alcanza los 43.600 y se espera que al 2020, alcance los 49.800 aproximadamente, por lo que se determina que la brecha es relevante desde el punto de vista de profesionales capacitados requeridos.
BDE	3	Déficit de profesionales capacitados BIM en regiones.	La brecha plantea que en regiones existe un menor número de profesionales capacitados en BIM, con respecto a la región central del país. En particular se ha determinado que el 79% de las empresas de la zona norte y el 87% de la zona sur declara no contar con profesionales con conocimientos de BIM.
BDE	4	Baja demanda de programas de formación BIM dado desconocimiento del tema por parte de las empresas.	La brecha plantea que actualmente existe baja demanda de programas de formación por desconocimiento y baja internalización de beneficios de BIM. Es posible medir la brecha a partir de las empresas que declaran carencias de conocimientos en BIM, de esta forma, se ha logrado establecer que un 42% de las empresas declara su falta de conocimiento en BIM.
BDE	5	Déficit de fuentes de financiamiento que fomenten la capacitación en BIM.	La brecha presenta la carencia de fuentes de financiamiento para que profesionales del sector puedan formarse en BIM. La brecha se plantea como una brecha binaria que plantea que no existen financiamientos específicos para que un profesional pueda formarse en BIM, es decir, al momento de existir programas de financiamiento la brecha se elimina. Adicionalmente, se ha determinado que actualmente, dos de cada tres personas capacitadas (62%) se auto financió su programa de capacitación.
BDE	6	Bajo nivel de profesionales capacitados en Universidades y CFT-IP.	La brecha se basa en la determinación de profesionales del sector que han sido capacitados en Universidades y CFT. El indicador se basa en profesionales capacitados en este tipo de instrucciones y ha sido medido a través de

			investigaciones de mercado. De esta forma se ha determinado que prácticamente la mitad (44%) de los profesionales que declaran haber recibido capacitación en BIM se ha auto capacitado o capacitado con un proveedor de software.
BDE	7	Difusa percepción de beneficios salariales afecta la demanda por capacitación BIM.	La brecha plantea que existe a nivel de profesionales, una baja percepción de mejora en las condiciones laborales al capacitarse en BIM, particularmente se refiere la baja percepción de aumento de beneficios salariales. Es decir, la brecha se plantea como un indicador de percepción que puede ser medido a través de investigaciones de mercado. La medición base, determina que un 46% de los profesionales declara que no ha tenido aumento de sus ingresos luego de capacitarse en BIM.

5.3.2 Validación de Brechas.

Con el fin de validar las brechas identificadas y priorizarlas de acuerdo al nivel de impacto que dichas brechas tendrían en el cumplimiento de los objetivos del Plan BIM en lo referente a formación de capital humano, se realizó un taller de validación de brechas con expertos BIM del mundo académico, público y privado¹⁸. En dicho taller se les pidió a cada una de las cuatro mesas de expertos que validaran las brechas propuestas en el punto 4.2.1 anterior, así como que incorporaran nuevas brechas si lo consideraban necesario. La evaluación de las brechas se realizó de acuerdo a la siguiente escala:

Tabla 5.18 Criterios de Validación y Estimación de Impacto de Brechas

Nota	Criterio de Evaluación
1	La existencia de la brecha no afecta a los objetivos del plan.
2	La existencia de la brecha afecta indirectamente en forma leve a los objetivos del plan.
3	La existencia de la brecha afecta indirectamente en forma relevante a los objetivos del programa.
4	La existencia de la brecha afecta directamente y en forma leve a los objetivos del plan.
5	La existencia de la brecha afecta directamente y en forma alta a los objetivos del plan.

El 100% de las brechas presentadas fueron validadas y evaluadas desde el punto de vista del impacto sobre los objetivos, por dicho grupo de expertos. En relación al requerimiento de incorporar nuevas brechas no consideradas, el equipo de expertos propuso sólo una nueva brecha adicional, que es la siguiente: “Falta de un ecosistema BIM” (brecha BE11), que se entiende como la falta de un sistema de instituciones, protocolos, normas y regulaciones sobre el que se desarrolla BIM; la cual fue incluida en la familia de Brechas Estructurales.

¹⁸ Ver en Anexos: Taller de Validación de Roles y Brechas.

Los resultados de la evaluación de impacto se muestran en el cuadro siguiente:

Tabla 5.19 Evaluación de Impacto por familia de Brechas

Familia Brechas	Directo Relevante	Directo Leve	Indirecto Relevante	Indirecto Leve	Sin Impacto	Total
Brechas Estructurales	4	5	2	0	0	11
Brechas Tecnológicas Habilitantes	1	2	0	1	0	4
Brechas Educativas Genéricas	4	3	1	0	0	8
Brechas Oferta Educativa	5	4	0	0	0	9
Brechas de Demanda Educativa	1	4	2	0	0	7
Sub-Total	15	18	5	1	0	39

El 85% de las brechas identificadas (33 sobre 39) se consideró que afectan directamente los objetivos del plan¹⁹; con un 38% de ellas que tienen un efecto relevante en la consecución de los objetivos trazados. Tan sólo 5 de 39 brechas se evaluó que tienen un impacto indirecto relevante, y sólo una de ellas un efecto indirecto leve. Ninguna de las brechas identificadas se consideró que no tienen impacto en el cumplimiento de los objetivos del plan.

De acuerdo al cuadro 5.20 siguiente, donde se considera sólo las brechas que afectan directamente los objetivos del plan, el 27% de ellas corresponde a Brechas Estructurales e igual cifra a Brechas de Oferta Educativa. La tercera familia de brechas en incidencia es la de Brechas Educativas Genéricas con un 21%, seguida por la familia de Brechas de Demanda Educativa con un 15%. Por su parte, la familia de Brechas Tecnológicas Habilitantes se consideró tiene un impacto menor sobre la consecución de los objetivos trazados, con sólo un 9%.

Tabla 5.20 Relevancia de familia de Brechas de impacto Directo

Familia Brechas	Directo Relevante + Leve
Brechas Estructurales	27%
Brechas Tecnológicas Habilitantes	9%
Brechas Educativas Genéricas	21%
Brechas Oferta Educativa	27%
Brechas de Demanda Educativa	15%
	100%

Para poder tener un contexto más detallado de las brechas de mayor impacto determinadas por la votaciones del equipo de expertos, en la tabla siguiente se consideraron sólo las brechas cuyo puntaje de impacto promedio de los grupos de evaluación fue igual o superior a 4, es decir aquellas que los expertos consideran que impactan directa e intensamente en los objetivos del programa. Del total de las 39 brechas identificadas, 25 fueron clasificadas en esta categoría, es decir un 64%, lo cual habla de la relevancia de contar con iniciativas para su cierre.

¹⁹ Los resultados de la evaluación de impacto de cada brecha pueden ser vistos en Anexos: Taller de Validación de Roles y Brechas.

Tabla 5.21 Brechas de más alto potencial de impacto

Familia	n°	Descripción Brecha
Brechas Estructurales	4	Cultura de desarrollo fraccionado de procesos constructivos con bajo nivel de trabajo colaborativo.
	11	Falta de un ecosistema BIM
	3	Cultura nacional de "baja planificación".
	5	Déficit de colaboración y coordinación Público-Privado-Academia.
	1	Falta de una estrategia país del sector Construcción instalada que potencie la productividad del sector.
	8	No existe una estandarización de Roles BIM.
	9	Falta de estandarización de procesos, manuales y guías BIM.
	10	Inexistencia de bases técnicas estandarizadas para la licitación de proyectos públicos.
Brechas Tecnológicas H.	2	Costo de acceso a herramientas tecnológicas (software).
	3	Déficit de librerías de componentes BIM.
Brechas Educativas Genéricas	2	Desconocimiento de BIM a nivel transversal en la cadena de valor de la construcción.
	4	Inexistencia de certificaciones estándar en BIM.
	7	Falta de conocimiento BIM de mandantes privados y públicos.
	8	Falta de profesionales con conocimiento BIM a nivel de servicios públicos descentralizados.
	5	Falta de experiencia de terreno en profesionales formados en BIM.
Brechas Oferta Educativa	1	Baja oferta de cursos de pregrado que consideren BIM a nivel profesional y técnico profesional.
	3	Falta de contenidos de formación BIM a nivel de pregrado técnico y profesional en especialidades de Construcción y Operación.
	4	Baja oferta de programas de formación BIM de pregrado técnico CFT-IP en regiones.
	5	Baja oferta de programas de formación BIM de pregrado Universitario en regiones.
	8	Baja oferta programas de Diplomado BIM en a nivel regional.
	2	Baja profundidad en los contenidos BIM de pregrado, se enfocan en modelamiento.
	6	Baja penetración de certificación de conocimientos BIM en programas de pregrado.
	9	Baja oferta de programas de formación orientados a empresas (Oferta de cursos cerrados).
	Brecha Demanda Educativa	7
4		Baja demanda de programas de formación BIM dado desconocimiento del tema por parte de las empresas.

De los análisis anteriores de impacto, se desprenden dos conclusiones relevantes: la primera de ellas es que las brechas identificadas presentan un alto nivel de vinculación e incidencia en el logro de los objetivos determinados y por lo tanto deben ser cerradas a través del plan de acción a diseñar; y la segunda es que el grupo de brechas validadas es bastante completo, por cuanto el grupo de 12 expertos sólo identificó una brecha adicional a las originalmente identificadas. Por lo tanto, con el objetivo de asegurar los resultados del Plan BIM, se debe verificar que las acciones e iniciativas que dicho plan contemple permitan un cierre efectivo de las brechas validadas y consensuadas.

CAPÍTULO 6



Capítulo 6. Plan de acción para el cierre de brechas.

6.1 Elementos de contexto para un plan de formación de capital humano BIM.

La incorporación de BIM en su fase de integración en los proyectos implica significativos cambios técnicos y de innovación de procesos al interior de la industria de la construcción y en consecuencia en las empresas y organizaciones que la constituyen. Estos cambios se deben a que BIM, en términos prácticos, es una metodología para generar, intercambiar y gestionar datos entre los múltiples actores de la cadena productiva durante todo el ciclo de vida de un proyecto; práctica para lo cual la evidencia levantada demuestra que las empresas chilenas del rubro hoy en día no están preparadas.

