

# LA DIFUSIÓN Y MASIFICACIÓN DE BIM EN LA INDUSTRIA: EL CASO CHILENO

Mauricio Loyola

*Departamento de Arquitectura*

*Universidad de Chile*

## RESUMEN

Este artículo muestra el proceso de difusión y masificación de BIM en Chile a partir de dos estudios cuantitativos realizados en 2011 y 2013. En particular, se analiza el rol que un grupo de empresas privadas de servicios externos de modelación y coordinación BIM han tenido estimulando la masificación de la tecnología.

## 1. INTRODUCCIÓN

Existe abundante evidencia académica y profesional que demuestra que los mayores beneficios del uso de BIM en proyectos de edificación se obtienen cuando todos los miembros del equipo profesional trabajan generando, compartiendo y usando colaborativamente la información técnica del proyecto a través de un modelo único, integrado y centralizado (ACG, 2010; Aranda-Mena et al., 2008; Azhar et al., 2008; Eastman et al., 2008; Gu et al., 2008; Kiviniemi, 2008; McGraw-Hill, 2012; entre otros).

Sin embargo, en países o industrias con un nivel inicial de penetración de BIM es difícil encontrar equipos completos de profesionales con las suficientes capacidades técnicas para participar de un proceso así.

Según explica Rogers (1995), el proceso de difusión de innovaciones tecnológicas comienza con un número reducido de innovadores, aventureros y líderes tecnológicos que adoptan experimentalmente una tecnología y que luego, progresivamente, va creciendo en la medida que el resto de la población se entusiasma al percibir los beneficios recibidos por los primeros usuarios.

Pero en el caso de BIM, cuando sólo un grupo de aventureros utiliza la tecnología de manera aislada, los beneficios que ellos obtienen son inferiores a los que alcanzarían con un trabajo integrado y colaborativo, y por lo tanto, podrían no ser lo suficientemente atractivos como para entusiasmar a aquellos más

renuentes. Es, por ejemplo, el caso típico de un estudio de arquitectos que utiliza BIM únicamente para sus procesos internos de visualización y generación de documentación planimétrica, pero no para la modelación y coordinación de instalaciones o para la planificación y simulación 4D de la fase de construcción.

Para enfrentar este problema, la experiencia internacional muestra diversas estrategias de difusión, impulso y masificación de BIM, siendo todas coincidentes en una participación relevante, coordinada y comprometida entre los principales actores públicos y privados de la industria (Wong et al., 2009, 2010).

Por ejemplo, en Estados Unidos, el gobierno, apoyado por asociaciones profesionales y universidades, utilizó su poder de cliente para impulsar la industria por medio del requerimiento de uso progresivo, pero obligatorio, de BIM en proyectos públicos licitados por la General Services Administration [GSA] y en proyectos militares desarrollados por el U.S. Army Corps of Engineers [USACE] (Hagan et al., 2009; USACE, 2006). En la región escandinava -que ostenta uno de los mayores índices de uso de BIM en el mundo- los gobiernos de Finlandia (a través de Senaatti-kiinteistö) y Noruega (a través de Statsbygg), en conjunto con el sector privado y académico (a través de buildingSMART Nordic) desarrollaron estándares obligatorios de entrega de información IFC para proyectos públicos (Karlshoj, 2014). En Australia, una asociación entre sectores gremiales, públicos y académicos (entre ellos, el Australian Institute of Architects y Cooperative Research Center) ha liderado el proceso de difusión

tecnológica, desarrollando proyectos de educación, investigación y regulación sectorial (Fussell et al., 2009). En Singapur, Suecia, Dinamarca o Reino Unido pueden encontrarse iniciativas similares.

Este artículo muestra una aproximación diferente. En Chile, el uso de BIM ha sido impulsado por un grupo pequeño de empresas privadas que vieron en el bajo desarrollo tecnológico de la industria una oportunidad para ofrecer servicios externos de creación y gestión de modelos BIM para equipos profesionales que no cuentan con el conocimiento tecnológico. Gracias a estas empresas, los beneficios del uso integrado de BIM se hicieron visibles y alcanzables para todos, y así, sin pretenderlo, se convirtieron en los agentes claves para entusiasmar al resto de la población a adoptar internamente y difundir la tecnología en el país.

## 2. ANTECEDENTES

En Chile, el nivel de utilización de tecnologías de información en el sector de edificación es limitado. Si bien el uso de CAD es masivo, se trata, en general, de un uso elemental o básico. No existen estándares digitales CAD nacionales ni sectoriales, ni tampoco la legislación chilena permite la entrega de información digital a entidades públicas para aprobación de permisos de construcción. Los problemas de descoordinación, incongruencias y falta de información derivados de malas prácticas de transferencia de información digital son recurrentes (Loyola, 2008).

La tecnología BIM existe en Chile desde fines de los 90 (Graphisoft, 1999), pero no fue hasta la primera mitad de la década del 2000, con la introducción de Autodesk Revit Architecture, que comenzó un proceso generalizado de difusión y crecimiento en el país. No obstante, se trató de un uso aislado en un puñado de oficinas de arquitectura y construcción, y sólo de manera parcial, limitado, no integrado ni colaborativo.

Desde 2005 el uso de BIM comenzó a expandirse en empresas de Gerenciamiento de Proyectos (Project Management) y de Inspección Técnica de Obras. Acostumbradas a los problemas de descoordinación, incongruencias y falta de información en los proyectos, estas empresas decidieron utilizar la tecnología para administrar e inspeccionar de mejor manera los

proyectos. Desarrollaron equipos internos de modeladores BIM que asumieron toda la carga de creación y gestión de modelos BIM únicos, integrados y colaborativos para los proyectos, sin necesidad que los proyectistas y el resto del equipo profesional dominara la tecnología. A pesar del costo que implica mantener un equipo especial dedicado a construir los modelos BIM, las reducciones de costo en obra probaron ser mayores. El mercado reaccionó con rapidez y en 2010 ya existían docenas de empresas privadas que ofrecían servicios externalizados de modelación y coordinación BIM. Sin pretenderlo, estas empresas permitieron (y continúan permitiendo) que empresas de arquitectura, ingeniería o construcción conozcan y prueben los beneficios de BIM sin necesidad de asumir los costos (y riesgos) de implementar la tecnología internamente. Más aún, tal como explica Rogers, en la medida que los beneficios se han hecho visibles, más y más empresas han decidido adoptar la tecnología, desencadenándose un proceso de difusión a nivel nacional de la tecnología que continúa hasta hoy, y que, irónicamente, conlleva una demanda cada vez menor por servicios externos de modelado BIM.

## 3. METODOLOGÍA

Este artículo ilustra este proceso de difusión de BIM a partir de 2 estudios cuantitativos desarrollados en 2011 y 2013.

El primer estudio, desarrollado en Abril de 2011, consistió en una encuesta de alcance nacional destinada a medir el nivel de adopción de BIM en Chile y detectar factores influyentes en su masificación futura. Constó de un cuestionario web, autoadministrado, adaptativo, de 18 ítemes variables, distribuido en oficinas de arquitectura, ingeniería y construcción inscritas en el Registro Nacional de Contratistas del Ministerio de Obras Públicas de Chile. Se obtuvieron 161 respuestas de oficinas, con un margen de error menor al 7% para un 90% de confianza. Detalles de este estudio se encuentran en Loyola y Urrutia (2012).

El segundo estudio, desarrollado en Octubre de 2013, consistió en una encuesta de alcance nacional destinada a caracterizar más profundamente el estado a la fecha de adopción de BIM en Chile. Constó

de un cuestionario web, autoadministrado, adaptativo, de 36 ítems variables, distribuido en oficinas de arquitectura, ingeniería y construcción inscritas en los registros de la Cámara Chilena de la Construcción, del Colegio de Arquitectos, del Colegio de Ingenieros y de la Corporación de Desarrollo Tecnológico de Chile. Se recibieron 810 respuestas, de 14 ciudades diferentes, con un margen de error menor al 4% para un 95% de confianza. Detalles de este estudio se encuentran en Loyola (2013).