De los levantamientos de información realizados en el presente estudio, así como de las experiencias internacionales revisadas²⁰, se han identificado una serie de principios prácticos que permiten generar un marco de referencia para entender los alcances que el desafío de la formación de capital humano en BIM requiere:

- Principio 1: La educación en BIM es una responsabilidad compartida por la industria, la academia y el sector público.
- Principio 2: La educación en BIM debe considerar formar a estudiantes de pregrado (futuros profesionales y técnicos), profesionales, técnicos y sus respectivos profesores e instructores.
- Principio 3: La educación en BIM se ofrece a través de múltiples formatos: cursos de pregrado y postgrado, workshops de la industria, a través de WEB y como entrenamiento en las empresas.
- Principio 4: La educación requerida para trabajar en BIM de forma colaborativa, debe ser entregada de forma colaborativa.
- Principio 5: La creación de un lenguaje común y consensuado entre la industria y la academia a través de proceso colaborativo, facilita un correcto ajuste entre las necesidades de formación en BIM y los programas ofrecidos.
- Principio 6: La creación de un “BIM Learning Hub” es decir un espacio donde se compartan los programas, contenidos, roles, estándares, protocolos, bibliotecas y otras herramientas BIM es una elemento clave para expandir el conocimiento.
- Principio 7: La creación de una organización encargada de la educación BIM, bien estructurada y fundada, es esencial para el desarrollo y expansión de la formación BIM a través de la industria de la construcción.

Para que el plan de acción de cierre de brechas a proponer sea efectivo, se sugiere que consideren los anteriores principios prácticos.

²⁰ Principios basados en Succar, B & Sher; W 2014, “A Competency knowledge-base for BIM learning”, Australian Journal of Construction Economics and Building Conference Series, 2(2), 1-10. Ajustados por PMG.

6.2 Roles, competencias BIM requeridas y módulos de aprendizaje.

Los programas de formación BIM con los que se requiere contar deben permitir a estudiantes de pregrado, profesionales y/o técnicos que participan en el proceso de diseño, construcción y operación de proyectos constructivos adquirir los conocimientos y habilidades requeridas para poder ejecutar dichos proyectos de forma colaborativa en un entorno BIM; es decir deben permitir a los actores de esta cadena adquirir las competencias BIM necesarias de acuerdo a los Roles explicitados en el capítulo 4.

Por lo anterior, a partir de las necesidades de conocimientos técnicos, conceptuales y habilidades BIM explicitados en los roles BIM propuestos y la naturaleza de las temáticas de conocimientos y habilidades requeridas, se pueden identificar módulos de aprendizaje, de manera que la formación de capital humano BIM pueda ser construida por etapas secuenciales. En la siguiente tabla se muestran trece módulos de formación, agrupados bajo los conceptos de Conocimientos Conceptuales BIM (CCB) y Conocimientos Técnicos BIM (CTB), que fueron los consensuados por los expertos como requeridos para ejercer cada rol BIM propuesto.

Tabla 6.1 Módulos de Formación BIM de acuerdo a Conocimientos/Habilidades BIM

	Conocimientos / Habilidades	Módulos de Formación
Conocimientos Conceptuales BIM	Conocimiento conceptual básico BIM	Módulo CCB 1: Conceptos BIM
	Realización de trabajo colaborativo en BIM	Módulo CCB 2: Ejecución de Proyectos BIM
	Planificación de proyectos en BIM	
	Liderazgo de proyectos en BIM	
	Gestión integral de proyectos en BIM	Módulo CCB 3: Gestión de Proyectos BIM
	Desarrollo de estrategias en BIM	Módulo CCB 4: Diseño Estrategias BIM
	Uso de BIM a nivel corporativo	
	Implementación estratégica en BIM	Módulo CCB 5: Implementación Estratégica BIM
	Facility Management BIM	Módulo CCB 6: Gestión de Operaciones y Mantenimiento BIM
Conocimientos Técnicos BIM	Visualización 3D	Módulo CTB 1: Visualización BIM
	Modelamiento en 3D	Módulo CTB2 : Modelamiento BIM
	Extracción de información	Módulo CTB3 : Generación y extracción de Información
	Generación de tablas	
	Generación de Planos	
	Coordinación	Módulo CTB4: Modelamiento Avanzado
	Análisis de interferencias	
	Interoperabilidad	Módulo CTB 5: Interoperatividad
	Optimización	Módulo CTB 6: Optimización BIM
	Programación básica	Módulo CTB 7: Implementación Sistemas BIM
	Programación avanzada	Módulo CTB 8: Implementación Avanzada Sistemas BIM

Una vez definidos los módulos de formación BIM; se pueden asociar éstos a las necesidades de formación en BIM que requiere cada uno de los roles propuestos. En la siguiente tabla, se pueden observar los módulos que debe cursar cada uno de los roles BIM para adquirir las competencias BIM requeridas de forma de ejercer correctamente sus funciones en el proceso de diseño, construcción y operación de una obra.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Tabla 6.2. Módulos de Formación BIM de acuerdo a Roles BIM

	Modelador BIM/Arquitectura	Modelador BIM/Estructuras	Modelador BIM/Especialidades	Coordinador BIM	Gerente Proyectos BIM (Bim Manager)	Director BIM	Gestor Operaciones BIM	Revisor BIM
Conocimientos Técnicos BIM	CTB 1							
	CTB 2/Arquitectura	CTB 2/Estructuras	CTB 2/Especialidades	CTB 2 General				
				CTB 3				
				CTB 4				
				CTB 5				
					CTB 6			
					CTB 7			
					CTB 8			
Conocimientos Conceptuales BIM	CCB 1							
				CCB 2				
					CCB 3			
					CCB 4			
						CCB 5		
							CCB 6	

- Nivel CTB 1: Visualización BIM
- Nivel CTB2 : Modelamiento BIM
- Nivel CTB3 : Generación y extracción de informes
- Nivel CTB4: Modelamiento Avanzado
- Nivel CTB 5: Interoperatividad
- Nivel CTB 6: Optimización BIM
- Nivel CTB 7: Implementación Sistemas BIM
- Nivel CTB 8: Implementación Avanzada Sistemas BIM
- Nivel CCB 1: Conceptos BIM
- Nivel CCB 2: Ejecución de Proyectos BIM
- Nivel CCB 3: Gestión de Proyectos BIM
- Nivel CCB 4: Diseño Estrategias BIM
- Nivel CCB 5: Implementación Estratégica BIM
- Nivel CCB 6: Gestión de Operaciones y Mantenimiento BIM

El definir una estructura de formación basada en módulos, permite a los profesionales y/o técnicos avanzar en su formación en BIM de forma paulatina y adquirir competencias en la medida que gana experiencia práctica ejecutando proyectos en entornos BIM. Por ejemplo, un coordinador BIM puede aumentar sus competencias capacitándose en los módulos superiores que no ha cursado, para posteriormente asumir el rol de gerente de proyectos BIM. Por el lado de la oferta de capacitación, la modularización de la formación permite a las diferentes instituciones de pregrado incluir en sus programas de formación los módulos requeridos de acuerdo al nivel técnico o profesional de la formación que cada programa ofrece. Por parte de las instituciones de capacitación de proveedores de software, se pueden ofrecer programas de corta duración constituidos sólo por los módulos requeridos para ejercer un determinado rol.

Respecto a las universidades que ofrecen diplomados, éstas pueden orientar sus programas a la formación de roles determinados, por ejemplo Diplomado Gerencia de Proyectos BIM.

Sin duda, el hecho de contar con roles y módulos de formación ad-hoc para cada uno de ellos, permiten construir un lenguaje común o un patrón de entendimiento compartido para apoyar la conformación de un ecosistema BIM. En este sentido, se visualiza una importante tarea por parte del Estado en la difusión y estandarización tanto de los roles BIM propuestos (una vez validados por los organismos competentes) como de los módulos de formación que cada uno de estos roles requiere, los cuales deben ser consensuados

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

con el sector privado y la academia. Un camino para lograr construir este patrón, es crear un sistema de “Certificación de Roles BIM” para profesionales y técnicos y exigir que los profesionales y/o técnicos que participen en los proyectos públicos de construcción se encuentren debidamente certificados.

De esta forma se puede construir un círculo virtuoso, como muestra el siguiente cuadro:

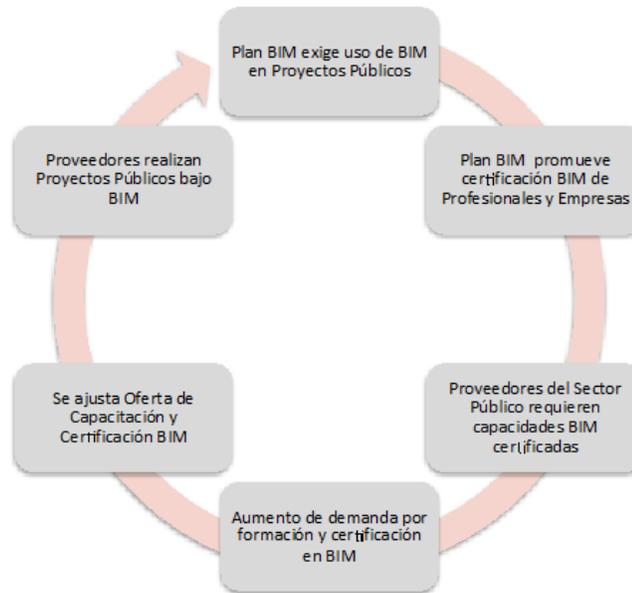


Figura 6.1 Círculo Virtuoso Plan BIM

Una práctica identificada en la experiencia de Inglaterra, es que los organismos que certifican a profesionales son empresas privadas como Lloyd's Register con su oferta “BIM Accreditation” y organismos público-privados como el BRE (Building Research Establishment) que ha desarrollado certificaciones individuales asociadas a la implementación de la Fase 2 del proceso Británico, poniendo a disposición tres niveles de “BIM Level 2 Certificated Professional”. Los tres niveles de certificación profesional de BIM para la Fase 2 son: “BIM Level 2, Project Delivery Manager”, “BIM Level 2, Project Information Manager” y “BIM Level 2, Task Information Manager” las cuales están basadas en la aplicación del estándar “PAS 1192-2:2013” ²¹.

Por lo anterior, una tarea relevante del Estado en colaboración con el mundo privado y la academia, es definir los estándares bajo los cuales se certificarán los roles BIM y sus respectivos programas de formación, dejando la tarea de certificación propiamente tal a organismos especialistas con capacidades específicas para tal efecto y/o entidades público-privadas especialistas en el rubro como Idiem o Dictuc por nombrar alguna de ellas.

²¹ Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling”, ver: <http://shop.bsigroup.com/navigate-by/pas/pas-1192-22013/>.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

6.3 Diagnóstico de capacidades existentes y faltantes en el mercado.

Para entender de forma explícita las capacidades existentes y faltantes en el mercado, debemos contrastar las necesidades de formación expresada en los módulos de formación de conocimientos conceptuales y conocimientos técnicos BIM para cada uno de los roles BIM propuestos, con la actual oferta de formación en BIM.

En la siguiente tabla se puede observar un análisis de la actual oferta de los módulos de formación técnica requeridos por los distintos roles BIM propuestos, dictados tanto por las universidades, los FCT-IP y los proveedores de software que ofrecen capacitación tanto en pre como el post grado. Se ha simbolizado la intensidad de las capacidades de la oferta disponible de acuerdo a la siguiente escala:

- a. Espacios en blanco : No hay oferta disponible
- b. Un asterisco (*) : Insuficiente oferta disponible
- c. Dos asteriscos (**) : Mediana oferta disponible
- d. Tres asteriscos (***) : Suficiente oferta disponible

La evaluación cualitativa se realizó analizando la información levantada en el Capítulo 4: “Elementos centrales de la línea base de la oferta de capacitación BIM en Chile” del presente estudio.

Tabla 6.3. Módulos de Formación Técnica BIM y capacidades disponibles

Conocimientos / Habilidades	Módulos de Formación	Pregrado/Cursos de formación			Post grado			
		Universidades	CFT-IP	Provee. Software	Universidades	CFT-IP	Provee. Software	
Conocimientos Técnicos BIM	Visualización 3D	Módulo CTB 1: Visualización BIM	**	*	**	**	*	**
	Dibujo en 3D	Módulo CTB2 : Modelamiento BIM	**	*	***	**	*	**
	Modelamiento en 3D							
	Generación de planos							
	Análisis de interferencias	Módulo CTB3: Modelamiento Avanzado	*		**	*		**
	Interoperabilidad	Módulo CTB 4: Interoperatividad			**	*		**
	Optimización	Módulo CTB 5: Optimización BIM			**			**
	Coordinación							
	Programación básica	Módulo CTB 6: Implementación Sistemas BIM			*			*
	Programación avanzada	Módulo CTB 7: Implementación Avanzada Sistemas BIM						

Del análisis de la anterior tabla se puede visualizar que las mayores capacidades de formación técnica en BIM están en los proveedores de software, donde su oferta de capacitación de esta categoría es amplia y variada, la que va desde cursos de modelamiento de 10 horas a cursos de nivel avanzado de 50 horas, fundamentalmente dedicados al uso de los distintos tipos de software BIM. Por otra parte, se puede observar que la oferta de capacitación en temáticas de implementación técnica de sistemas BIM es muy escasa.

En relación a las universidades, a nivel de pregrado se identifica una mediana oferta disponible de enseñanza de modelamiento y visualización BIM, siendo las capacidades de enseñanza técnicas superiores, tales como implementación de sistemas BIM, prácticamente inexistente.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

A nivel de postgrado, si bien la oferta de capacitación disponible en número de programas es menor que en pregrado, a nivel de cobertura de las temáticas es muy similar, pero con la diferencia que la formación es más profunda tanto en aspectos teóricos como prácticos.

Un tema importante a relevar, son las bajas capacidades de formación de los CFT-IP en prácticamente todos los módulos de formación técnica BIM, lo cual redundaría en que los egresados de carreras de carácter técnico - especialmente los de especialidades como electricidad- no cuenten con formación formal BIM.

En relación a las capacidades de formación conceptual y de gestión requeridas para desarrollar proyectos bajo un entorno BIM, la siguiente tabla muestra las capacidades actuales de la oferta de capacitación.

Tabla 6.4. Módulos de Formación en Conocimiento Conceptuales BIM y capacidades disponibles

	Conocimientos / Habilidades	Módulos de Formación	Pregrado / Cursos de formación			Post grado / Diplomados		
			Universidades	CFT-IP	Provee. Software	Universidades	CFT-IP	Provee. Software
Conocimientos Conceptuales BIM	Conocimiento conceptual básico BIM	Módulo CCB 1: Conceptos BIM	***	*	*	***		*
	Realización de trabajo colaborativo en BIM	Módulo CCB 2: Ejecución de Proyectos BIM	*		*	**	*	*
	Planificación de proyectos en BIM							
	Liderazgo de proyectos en BIM	Módulo CCB 3: Gestión de Proyectos BIM			*	*		*
	Gestión integral de proyectos en BIM							
	Desarrollo de estrategias en BIM	Módulo CCB 4: Diseño Estrategias BIM			*	*		*
	Uso de BIM a nivel corporativo							
	Implementación estratégica en BIM	Módulo CCB 5: Implementación Estratégica BIM						*
	Facility Management BIM	Módulo CCB 6: Gestión de Operaciones y Mantenimiento BIM			*			*

De la tabla anterior, se puede deducir que en materia de formación conceptual y de gestión requerida para implantar BIM en un proyecto u organización, existe un vacío importante de capacidades de formación. El desarrollo de habilidades de liderazgo, gestión de proyectos, desarrollo de estrategias de implementación y de gestión del cambio necesario para habilitar a una organización para adoptar BIM, sin duda, es una capacidad faltante por desarrollar. Estas temáticas presentan bajas capacidades disponibles, debido fundamentalmente a que son habilidades más “blandas” y menos técnicas, y por lo tanto se alejan de las capacidades tradicionales de formación de las carreras del ámbito de la construcción.

Dados los actuales niveles de adopción de BIM en el país, es posible que los conocimientos conceptuales y las habilidades de gestión no hayan sido muy relevantes en esta fase; pero sin duda lo serán si el país transita hacia niveles superiores de adopción. En este sentido, el reforzar la oferta de formación de estas capacidades es clave para que las empresas u organizaciones puedan gestionar proyectos de forma exitosa bajo entornos BIM. Para satisfacer esta capacidad faltante, es clave el rol que jueguen las universidades tanto en sus programas de pregrado como de postgrado asociados a BIM, donde se deben incluir la formación de prácticas de gestión que apoyen la formación de profesionales que serán quienes liderarán los proyectos y organizaciones que en el futuro adoptarán BIM.

6.4 Propuesta general del plan de cierre de brechas de formación Roles BIM.

Las brechas identificadas en el capítulo anterior dan cuenta de los elementos que podrían dificultar el logro de los objetivos de contar con el capital humano requerido para cumplir con las metas de ejecutar proyectos públicos bajo un entorno BIM para el 2020 e integrar los proyectos privados para el año 2025.

La estrategia “Descendente” (Top - Down) adoptada por el Gobierno de Chile implica que el rol protagónico en el proceso de impulsar la adopción BIM lo asume el Estado, fundamentalmente a través de dos pilares estratégicos; el primero de ellos es ser el motor de la adopción BIM actuando como mandante de proyectos constructivos exigiendo el uso de BIM en las obras públicas; y el segundo es ayuda a generar las condiciones habilitantes, tanto en el propio sector público como en el privado, para que toda la cadena pueda ejecutar los proyectos en un entorno BIM. Casos de estrategias descendentes de adopción BIM, cuando la autoridad pública ejerce una presión ordenando la adopción de una solución específica, es el mandato BIM Nivel 2 de Inglaterra que se encuentra en implementación el presente año.

Dado que el Plan BIM en el contexto del plan Construye 2025 diseñó una hoja de ruta para la adopción de BIM en Chile, el presente proyecto considerará que las brechas estructurales y de componentes tecnológicos son gestionadas fundamentalmente a través de proyectos complementarios que dicho plan considera, enfocando nuestros esfuerzos a la temáticas vinculadas a la conformación del capital humano.

Para diseñar las iniciativas estratégicas, las fuentes de información utilizadas fueron fundamentalmente las brechas priorizadas en el taller de expertos BIM, en segundo lugar las buenas prácticas de experiencias internacionales que presentan estrategias de adopción similares a las escogida para Chile y los principios prácticos para la educación BIM explicitados en el punto 6.1.

Del trabajo de generación de iniciativas estratégicas centradas en el primer horizonte de planificación al año 2020, se identificaron ocho iniciativas, que se clasificaron de acuerdo al tipo de brechas principalmente impactadas por cada una de ellas. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6.5 Iniciativas Estratégicas Horizonte 2020 vs Brechas Centrales Impactadas

Nº	Iniciativas Estratégicas	Brechas Impactadas
IE1	Creación de una orgánica para la formación de Capital Humano BIM	Brechas Estructurales
IE2	Plan de Difusión BIM – Estrategia y Roles	Brechas Educativas Genéricas
IE3	Programa de Certificaciones de Profesionales BIM	Brechas Educativas Genéricas
IE4	Programa de Certificación de Empresas BIM	Brechas Educativas
IE5	Plan de Ajuste de los Procesos de Gestión de Proyectos Públicos de Construcción	Brechas Estructurales
IE6	Plan de Capacitación a Mandantes Públicos y Contrapartes Técnicas de Proyectos	Brechas Oferta
IE7	Plan de Fomento a la Oferta de capacitación BIM - Regiones y Especialidades	Brechas Oferta
IE8	Plan de Incentivos para la Certificación BIM de Empresas y Profesionales	Brechas Demanda

Dada la interrelación de las familias de brechas explicitadas en el Modelo de Brechas del Capítulo 4, las iniciativas estratégicas identificadas impactan a más de una familia de brechas en particular, es decir, su alcance es transversal. En la siguiente sección se analizará el impacto global del conjunto de iniciativas estratégicas planteadas para el primer horizonte de planificación en el conjunto de brechas priorizadas.

6.5 Iniciativas Estratégicas BIM 2020.

A continuación se explicitan los alcances de las iniciativas estratégicas BIM 2020 identificadas:

- I. **Iniciativa Estratégica 1 (IE1): Creación de una orgánica para la formación de Capital Humano BIM.**

La iniciativa consiste en crear una orgánica específica que permita administrar las tareas referentes a la formación de capital humano tanto a nivel de profesionales como de empresas, afectando tanto al sector público como el privado.

El rol central de esta orgánica es impulsar los proyectos adecuados para generar las condiciones habilitantes para el cierre de las brechas de capacitación. En particular, las tareas que debiera abordar son diseñar y consensuar los contenidos de los módulos de aprendizaje BIM requeridos de formación para que las personas puedan cumplir con las capacidades BIM requeridas en cada Rol BIM propuesto, comunicar los roles y módulos de contenidos a la comunidad relevante del mundo de la construcción y disponer de esta información y herramientas para su uso.

Una segunda tarea clave de esta orgánica es impulsar la formación BIM en la universidades, centro de formación técnica e institutos profesionales; disponiendo de las capacidades requeridas, módulos de contenidos y herramientas necesarias para que estas instituciones de capacitación adopten la formación BIM en sus programas, y a la vez puedan certificar en competencias BIM a los alumnos que pasen por sus aulas.