Es necesario hacer dos precisiones metodológicas. Primero, es conservador considerar que en una encuesta online y autoadministrada los datos podrían estar sesgados positivamente, ya que es probable que quienes estén interesados en el tema del estudio respondan más que quienes no lo están. No obstante, los métodos de muestreo usados en estos estudios cumplen con el benchmark en la industria internacional para estudios equivalentes (Mc-Graw Hill, 2012 y similares). Segundo, ambos estudios no son estadísticamente comparables en resultados individuales de ítems, ya que sus metodologías de muestreo no son totalmente idénticas. Por lo tanto, no se ofrecen datos cuantitativos de tendencia, tales como crecimiento o razones de cambio. No obstante, estos estudios sí son útiles para caracterizar la industria en dos momentos distintos, y desde ahí, comprender el rumbo que ha seguido el proceso de difusión y masificación de BIM en Chile.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Resultados de caracterización de uso de BIM en 2011

Un 25% de los respondientes manifestaron ser usuarios de BIM, en cualquier nivel de uso. De este porcentaje, más de la mitad (53%) son oficinas de arquitectura. Un considerable 13% de respondientes señalaron ser “usuarios indirectos” de BIM; es decir, quienes han subcontratado el modelamiento y coordinación BIM a empresas de gerenciamiento de proyectos, ITOs o empresas especialistas en modelación BIM (Figura 1).

El software más usado es Autodesk Revit Architecture (53%), pero seguido muy de cerca por Graphisoft ArchiCAD (47%). Todos los otros productos muestran usos menores al 6%.

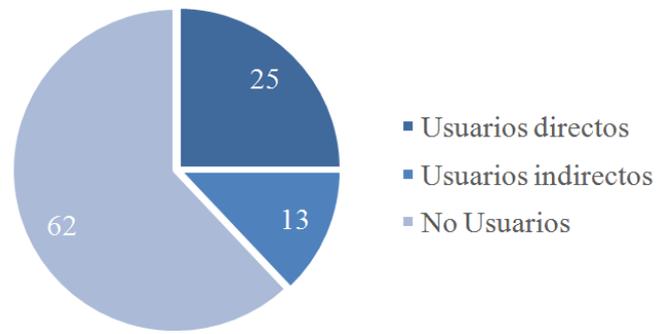


Fig. 1 Cantidad de usuarios directos, indirectos y no usuarios en 2011

En los usuarios directos, es decir, quienes usan la tecnología internamente, el principal uso de la tecnología es la visualización durante el diseño (88%) y la producción de documentos de construcción. La coordinación de especialidades es reducida (44%), y otras funciones más avanzadas son muy minoritarias (cubicaciones 12%, programación de obras 6%) (Figura 2). En cambio, en los usuarios indirectos, el uso principal es la coordinación de especialidades (100%) y las funciones avanzadas tienen un uso mayor (cubicaciones 36%, programación de obras 29%).

Los respondientes indicaron que las principales razones para fomentar la implementación masiva de BIM son: que sea usado por otros profesionales de otras empresas (79%), que sea necesario para trabajar con otros profesionales de nuestra empresa (71%), que sea requerido por el cliente (60%) o que se integren profesionales capacitados a la empresa (60%). Interesantemente, se trata sólo de razones sociales. Los factores técnicos o económicos (costo de software, interoperabilidad, costo capacitación, etc.) no fueron significativos en ningún segmento.

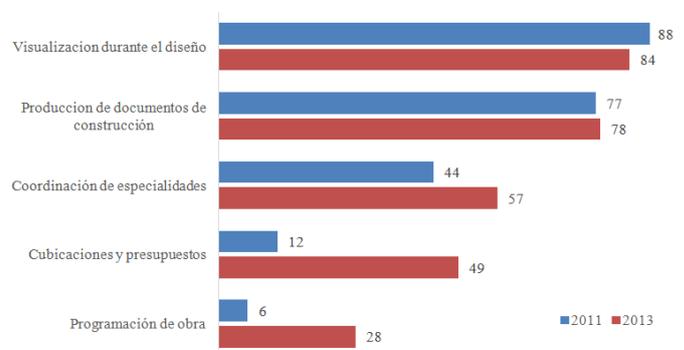


Fig. 2 Factores influyentes para la masificación de BIM, 2011 y 2013

El nivel de satisfacción con la tecnología es un dato interesante: entre los usuarios directos es de 8.7 (escala de 1 a 10), mientras que para usuarios indirectos es sólo 7.0. Entre los usuarios que utilizan BIM para funciones avanzadas el nivel de satisfacción se dispara a 9.2 (Figura 4).