De acuerdo a las experiencias internacionales revisadas, se recomienda que esta orgánica permita la representación del mundo privado, de empresas y subcontratistas que participan en la cadena de valor de un proyecto, así como del sector público y del mundo académico. Dado lo anterior, se recomienda la participación de organizaciones empresariales como la Cámara Chilena de la Construcción y gremiales como el Colegio de Arquitectos en representación del sector privado, de las universidades, centros de formación técnica e institutos profesionales de más larga trayectoria y prestigio en la formación de profesionales y técnicos para el mundo de la construcción. Además se requiere de la participación de organismo públicos que puedan facilitar los procesos de fijación de estándares nacionales para la educación BIM.
- II. **Iniciativa Estratégica 2 (IE2): Plan de Difusión BIM – Estrategia y Roles.**

El objetivo de esta iniciativa es comunicar y difundir extensamente el plan BIM los roles propuestos en este estudio (los que deberán ser ampliamente consensuados) de forma de generar un lenguaje común en el ecosistema BIM que permita entender los requerimientos de formación. Se recomienda el diseño y ejecución de un plan comunicacional especialmente orientado al conocimiento de BIM en las empresas que participan en el sector de la construcción, de forma que puedan entender BIM como una estrategia de impulso de la productividad en la construcción, que perfiles de profesionales son requeridos para ejecutar integralmente los proyectos bajo éste conceptos y cuáles son los cambios organizacionales que debe realizar una empresa para su adopción.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

III. Iniciativa Estratégica 3 (IE3): Programada de Certificaciones de Profesionales y Técnicos BIM.

Esta estrategia se focaliza en crear una certificación BIM que permita acreditar que un trabajador, técnico o profesional cuenta con las competencias requeridas para cumplir con los roles BIM definidos. Por lo tanto, se requiere definir los requisitos para otorgar las certificaciones que acrediten que los profesionales y técnicos puedan ejercer correctamente los roles BIM en la ejecución de proyectos y la forma en que dichas certificaciones serán actualizadas. De acuerdo a lo anterior, se deberían especificar los perfiles de competencias laborales requeridas de acuerdo a los roles BIM ya propuestos, los planes formativos modulares basados en esos perfiles que orienten la formación laboral y el cierre de brechas detectadas, generar instrumentos para evaluar y certificar las competencias y finalmente generar rutas formativo-laborales ajustadas al marco de cualificaciones para la formación y certificación laboral. Por otra parte, una opción recomendable es poder contar con unidades de competencias para la visualización BIM, de forma de darles herramientas a los técnicos que realizan las tareas físicas en obra, para que puedan trabajar en un entorno BIM a nivel de usuarios.

En relación a las instituciones capacitadoras, la estrategia propuesta es apoyarse en la oferta actualmente instalada, promoviendo que las universidades, institutos técnicos, centros de formación técnica y demás organizaciones de capacitación ajusten sus programas de acuerdo a los planes formativos requeridos para la certificación. De esta forma, las propias instituciones de capacitación que acrediten sus programas, podrían otorgar una certificación temporal, la cual posteriormente podría ser renovada.

Uno de los elementos centrales que le dan valor a la certificación, es que algún organismo la exija para ejecutar ciertas tareas del ciclo constructivo, como por ejemplo el caso de la Superintendencia de Electricidad y Combustible que define las competencias requeridas para ejecutar diferentes tipos de instalaciones eléctricas y/o de gas y acredita a los instaladores para su ejecución. De esta forma, la Certificación BIM podría ser requerida a los técnicos y profesionales que participan en las licitaciones de proyectos públicos.

Finalmente, se considera en esta iniciativa generar incentivos para promover que los profesionales y técnicos que ya están trabajando en el mercado de la construcción, puedan capacitarse y certificarse en BIM. Dentro de las medidas de fomento a considerar, se podría evaluar el ofrecer un programa de becas para la certificación BIM a profesionales y técnicos de grupos vulnerables, y un incentivo más genérico de tipo tributario, que permita a los profesionales reducir los gastos de capacitación y certificación BIM de su base tributaria.

IV. Iniciativa Estratégica 4 (IE4): Programa de Certificación de Empresas BIM.

Para el cumplimiento de las metas de adopción BIM se requiere de organizaciones que se gestionen bajo este esquema de trabajo, por lo cual se considera que es necesario contar con un sistema de acreditación BIM que certifique que dichas organizaciones son capaces de desarrollar proyectos en un entorno BIM e interactuar con otras empresas que así lo hagan en las etapas del proceso constructivo en que ellas participen. Tomando en consideración el caso de UK (BRE's BIM Level 2 Business Systems Certification), la certificación debe asegurar que la empresa a certificar cumpla con los siguientes requisitos:

- (i) Contar con las capacidades profesionales certificadas de acuerdo a los servicios ofrecidos.
- (ii) Contar con entrenamiento en herramientas BIM.
- (iii) Tener una estrategia TI y una infraestructura adecuada.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

- (iv) Contar con las herramientas de software requeridas.
- (v) Cumplir con los protocolos de estándares BIM, métodos y procesos de gestión bajo BIM (estándares a desarrollar en el caso Chileno)
- (vi) Tener procedimientos de documentación de proyectos BIM.

Es importante considerar que la certificación de empresas se debería adaptar al tipo de servicios que presta y al tamaño de la empresa que lo solicita; por lo tanto debe ser flexible y de naturaleza incremental. De esta forma, es diferente en términos de requisitos certificar una empresa pequeña que presta servicios en una sola disciplina BIM, que una empresa mediana grande multidisciplinaria que ofrece gestión integral de proyectos bajo BIM.

Una medida de fomento adicional para la certificación BIM de las empresas, es que los cursos de BIM puedan tener código Sence sin tope de ingresos y que todos los gastos de certificación puedan ser deducidos de la base tributaria.

V. Iniciativa Estratégica 5 (IE5): Plan de Ajuste de los Procesos de Gestión de Proyectos Públicos de Construcción.

La estrategia de adopción BIM definida implica que el Estado en su rol de mandante de proyectos constructivos, debe gatillar el uso de BIM en las empresas que forman parte de la cadena de valor de dichos proyectos. En ese sentido, se deben realizar ajustes a los procesos de licitación de los proyectos de construcción de manera que se adapten a los requerimientos que impone trabajar en un entorno BIM. Por una parte, hay cambios de tipo normativo, como por ejemplo exigir que a partir de una fecha determinada los contratistas, subcontratistas y profesionales que participen en proyectos públicos deben estar certificados en BIM, ya sea como profesionales y/o como empresa. Esto considera cambiar los reglamentos con que opera el Registros de Contratista y Consultores del MOP. Una forma positiva de potenciar esta acción, es que durante el periodo previo a la exigencia, los subcontratistas o profesionales que se encuentren certificados tengan un puntaje adicional en la evaluación de sus propuestas, y por lo tanto mayores posibilidades de ganar las licitaciones.

Un segundo tipo de modificaciones o ajustes a realizar, son los que tienen que ver con lógica lineal con la cual se adjudican los proyectos a través del Sistema Nacional de Inversiones Públicas que administra el Ministerio de Desarrollo Social y la Dipres del Ministerio de Hacienda. La usanza tradicional es que los proyectos sean licitados por fases, es decir, partiendo por la etapa de anteproyecto, luego pasando a diseño, para posteriormente llegar a la etapa de construcción; con diferentes ejecutores responsables en cada una de dichas etapas. La linealidad habitual dificulta que los proyectos sean realizados bajo un esquema de trabajo colaborativo interdisciplinario y por lo tanto, que los beneficios de un proyecto BIM sean difíciles de capitalizar. Entonces, se deben buscar los mecanismos adecuados para que una mayor cantidad de proyectos se puedan licitar de forma conjunta diseño y ejecución (tipo EPC), para que un equipo BIM integrado pueda hacerse cargo del proyecto y por lo tanto se puedan obtener los beneficios de trabajar bajo esta modalidad.

VI. Iniciativa Estratégica 6 (IE6): Plan de Capacitación a Mandantes Públicos y Contrapartes Técnicas de Proyectos.

El éxito de la estrategia de adopción BIM que está en implementación, depende en gran medida de que los proyectos que el Estado licite bajo el concepto BIM sean exitosos en cuanto a calidad

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

constructiva, reducción de costos finales de obra y de plazos de ejecución. Para poder lograr proyectos exitosos es necesario en primer lugar que las Bases Técnicas bajo las cuales el proyecto es licitado hayan sido diseñadas por profesionales altamente capacitados y con alta experiencia práctica en proyectos BIM. De acuerdo a los roles BIM definidos en el Capítulo 5, se propone que los jefes o gerentes de proyecto que actúen por parte del mandante de proyectos públicos tengan las competencias necesarias de gerente de proyectos BIM o director de proyectos BIM de acuerdo al tamaño y/o complejidad de la obra, de manera que sean capaces de liderar la preparación de las Bases Técnicas de los proyectos de forma adecuada a lo que un proyecto BIM en etapa de integración requiere. Por otra parte, los inspectores de obra (ITO's) y las contrapartes técnicas de proyectos constructivos mandatados por el Estado, deben estar capacitados para controlar y verificar que el proyecto diseñado cumpla con las Bases Técnicas definidas por el mandante, y por lo tanto, debe cumplir con los requisitos de formación que el rol de Revisor BIM le asigna.

Por lo anterior, el desafío de este plan es lograr que en todas las dependencias públicas donde se diseñen, liciten y controlen proyectos de construcción ejecutados por terceros, existan profesionales con las competencias requeridas para cumplir sus roles a satisfacción. Una de las dificultades centrales de este proyecto es lograr la cobertura geográfica a nivel de Municipalidades, por lo cual se sugiere que este proyecto sea implementado de forma escalonada, en primer lugar a nivel de organismos centrales y sus respectivas organizaciones regionales, para en una segunda etapa abarcar el nivel comunal.

VII. Iniciativa Estratégica 7 (IE7): Plan de Fomento a la Oferta de capacitación BIM - Regiones y Especialidades.

De acuerdo a las brechas de oferta identificadas en el Capítulo 4, la oferta de capacitación BIM a nivel regional y particularmente en especialidades presenta un importante déficit, sobre todo a nivel centros de formación técnica e institutos profesionales. Dado que la estrategia BIM considera su implementación a nivel nacional, es relevante cerrar las brechas de oferta de capacitación de forma de no ahondar en desequilibrios de capacidades entre el nivel central y regiones. Por lo anterior, este plan considera en primer lugar la colaboración y el soporte a las instituciones de capacitación que lo requieran en la formulación de cursos y programas BIM de acuerdo a sus respectivas mallas curriculares y de forma coherente con los requisitos de certificación de roles y módulos de educación BIM.

En segundo lugar, el plan considera un programa de "Capacitación a Capacitadores" ("Teach the Teachers") es decir, cursos especiales de formación para profesores de universidades, IP-CFT y otros organismos de capacitación de regiones y de especialidades para entregar las competencias necesarias y así crear las capacidades requeridas para dictar los nuevos cursos que se incluirán en las mallas curriculares de sus carreras. Una opción a explorar es generar programas de formación de profesor BIM a través de los CFT-IP con amplia cobertura regional, como Duoc e Inacap, de forma de potenciar la cobertura regional y de esta forma incrementar la oferta de profesores BIM en regiones.

Una tercera acción para promover y fomentar la capacitación BIM a nivel regional y de especialidades, es ofrecer programas de financiamiento flexible de infraestructura educacional BIM colaborativa y multidisciplinaria, de forma que la institución de capacitación que postule pueda

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

contar con la infraestructura y los equipamientos de hardware, software, redes y conectividad requeridos para la ejecución de sus programas de formación BIM a nivel de Integración.

VIII. Iniciativa Estratégica 8 (IE8): Plan de Incentivos para la Certificación BIM de Empresas y Profesionales.

Un incentivo para potenciar la demanda por Certificación BIM tanto de profesionales como de empresas, es que el Estado entregue líneas de crédito flexible o bien subsidios directos a aquellas empresas o profesionales que en ciertos períodos de tiempo y/o zonas del país se certifiquen BIM. De esta forma, se podría potenciar la creación de capital humano apto para implementar BIM en las zonas, regiones y/o especialidades donde exista déficit de oferta de profesionales aptos para tal efecto. Estos incentivos podrían de ser temporales, hasta que se logre una penetración meta de certificaciones; una vez lograda esta meta, los propios privados tendrán interés en invertir en certificarse BIM para mantener su posición competitiva en el mercado.

6.6 Validación e Impacto de las Iniciativas Estratégicas BIM 2020.

Para validar las iniciativas estratégicas propuestas se requiere entender el impacto que estas podrían tener sobre las brechas determinadas, estimando entonces la efectividad de este grupo de soluciones en facilitar y viabilizar el logro de las metas propuestas.

Con el fin de entender el impacto de cada una de las iniciativas, el equipo de trabajo analizó, a través de sesiones de trabajo individuales y grupales donde participó el equipo de consultores PMG del proyecto BIM de forma completa, la relación o grado de influencia de cada iniciativa estratégica sobre el cierre de cada una de las brechas identificadas, agrupadas por familia, usando la siguiente tabla de criterios de evaluación.

Tabla 6.6 Criterios de evaluación de impacto de iniciativas estratégicas sobre brechas

Criterio de Evaluación	
1	La iniciativa estratégica no afecta a la brecha.
2	La iniciativa estratégica afecta a la brecha indirectamente y en forma leve.
3	La iniciativa estratégica afecta a la brecha indirectamente y en forma relevante.
4	La iniciativa estratégica afecta a la brecha directamente y en forma leve.
5	La iniciativa estratégica afecta a la brecha directamente y en forma relevante.

A continuación se muestran las tablas de evaluación de impacto de las iniciativas estratégicas propuestas sobre cada familia de brechas.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Tabla 6.7 Impacto de Iniciativas Estratégicas Horizonte 2020 vs Brechas Educativas genéricas

Iniciativas Estratégicas			Brechas Educativas Genéricas / ordenadas por impacto							
			BEG 2	BEG 4	BEG 7	BEG 8	BEG 5	BEG 3	BEG 6	BEG 1
IE 1	1	Creación de una orgánica para la formación de Capital Humano BIM	4	3	4	4	4	4	5	2
IE 2	2	Plan de Difusión BIM – Estrategia y Roles	5	5	3	3	2	4	5	3
IE 3	3	Programa de Certificaciones de Profesionales BIM	5	5	4	3	3	5	5	3
IE 4	4	Programa de Certificación de Empresas BIM	5	5	4	3	3	5	5	3
IE 5	5	Plan de Ajuste de los Procesos de Gestión de Proyectos Públicos de Construcción	5	4	4	5	2	3	5	2
IE 6	6	Plan de Capacitación a Mandantes Públicos y Contrapartes Técnicas de Proyectos	5	4	5	5	2	4	5	4
IE 7	7	Plan de Fomento a la Oferta de capacitación BIM - Regiones y Especialidades	5	4	4	3	4	5	5	3
IE 8	8	Plan de Incentivos para la Certificación BIM de Empresas y Profesionales	5	5	5	3	3	5	4	4

Brechas Educativas Genéricas		
BEG 2	2	Desconocimiento de BIM a nivel transversal en la cadena de valor de la construcción.
BEG 4	4	Inexistencia de certificaciones estándar en BIM.
BEG 7	7	Falta de conocimiento BIM de mandantes privados y públicos.
BEG 8	8	Falta de profesionales con conocimiento BIM a nivel de servicios públicos descentralizados.
BEG 5	5	Falta de experiencia de terreno en profesionales formados en BIM.
BEG 3	3	Déficit de instrumentos de fomento a la capacitación BIM.
BEG 6	6	Falta de un patrón que permita estructurar contenidos de capacitación por ROL.
BEG 1	1	Brecha etárea de conocimiento tecnológico.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Tabla 6.8 Iniciativas Estratégicas Horizonte 2020 vs Brechas Estructurales

Iniciativas Estratégicas			Brechas Estructurales / ordenadas por impacto										
			BE4	BE11	BE3	BE5	BE1	BE8	BE9	BE10	BE2	BE6	BE7
IE 1	1	Creación de una orgánica para la formación de Capital Humano BIM	5	5	2	4	5	4	3	2	5	4	5
IE 2	2	Plan de Difusión BIM – Estrategia y Roles	4	4	3	3	4	5	3	2	5	4	4
IE 3	3	Programa de Certificaciones de Profesionales BIM	4	4	3	5	3	5	5	3	4	3	4
IE 4	4	Programa de Certificación de Empresas BIM	4	4	3	5	3	5	5	3	4	3	4
IE 5	5	Plan de Ajuste de los Procesos de Gestión de Proyectos Públicos de Construcción	4	4	4	3	3	3	5	5	3	5	4
IE 6	6	Plan de Capacitación a Mandantes Públicos y Contrapartes Técnicas de Proyectos	4	4	3	3	4	3	5	4	4	5	5
IE 7	7	Plan de Fomento a la Oferta de capacitación BIM - Regiones y Especialidades	3	3	2	5	3	3	5	2	3	3	5
IE 8	8	Plan de Incentivos para la Certificación BIM de Empresas y Profesionales	3	3	2	5	3	3	5	3	3	3	4

Brechas Estructurales		
BE 4	4	Cultura de desarrollo fraccionado de procesos constructivos con bajo nivel de trabajo colaborativo.
BE 11	11	Falta de un ecosistema BIM
BE 3	3	Cultura nacional de “baja planificación”.
BE 5	5	Déficit de colaboración y coordinación Público-Privado-Academia.
BE 1	1	Falta de una estrategia país del sector Construcción instalada que potencie la productividad del sector.
BE 8	8	No existe una estandarización de Roles BIM.
BE 9	9	Falta de estandarización de procesos, manuales y guías BIM.
BE 10	10	Inexistencia de bases técnicas estandarizadas para la licitación de proyectos públicos.
BE 2	2	Falta de instalación de una estrategia/política BIM.
BE 6	6	Marcos contractuales y normativos no aptos para trabajo colaborativo BIM (público y privado).
BE 7	7	Falta de una institucionalidad permanente para gestionar la promoción BIM.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Tabla 6.9 Iniciativas Estratégicas Horizonte 2020 vs Brechas Oferta Educativa

Iniciativas Estratégicas		Brechas de Oferta Educativa / ordenadas por impacto								
		BOE 1	BOE 3	BOE 4	BOE 5	BOE 8	BOE 2	BOE 6	BOE 9	BOE 7
IE 1	Creación de una orgánica para la formación de Capital Humano BIM	5	5	5	5	5	5	5	5	5
IE 2	Plan de Difusión BIM – Estrategia y Roles	4	4	4	4	4	4	5	3	3
IE 3	Programa de Certificaciones de Profesionales BIM	4	4	4	4	4	4	5	3	3
IE 4	Programa de Certificación de Empresas BIM	3	3	2	3	3	3	5	5	4
IE 5	Plan de Ajuste de los Procesos de Gestión de Proyectos Públicos de Construcción	3	2	3	3	3	3	4	4	5
IE 6	Plan de Capacitación a Mandantes Públicos y Contrapartes Técnicas de Proyectos	3	2	3	3	3	4	3	3	4
IE 7	Plan de Fomento a la Oferta de capacitación BIM - Regiones y Especialidades	5	5	5	5	5	4	3	3	3
IE 8	Plan de Incentivos para la Certificación BIM de Empresas y Profesionales	5	4	4	4	4	4	5	5	3

Brechas de Oferta Educativa	
BOE 1	Baja oferta de cursos de pregrado que consideren BIM a nivel profesional y técnico profesional.
BOE 3	Falta de contenidos de formación BIM a nivel de pregrado técnico y profesional en especialidades de Construcción y Operación.
BOE 4	Baja oferta de programas de formación BIM de pregrado técnico CFT-IP en regiones.
BOE 5	Baja oferta de programas de formación BIM de pregrado Universitario en regiones.
BOE 8	Baja oferta programas de Diplomado BIM en a nivel regional.
BOE 2	Baja profundidad en los contenidos BIM de pregrado, se enfocan en modelamiento.
BOE 6	Baja penetración de certificación de conocimientos BIM en programas de pregrado.
BOE 9	Baja oferta de programas de formación orientados a empresas (Oferta de cursos cerrados).
BOE 7	Falta de oferta de cursos que integren trabajo colaborativo en ambientes BIM a nivel de pregrado tecnico-universitario.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Tabla 6.10 Iniciativas Estratégicas Horizonte 2020 vs Brechas Demanda Educativa