#### 4.2 Resultados de caracterización de uso de BIM en 2013

Un 37% de los respondientes manifestaron ser usuarios de BIM, manteniéndose a los arquitectos como el grupo más activo (45%). La cantidad de usuarios indirectos es considerablemente menor (2%), siendo los constructores los principales (4%) y los arquitectos los menores (1%) (Figura 3).

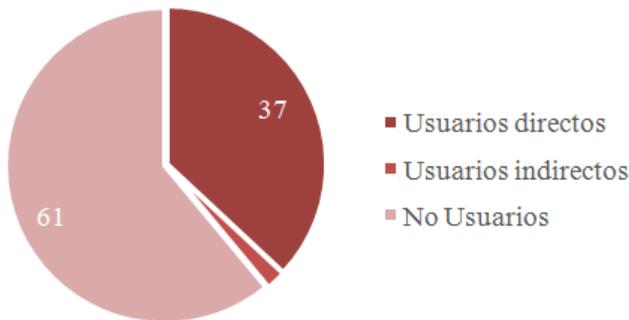


Fig. 3 Cantidad de usuarios directos, indirectos y no usuarios en 2013

El liderazgo de Autodesk Revit Architecture está consolidado (77%), seguido de Graphisoft ArchiCAD (31%) y, más de lejos, Tekla Structures (5%) y Bentley Architecture (3%). Notablemente, Autodesk Navisworks, un software orientado a la coordinación de proyectos, destaca con un 40% de uso.

Los principales usos se mantuvieron: visualización durante el diseño (84%) y la producción de documentos de construcción (78%). Sin embargo, entre los usuarios directos las funciones más complejas tienen una participación mayor: coordinación de especialidades (57%), cubicaciones (49%) y programación de obras (28%) (Figura 2).

Los factores percibidos como más influyentes para masificar el uso de BIM son tanto sociales como técnicos-económicos: que otros profesionales los usen (75%), que el software tenga menor costo (70%), que se regule como documento oficial de

proyecto (68%) o que exista un estándar o norma local (65%).

El nivel de satisfacción general de los usuarios directos es de 8.4 (en una escala de 1 a 10), siendo los coordinadores BIM (8.9), los ingenieros estructurales (8.7) y los arquitectos (8.4) los segmentos con mejor percepción. Entre usuarios indirectos, el nivel de satisfacción es sólo 5.9 (Figura 4).

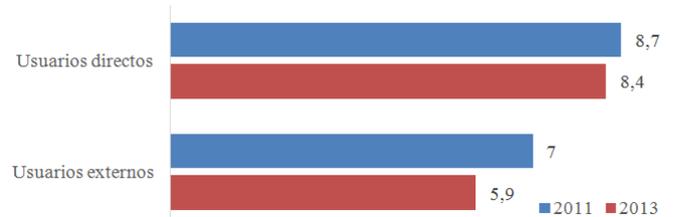


Fig. 4 Nivel de satisfacción con la tecnología (escala 1 a 10), 2011 y 2013

#### 5. DISCUSIÓN

Los datos describen un crecimiento de BIM, transversal a todos los grupos profesionales, caracterizado por un aumento de usuarios directos y una disminución de usuarios indirectos. En otras palabras, la industria transita desde un uso basado en la subcontratación de empresas externas de servicios de modelado y coordinación BIM hacia un uso basado en la implementación propia en cada empresa. Notablemente, la proporción de no usuarios es similar en ambos estudios (~60%), lo que no necesariamente significa que se trate del mismo grupo de personas.

Se observa que el crecimiento de los usuarios directos está aparejado con una sofisticación del uso de la tecnología. En 2011, la mayoría de los usuarios directos utilizaba sólo funciones básicas, siendo las aplicaciones más avanzadas realizadas únicamente por empresas externas. En cambio, en 2013, por lo menos la mitad de los usuarios directos realizaba funciones avanzadas, incluyendo las aplicaciones que antes eran exclusivas a empresas externas (e.g. coordinación de especialidades, cubicaciones o presupuestos).