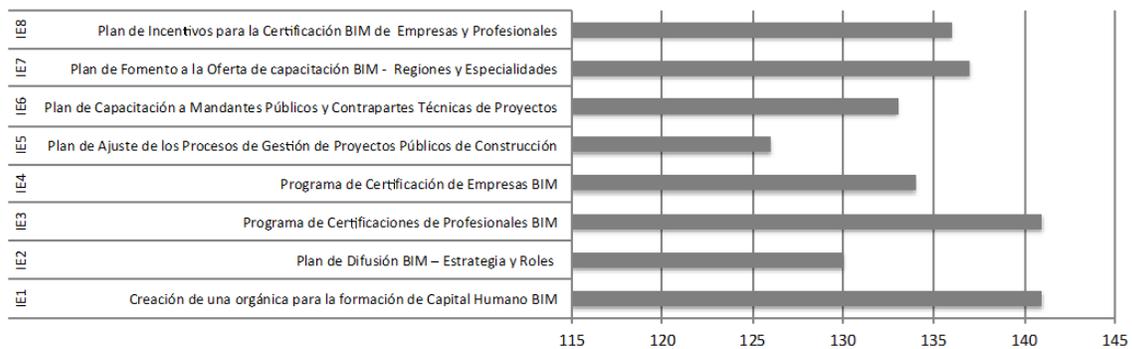
Iniciativas Estratégicas			Brechas de Demanda Educativa / ordenadas por impacto						
			BDE 7	BDE4	BDE1	BDE 2	BDE3	BDE5	BDE6
IE 1	1	Creación de una orgánica para la formación de Capital Humano BIM	2	4	3	3	3	3	4
IE 2	2	Plan de Difusión BIM – Estrategia y Roles	3	5	4	3	3	2	4
IE 3	3	Programa de Certificaciones de Profesionales BIM	4	5	4	5	4	3	5
IE 4	4	Programa de Certificación de Empresas BIM	4	5	4	5	2	3	4
IE 5	5	Plan de Ajuste de los Procesos de Gestión de Proyectos Públicos de Construcción	2	5	3	4	3	3	3
IE 6	6	Plan de Capacitación a Mandantes Públicos y Contrapartes Técnicas de Proyectos	3	5	5	4	3	4	3
IE 7	7	Plan de Fomento a la Oferta de capacitación BIM - Regiones y Especialidades	2	3	5	4	5	5	5
IE 8	8	Plan de Incentivos para la Certificación BIM de Empresas y Profesionales	2	5	4	4	3	5	4

Brechas de Demanda Educativa	
BDE 7	Difusa percepción de beneficios salariales afecta la demanda por capacitación BIM.
BDE 4	Baja demanda de programas de formación BIM dado desconocimiento del tema por parte de las empresas.
BDE 1	Bajo nivel de profesionales capacitados en BIM.
BDE 2	Más del 80% de las empresas de especialidades declara no contar con profesionales BIM
BDE 3	Déficit de profesionales capacitados BIM en regiones.
BDE 5	Déficit de fuentes de financiamiento para capacitación en BIM.
BDE 6	Bajo nivel de profesionales capacitados en Universidades y CFT-IP.

Como se puede observar en las tablas anteriores, todas las iniciativas estratégicas identificadas impactan en el cierre de las brechas, por lo cual su orientación y foco es el correcto.

Para entender el impacto de cada iniciativa estratégica en particular, se puede observar el siguiente cuadro, donde se sumaron los impactos particulares de cada iniciativa en el total de las brechas consideradas.

Tabla 6.11 Impacto agregado de las Iniciativas Estratégicas Horizonte 2020



PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Al analizar el gráfico anterior, se puede determinar que la iniciativas de mayor impacto son el “Programa de Certificaciones de Profesionales BIM” (IE3) el cual impacta en más de 10 brechas y la “Creación de una orgánica para la formación de Capital Humano BIM” (IE1); por su parte, la iniciativa de menor impacto a nivel agregado sería la iniciativa IE5, “Plan de ajuste de los Procesos de Gestión de Proyectos Públicos de Construcción”, afectando sólo a dos brechas.

6.7 Hoja de Ruta de capacitación BIM 2020.

Con el fin de ordenar lógica y cronológicamente las iniciativas estratégicas propuestas en un horizonte de planificación al año 2020, se diseñó una hoja de ruta, en la cual se identificaron las secuencias temporales que dichas iniciativas requieren para una correcta implementación. Las iniciativas fueron clasificadas en diferentes colores, de acuerdo a si impactan mayormente en las brechas estructurales o educacionales genéricas, en las brechas de oferta o de demanda educacional.

En el cuadro siguiente se muestra la hoja de ruta propuesta:

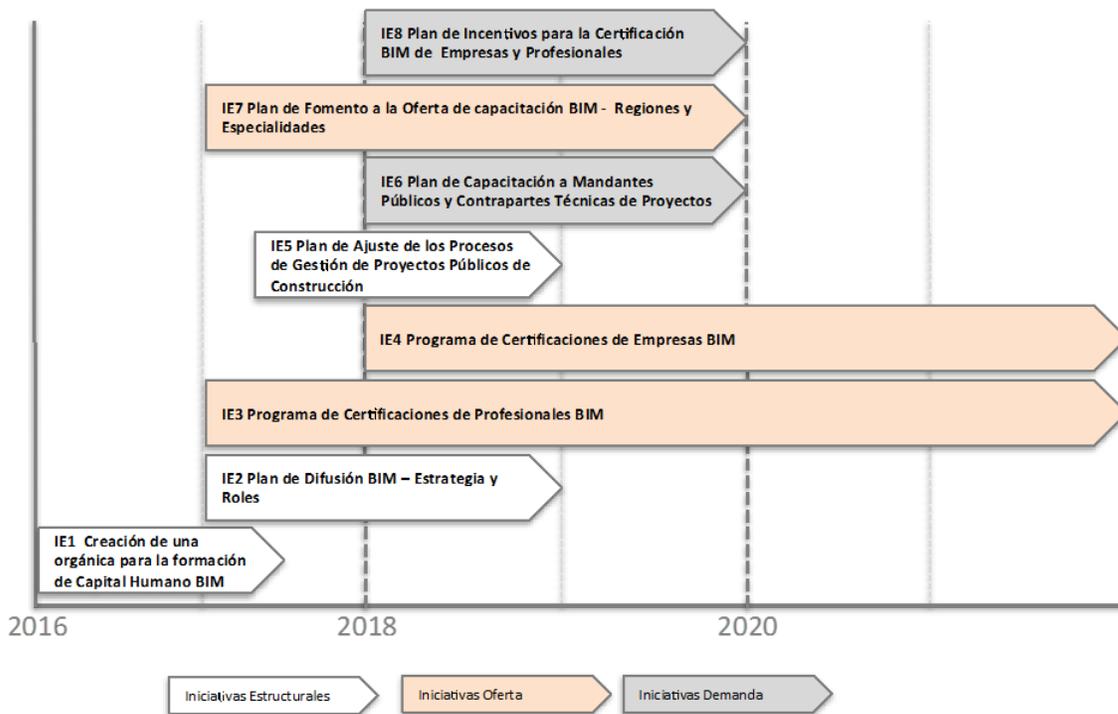


Figura 6.2 Hoja de Ruta Plan de Capacitación BIM Horizonte 2020

Es importante considerar la naturaleza dinámica de la implementación de este plan, por lo cual se sugiere que esta hoja de ruta tenga una revisión anual de manera de adaptar los planes y proyectos a los avances concretos que se verifiquen en el mercado de referencia. La hipótesis que hay detrás de esto, es que la demanda por proyectos que requieran BIM es el impulsor de la demanda por profesionales calificados, los

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

que intentan mejorar sus competencias impulsando de esta forma a la oferta de capacitación BIM, que se mueve y adapta intentando satisfacerla. En la medida que los mandantes adopten BIM en sus propuestas de proyectos y que éstos se ejecuten bajo un marco de estándares, roles y protocolos claros, la oferta de capacitación BIM tenderá a adaptarse.

BIBLIOGRAFÍA

AEC (2013). BIM-Guide for Germany. ARGE BIM-Leitfaden AEC3 & OPB. Federal Ministry for Transport, Building and Urban Affairs (BMVBS), de <http://www.aec3.com/de/downloads/BIM-Guide-Germany.pdf>

AGC of America (2016). Building Information Modeling Education Program. The Associated General Contractors of America, de <https://www.agc.org/learn/education-training/building-information-modeling-education-program>

AGC of America (2016). BIM EP Instructor Resources. The Associated General Contractors of America, de <https://www.agc.org/learn/education-training/building-information-modeling/bim-ep-instructor-resources>

AGC of America (2016). Certificate of Management — Building Information Modeling. The Associated General Contractors of America, de <https://www.agc.org/learn/education-training/building-information-modeling/cm-bim>

Autodesk (2016). Training and certification, de <http://www.autodesk.com/training-and-certification/certification/certification-options>

BIM Academic Forum UK (Junio 2013). Embedding Building Information Modelling (BIM) within the taught curriculum. The Higher Education Academy, de https://www.heacademy.ac.uk/sites/default/files/bim_june2013.pdf

BIM Task Group (2016). Education and Training. Building Information Modelling Task Group, de <http://www.bimtaskgroup.org/education-and-training>

BIM Zigarat (04/03/2015) Perfiles BIM, BIM manager e implantación BIM. Workshop online gratuito. Zigarat E-learning Institute of Engineers & Architects, de <http://www.e-zigarat.com/noticias/workshop-online-gratuito-perfiles-bim/>

BIMAS (Abril 2015). 9th BIM Academy Symposium, de <http://s203.bcn.ufl.edu/bimeducation/BIMAS2015Presentations.pdf>

BIR Leaflet Number 3 (2015). BIM Roles and Competences. Bouw Informatie Raad, de <http://www.bouwinformatieraad.nl/wp-content/uploads/2015/09/Kenniskaart-3-BIM-Roles-and-Competences-ENG.pdf>

BSI (Julio 2012). Preliminary BIM learning outcomes framework. The British Standards Institution, de <http://www.bimtaskgroup.org/wp-content/uploads/2013/04/Initial-BIM-Learning-Outcomes-Framework-v1-0.pdf>

BSI (2016). Building Information Modeling. The British Standards Institution, de <http://www.bsigroup.com/en-GB/Building-Information-Modelling-BIM/>

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Certiport (2016). Autodesk Certified Professional Search, de <http://www.certiport.com/portal/pages/ACPSearch.aspx>

Curtis, B. (2016). BRE Global BIM Certification. BRE, de <http://www.cewales.org.uk/files/6614/4317/8243/BIM-Certification1.pdf>

Euromonitor (Octubre 2015). Construction in Brazil: ISIC 45. Euromonitor International.

García, G. (21/03/2014). The Lord of the BIMs, de <http://sesentayseis.es/bim/author/ggpedraza/page/3/>

[HKIBIM](http://www.hkibim.org/?page_id=80) (2016). Certified Expert. The Hong Kong Institute of Building Information Modelling, de http://www.hkibim.org/?page_id=80

Kelly, M., O'Connor, J., Costello, M. and Nicholson, G. (Noviembre 2015). A Collaborative Academia Industry Approach to Programme - Wide Implementation of Building Information Modelling Processes using a Reciprocal Learning Framework. CITA BIM Gathering Conference, de <http://www.rpsgroup.com/Ireland/News/pdf/CITA-BIM-Gathering-2015-GMIT-RPS-Paper.aspx>

[Kiviniemi, A. \(Marzo 2016\). BIM education-the current and future approach by universities. School of Architecture University of Liverpool, de http://www.bimprospects.com/filelibrary/Presentations-6-April/Arto-Kiviniemi.pdf](http://www.bimprospects.com/filelibrary/Presentations-6-April/Arto-Kiviniemi.pdf)

Lloyd's Register Energy (Junio 2015). Building Information Modelling BIM Level 2 Accreditation Scheme, de http://www.lr.org/en/_images/213-59591_Utilities_-_2015_LR_BIM_Accreditation.pdf

Mathews, M. (10/11/2015). Defining Job Titles and Career Paths in BIM. Dublin Institute of Technology, de <http://arrow.dit.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1008&context=beschcon/>

McGraw Hill Construction (2014). The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets. MacGrawHill.

Rooney, K. (Abril 2015). BIM Education - global - 2015 Update Report. Natspec, de http://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/bim_education_-_global_-_2015_update_report_v2.0.pdf

Succar, B. (27/01/2015). Episode 21: The Eight Components of Market Maturity. BIM Think Space, de <http://www.bimthinkspace.com/2015/01/the-eight-components-of-market-maturity.html>

Succar, B. (12/11/2015). Difusión BIM Descendente, Ascendente o Radial. BIM Think Space, de <http://www.bimthinkspace.com/2015/11/difusi%C3%B3n-bim-descendente-ascendente-o-radial.html>

Succar, B. (18/12/2015). El rol que (pueden) juegan los Responsables de Formular la Política en la adopción de BIM. BIM Think Space, de <http://www.bimthinkspace.com/2015/12/el-rol-que-pueden-juegan-los-responsables-de-formular-la-pol%C3%ADtica-en-la-adopci%C3%B3n-de-bim.html>

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

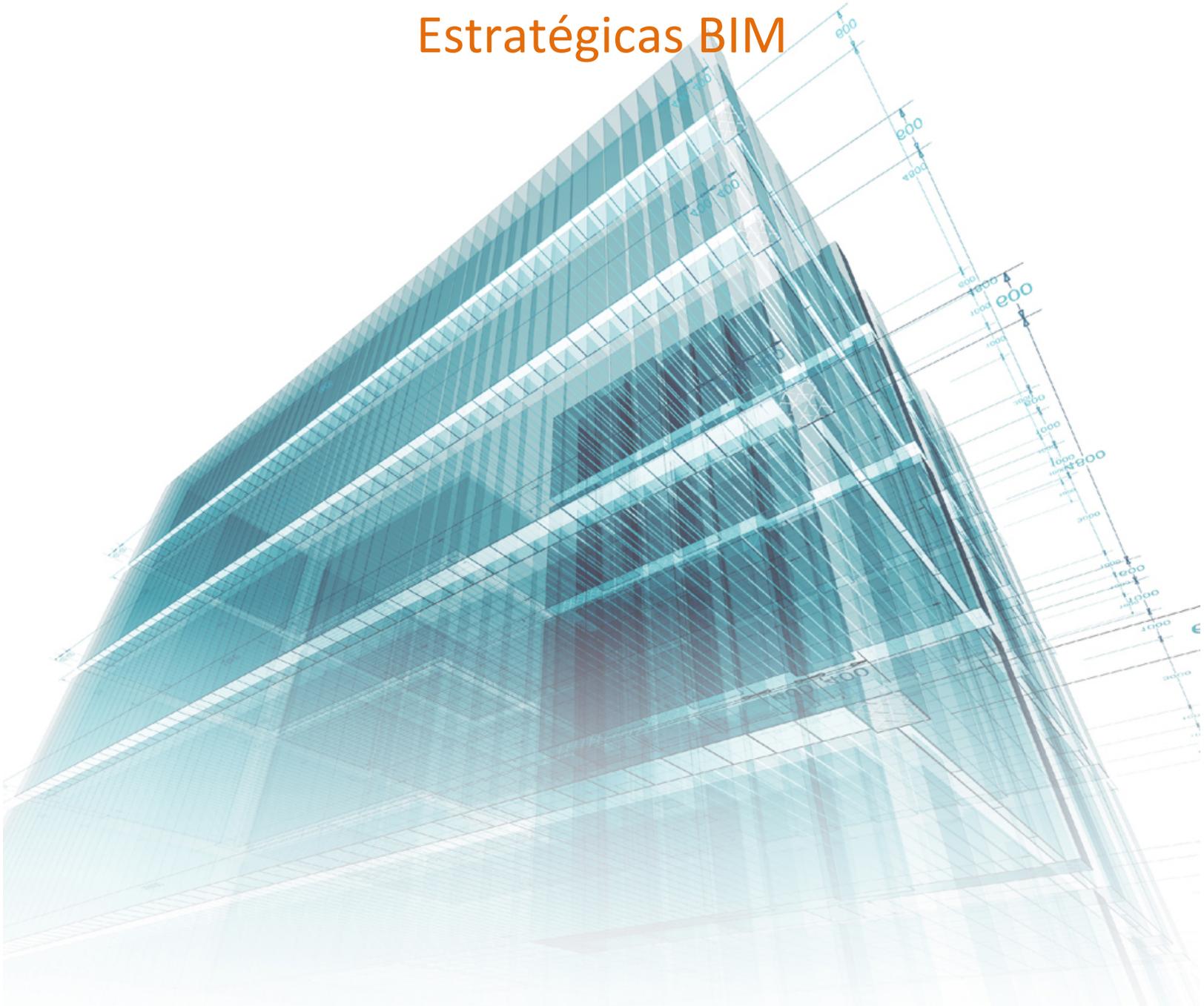
Sun, Y., Pritha, M and Simone, A. (Agosto 2013). The Driving Force behind the Boom and Bust in Construction in Europe. International Monetary Fund.

Tekla (2016) Professional Certification, de <https://www.tekla.com/sg/services/training/professional-certification>

Underwood, J., Ayoade, O. (Marzo 2015). Current Position and Associated Challenges of BIM Education in UK Higher Education. BAF BIM Academic Forum, de http://buildingsmart.pl/baf_bim_education_report_2015.pdf

PROYECTO DIAGNÓSTICO DE FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO EN BIM

Fichas de Descripción de Iniciativas Estratégicas BIM



PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

5.1 FICHA DE DESCRIPCIÓN DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS BIM: Iniciativa 1

1.- Título o nombre de la iniciativa:

Iniciativa estratégica 1. Creación de una orgánica para la formación de Capital Humano BIM.

2.- Objetivo: ¿Cuál es el objetivo del proyecto?

2.1.- Objetivo General

Crear una orgánica específica para administrar las tareas referentes a la formación y capacitación de capital humano a nivel de profesionales y empresas del sector público y privado.

2.2.- Objetivos Específicos.

Permitir la representación del sector público, privado (empresas y subcontratistas) que participan en la cadena de valor de la construcción, así como también del mundo académico.

Impulsar los proyectos adecuados para generar las condiciones habilitantes para el cierre de brechas de capacitación.

3.- Entidades involucradas en la Iniciativa

Responsables involucrados (Organismos públicos, empresas):

Cámara Chilena de la Construcción como representante del sector privado, universidades, centros de formación técnica e institutos profesionales.

4.- Brechas afectadas por la iniciativa; ¿Qué brechas apunta a resolver o mitigar el proyecto?

BRECHAS

1. Brecha estructural 1 Falta de una estrategia país del sector construcción instalada que potencie la productividad del sector.
2. Brecha estructural 2 Falta de instalación de una estrategia/política BIM.
3. Brecha estructural 5 Déficit de colaboración y coordinación público-privada-academia.
4. Brecha estructural 7 Falta de una institucionalidad permanente para gestionar la promoción BIM.
5. Brecha estructural 11 Falta de un ecosistema BIM.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

5.2 FICHA DE DESCRIPCIÓN DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS BIM: Iniciativa 2

1.- Título o nombre de la iniciativa:

Iniciativa estratégica 2. Plan de difusión BIM – Estrategia y Roles.

2.- Objetivo: ¿Cuál es el objetivo del proyecto?

2.1.- Objetivo General

Comunicar y difundir extensamente los roles BIM explicitados en el proyecto.

2.2.- Objetivos Específicos.

Contar con un lenguaje común en el ecosistema BIM para entender los requerimientos de formación.

Entender que BIM es una estrategia que permite impulsar la productividad en la construcción.

Entender qué perfiles de profesionales y técnicos se requieren para ejecutar los proyectos bajo el concepto BIM.

3.- Entidades involucradas en la Iniciativa

Responsables involucrados (Organismos públicos, empresas):

Organismos públicos, empresas privadas.

4.- Brechas afectadas por la iniciativa; ¿Qué brechas apunta a resolver o mitigar el proyecto?

BRECHAS

1. Brecha educacional genérica 2 Desconocimiento de BIM a nivel transversal en la cadena de valor de la construcción.
2. Brecha educacional genérica 6 Falta de un patrón que permita estructurar contenidos de capacitación por rol.
3. Brecha educacional genérica 7 Falta de conocimiento BIM de mandantes privados y públicos.
4. Brecha educacional genérica 8 Falta de profesionales con conocimiento BIM a nivel de servicios públicos descentralizados.
6. Brecha estructural 1 Falta de una estrategia país del sector construcción instalada que potencie la productividad del sector.
5. Brecha estructural 2 Falta de instalación de una estrategia/política BIM.
6. Brecha estructural 4 Cultura de desarrollo fraccionado de procesos constructivos con bajo nivel de trabajo colaborativo.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

7. Brecha estructural 8 No existe una estandarización de roles BIM.
8. Brecha estructural 11 Falta de un ecosistema BIM.
9. Brecha demanda educacional 4 Baja demanda de programas de formación BIM dado desconocimiento del tema por parte de las empresas.

5.3 FICHA DE DESCRIPCIÓN DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS BIM: Iniciativa 3

1.- Título o nombre de la iniciativa:

Iniciativa estratégica 3. Programa de certificaciones de profesiones BIM.

2.- Objetivo: ¿Cuál es el objetivo del proyecto?

2.1.- Objetivo General

Crear una certificación BIM que permita acreditar que un trabajador cuenta con las competencias requeridas para cumplir con los roles BIM definidos (en especial nivel técnico).

2.2.- Objetivos Específicos.

Definir requisitos para otorgar las certificaciones para que los técnicos puedan ejercer los roles en la ejecución de proyectos.