La teoría señala que, si bien el uso indirecto de BIM a través de una empresa externa es beneficioso, el uso de manera directa –sin intermediarios– es más beneficioso aún. Los resultados son concordantes: los usuarios directos se sienten más satisfechos con

la tecnología que los usuarios indirectos, en todas las mediciones. Más aún, el nivel de satisfacción de los usuarios indirectos decayó en el período estudiado, mientras que el nivel de satisfacción de usuarios directos se mantuvo constante o creció en ciertos segmentos. Esto podría deberse a que en una industria con BIM más difundido los clientes indirectos están más informados y son más exigentes con las empresas externas que subcontratan.

Junto con el claro crecimiento de los usuarios directos y avanzados de BIM, los resultados también muestran una transformación de las necesidades y requerimientos de la industria para impulsar su desarrollo. En 2011, los principales factores señalados como necesarios para estimular la implementación masiva de BIM fueron de tipo social (i.e. que otros profesionales usen BIM). Los profesionales y empresas necesitaban ver que la transformación hacia BIM se trataba de una tendencia general de la industria y que el inherente riesgo de cambio era compartido por todos. En cambio, en 2013, con una industria más asumida en la masificación de BIM, los factores técnicos-económicos comienzan a ser percibidos como relevantes (i.e. que exista una norma o estándar local).

Este estudio también muestra una consolidación de Autodesk Revit por sobre otras opciones de software, notablemente Graphisoft ArchiCAD, lo que en parte puede explicarse por el dominio absoluto que Autodesk tiene en Chile con su producto AutoCAD.

La transformación que se observa en la industria parece sugerir que, en un comienzo, las empresas proveedoras de servicios BIM permitieron a profesionales sin conocimiento acceder a los beneficios de la tecnología en un uso integrado y colaborativo. Aunque el uso de BIM de manera indirecta es menos eficiente que su uso directo por parte del equipo de proyecto, las reducciones de costos en obra probaron ser mayores. En comparación con los usuarios directos iniciales, los beneficios de las empresas externas eran mayores, más atractivos y más visibles. Esto desencadenó el interés de profesionales y empresas que comenzaron a implementar la tecnología de manera interna y a utilizarla de manera directa, con funciones cada vez más avanzadas, integradas y colaborativas. La demanda por servicios externos se redujo, como también su evaluación de satisfacción.

La industria, en general, comenzó a transitar hacia una mayoría de usuarios directos y avanzados, que explotan los beneficios de la creación y utilización de modelos BIM integrados y colaborativos.

A pesar de este crecimiento, se observa que el principal desafío es aumentar la cantidad total de usuarios, especialmente atrayendo a quienes no son usuarios (ni directos ni indirectos), y que probablemente no conocen los beneficios que conlleva la tecnología

## 6. CONCLUSIONES

Este artículo muestra el proceso de difusión y masificación de BIM en Chile a partir de dos estudios cuantitativos realizados en 2011 y 2013. En particular, se analiza el rol que un grupo de empresas privadas de servicios externos de modelación y coordinación BIM han tenido estimulando la masificación general de la tecnología.

Aunque los resultados no son totalmente concluyentes, pues se requiere un estudio longitudinal de mayor duración para establecer correlaciones claras, los datos sugieren que existe un crecimiento de BIM en la industria caracterizado por un tránsito desde un uso externo, basado en la subcontratación de servicios de modelamiento, hacia un uso directo y avanzado. Las empresas externas proveedoras de servicios BIM disminuyen su participación en el mercado y caen en su evaluación de satisfacción, mientras que los usuarios directos crecen en número y proporción, comienzan a utilizar funciones avanzadas e integradas de la tecnología y mantienen o crecen en su evaluación de satisfacción.

Los datos parecen apuntar a que las empresas externas de servicios de modelamiento y coordinación BIM han jugado un papel clave en la difusión de la tecnología, especialmente en un primer momento, al visibilizar y permitir a equipos profesionales acceder a los beneficios que se alcanzan con el uso integrado y colaborativo de la tecnología. Pero tan pronto como la mayoría de usuarios comienza a implementar internamente la tecnología, entonces los servicios de las empresas externas se hacen redundantes. A pesar de esto, se observa que el principal desafío es disminuir el grupo mayoritarios de no usuarios, especialmente aquellos que todavía no conocen los beneficios de la tecnología.