Especificar los perfiles de competencias laborales requeridas de acuerdo a los roles BIM definidos, los planes formativos modulares basados en esos perfiles que orienten la formación laboral y el cierre de brechas detectadas.

Generar instrumentos para evaluar y certificar las competencias.

Generar rutas formativo-laborales ajustadas al marco de cualificaciones para la formación y certificación laboral.

3.- Entidades involucradas en la Iniciativa

Responsables involucrados (Organismos públicos, empresas):

Organismos públicos y empresas privadas.

4.- Brechas afectadas por la iniciativa; ¿Qué brechas apunta a resolver o mitigar el proyecto?

BRECHAS

1. Brecha educacional genérica 4 Inexistencia de certificaciones estándar en BIM.
2. Brecha educacional genérica 5 Falta de experiencia de terreno en profesionales formados en BIM.
3. Brecha educacional genérica 6 Falta de un patrón que permita estructurar contenidos de capacitación por rol.
4. Brecha estructural 9 Falta de estandarización de procesos, manuales y guías BIM.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

5. Brecha estructural 11 Falta de un ecosistema BIM.
6. Brecha oferta educacional 2 Baja profundidad en los contenidos BIM de pregrado, se enfocan en modelamiento.
7. Brecha oferta educacional 6 Baja penetración de certificación de conocimientos BIM en programas de pre grado.
8. Brecha demanda educacional 2 Más del 80% de las empresas de especialidades declara no contar con profesionales BIM.
9. Brecha demanda educacional 7 Baja percepción de beneficios salariales afecta la demanda por capacitación BIM.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

5.4 FICHA DE DESCRIPCIÓN DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS BIM: Iniciativa 4

1.- Título o nombre de la iniciativa:

Iniciativa estratégica 4. Programa de certificación de empresas BIM.

2.- Objetivo: ¿Cuál es el objetivo del proyecto?

2.1.- Objetivo General

Contar con un sistema de acreditación BIM que certifique que dichas organizaciones son capaces de desarrollar proyectos en un entorno BIM e interactuar con otras empresas que así lo hagan en las etapas del proceso constructivo en que ellas participen.

2.2.- Objetivos Específicos.

Contar con las capacidades profesionales certificadas de acuerdo a los servicios ofrecidos.

Contar con entrenamiento en herramientas BIM.

Tener una estrategia TI y una infraestructura adecuada.

Contar con las herramientas de software requeridas.

Cumplir con los protocolos BIM de *estándares, métodos y procesos de gestión bajo BIM.*

Tener procedimientos de documentación de proyectos BIM.

3.- Entidades involucradas en la Iniciativa

Responsables involucrados (Organismos públicos, empresas):

Organismos públicos y empresas privadas.

4.- Brechas afectadas por la iniciativa; ¿Qué brechas apunta a resolver o mitigar el proyecto?

BRECHAS

1. Brecha educacional genérica 4 Inexistencia de certificaciones estándar en BIM.
2. Brecha estructural 9 Falta de estandarización de procesos, manuales y guías BIM.
3. Brecha estructural 11 Falta de un ecosistema BIM.
4. Brecha oferta educacional 9 Baja oferta de programas de formación orientados a empresas (oferta de cursos cerrados).
5. Brecha demanda educacional 4 Baja demanda de programas de formación BIM dado desconocimiento del tema por parte de las empresas

5.5 FICHA DE DESCRIPCIÓN DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS BIM: Iniciativa 5

1.- Título o nombre de la iniciativa:

Iniciativa estratégica 5. Plan de ajuste de los procesos de gestión de proyectos públicos de construcción.

2.- Objetivo: ¿Cuál es el objetivo del proyecto?

2.1.- Objetivo General

Realizar ajustes a los procesos de licitación de los proyectos de construcción de manera que se ajusten a los requerimientos que impone trabajar en un entorno BIM.

2.2.- Objetivos Específicos.

Realizar ajustes a los procesos de licitación de los proyectos de construcción de manera que se ajusten a los requerimientos que impone trabajar en un entorno BIM.

Cambiar los reglamentos con que opera el Registros de Contratista y Consultores del MOP.

3.- Entidades involucradas en la Iniciativa

Responsables involucrados (Organismos públicos, empresas):

Organismos públicos.

4.- Brechas afectadas por la iniciativa; ¿Qué brechas apunta a resolver o mitigar el proyecto?

BRECHAS

1. Brecha estructural 4 Cultura de desarrollo fraccionado de procesos constructivos con bajo nivel de trabajo colaborativo.
2. Brecha estructural 6 Marcos contractuales y normativos no aptos para trabajo colaborativo BIM (público y privado).
3. Brecha estructural 10 Inexistencia de bases técnicas estandarizadas para la licitación de proyectos públicos.
4. Brecha demanda educacional 1 Bajo nivel de profesionales capacitados en BIM.

5.6 FICHA DE DESCRIPCIÓN DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS BIM: Iniciativa 6

1.- Título o nombre de la iniciativa:

Iniciativa estratégica 6. Plan de capacitación mandantes públicos y contrapartes técnicas de proyectos.

2.- Objetivo: ¿Cuál es el objetivo del proyecto?

2.1.- Objetivo General

Lograr que en todas las dependencias públicas donde se diseñen, liciten y controlen proyectos de construcción ejecutados por terceros, existan profesionales con las competencias requeridas para cumplir sus roles a satisfacción.

2.2.- Objetivos Específicos.

Lograr la cobertura geográfica a nivel de Municipalidades.

3.- Entidades involucradas en la Iniciativa

Responsables involucrados (Organismos públicos, empresas):

Organismos públicos.

4.- Brechas afectadas por la iniciativa; ¿Qué brechas apunta a resolver o mitigar el proyecto?

BRECHAS

1. Brecha educacional genérica 1 Brecha etaria de conocimiento tecnológico
2. Brecha educacional genérica 2 Desconocimiento de BIM a nivel transversal en la cadena de valor de la construcción.
3. Brecha educacional genérica 7 Falta de conocimiento BIM de mandantes privados y públicos.
4. Brecha educacional genérica 8 Falta de profesionales con conocimiento BIM a nivel de servicios públicos descentralizados.
5. Brecha estructural 4 Cultura de desarrollo fraccionado de procesos constructivos con bajo nivel de trabajo colaborativo.
6. Brecha estructural 10 Inexistencia de bases técnicas estandarizadas para la licitación de proyectos públicos.
7. Brecha demanda educacional 1 Bajo nivel de profesionales capacitados en BIM.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

- 8. Brecha demanda educacional 3 Déficit de profesionales capacitados BIM en regiones.
 - 9. Brecha demanda educacional 6 Bajo nivel de profesionales capacitados en universidades y CFT-IP.
-

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

5.7 FICHA DE DESCRIPCIÓN DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS BIM: Iniciativa 7

1.- Título o nombre de la iniciativa:

Iniciativa estratégica 7. Plan de fomento a la oferta de capacitación BIM – Regiones y especialidades.

2.- Objetivo: ¿Cuál es el objetivo del proyecto?

2.1.- Objetivo General

Cerrar las brechas de oferta de capacitación de forma de no ahondar en desequilibrios de capacidades entre el nivel central y regiones.

2.2.- Objetivos Específicos.

Entregar las competencias necesarias y así crear las capacidades requeridas para dictar los nuevos cursos que se incluirán en las mallas curriculares.

Ofrecer programas de financiamiento flexible de infraestructura educacional BIM.

3.- Entidades involucradas en la Iniciativa

Responsables involucrados (Organismos públicos, empresas):

Organismos públicos, universidades, IP-CFT, organismos de capacitación

4.- Brechas afectadas por la iniciativa; ¿Qué brechas apunta a resolver o mitigar el proyecto?

BRECHAS

1. Brecha educacional genérica 3 Déficit de instrumentos de fomento a la capacitación BIM.
2. Brecha educacional genérica 8 Falta de profesionales con conocimiento BIM a nivel de servicios públicos descentralizados.
3. Brecha estructural 5 Déficit de colaboración y coordinación público-privada-academia.
4. Brecha oferta educacional 1 Baja oferta de cursos de pregrado que consideren BIM a nivel profesional y técnico profesional.
5. Brecha oferta educacional 2 Baja profundidad en los contenidos BIM de pregrado, se enfocan en modelamiento.
6. Brecha oferta educacional 3 Falta de contenidos de formación BIM a nivel de pregrado técnico y profesional en especialidades de construcción y operación.
7. Brecha oferta educacional 4 Baja oferta de programas de formación BIM de pregrado técnico CFT-

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

IP en regiones.

8. Brecha oferta educacional 5 Baja oferta de programas de diplomado BIM a nivel regional.
9. Brecha oferta educacional 6 Baja penetración de certificación de conocimientos BIM en programas de pregrado.
10. Brecha oferta educacional 7 Falta de oferta de cursos que integren trabajo colaborativo en ambientes BIM a nivel de pregrado técnico-universitario.
11. Brecha demanda educacional 1 Bajo nivel de profesionales capacitados en BIM.
12. Brecha demanda educacional 3 Déficit de profesionales capacitados BIM en regiones.
13. Brecha demanda educacional 5 Déficit de fuentes de financiamiento para capacitación en BIM,
14. Brecha demanda educacional 7 Baja percepción de beneficios salariales afecta la demanda por capacitación BIM.

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES

PLAN BIM: MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

5.8 FICHA DE DESCRIPCIÓN DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS BIM: Iniciativa 8

1.- Título o nombre de la iniciativa:

Iniciativa estratégica 8. Plan de incentivos para la certificación BIM de empresas y profesionales.

2.- Objetivo: ¿Cuál es el objetivo del proyecto?

2.1.- Objetivo General

Potenciar la demanda por Certificación BIM tanto de profesionales como de empresas

2.2.- Objetivos Específicos.

Potenciar la creación de capital humano apto para implementar BIM en las zonas, regiones y/o especialidades donde existan déficit de oferta de profesionales aptos para tal efecto

3.- Entidades involucradas en la Iniciativa

Responsables involucrados (Organismos públicos, empresas):

Organismos públicos, empresas privadas.

4.- Brechas afectadas por la iniciativa; ¿Qué brechas apunta a resolver o mitigar el proyecto?

BRECHAS

1. Brecha educacional genérica 1 Brecha etaria de conocimiento tecnológico.
2. Brecha educacional genérica 3 Déficit de instrumentos de fomento a la capacitación BIM.
3. Brecha estructural 5 Déficit de colaboración y coordinación público-privada-academia.
4. Brecha oferta educacional 6 Baja penetración de certificación de conocimientos BIM en programas de pregrado.