## 7. REFERENCIAS

- Allen Consulting Group [ACG] (2010). Productivity in the buildings network: assessing the impacts of Building Information Models. Report to the Built Environment Innovation Council. Sydney: Allen Consulting Group Pty Lt.
- Aranda-Mena, G.; Crawford, J.; Chevez, A. y Froese, T. (2008). Building Information Modelling Desmystified: Does it make business sense to adopt BIM?. Proceedings of the CIB W78 International Conference on Information Technology in Construction, Santiago, Chile.
- Azhar, S.; Hein, M. y Sketo, B. (2008). Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges. Proceedings of the 44th ASC Annual Conference, Auburn (Alabama), EEUU, 2-5 Abril..
- Eastman, C.; Teichholz, P.; Sacks, R.; and Liston, K. (2008). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. Hoboken: John Wiley and Sons.
- Fussell, T.; Beazley, S. y Aranda-Mena, G. (2009). CRC-CI Project 2007-002-EP: National BIM Guidelines and Case Studies. buildingSMART National Conference, Septiembre.
- Graphisoft (1999). Graphisoft Signs Agreement to Acquire Archisoft S. A., Chile, to Form Its Eighth Worldwide Subsidiary. Comunicado de prensa. Budapest, Hungría, 17 de Junio. Disponible en: [http://www.graphisoft.com/info/news/press\\_releases/chile.html](http://www.graphisoft.com/info/news/press_releases/chile.html) [Recuperado 12 de Agosto de 2014].
- Gu, N.; Singh, V.; London, K.; Brankovic, L. y Taylor, C. (2008). Adopting Building Information Modeling (BIM) as Collaboration Platform in the Design Industry. Proceeding of the 13th Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia, Chiang Mai (Tailandia), 9-12 Abril.
- Hagan S.; Ho, P. y Matta, C. (2009). BIM: The GSA Story. Journal of Building Information Modeling, Spring, 28-29.
- Karlshoj, J. (2014) Statements and Guidelines supporting open standards in the construction industries. buildingSMART International User Group.
- Kiviniemi, A. (2008). Benefits of Building Information Modeling. Presentation at buildingSMART Conference, Estocolmo (Suecia), 17-18 Septiembre.
- Loyola, M. (2008). La normalización del dibujo CAD en la producción de documentación técnica de arquitectura y construcción en Chile. XII Congreso Internacional de Grafica Digital, Sociedad Iberoamericana de Grafica Digital (SiGraDi), 1-5 Dic, La Habana, Cuba
- Loyola, M. (2013). Encuesta Nacional BIM 2013: Informe de Resultados. Departamento de Arquitectura, Universidad de Chile.
- Loyola, M. y Urrutia, R. (2012) Desafíos y propuestas para la implementación masiva de BIM en Chile. XVI Congreso Internacional de Grafica Digital, Sociedad Iberoamericana de Grafica Digital (SiGraDi), 13-16 Nov, Fortaleza, Brasil.
- McGraw-Hill Construction (2012). SmartMarket Report: The Business Value of BIM in North America: Multi-Year Trend Analysis and User Ratings (2007–2012). Bedford, MA: McGraw-Hill Construction.
- Rogers, E. M. (1995). Diffusion of innovations (4ta ed.). New York: The Free Press (Simon and Schuster).
- U.S. Army Corps of Engineers [USACE] (2006) Building Information Modeling (BIM): A Road Map for Implementation to Support MILCON Transformation and Civil Works Projects within the U.S. Army Corps of Engineers. Document ERDC TR-06-10 Omaha: Engineering Research and Development Center.
- Wong, A.K.D.; Wong F.K.W y Nadeem, A. (2009). Comparative roles of major stakeholders for the implementation of BIM in various countries. Proceedings of the International Conferences on Changing Roles: New Roles, New Challenges, Noordwijk Aan Zee (Países Bajos), Octubre 5-9
- Wong, A.K.D.; Wong F.K.W y Nadeem, A. (2010). Attributes of Building Information Modeling Implementations in Various Countries. Architectural Engineering and Design Management, Special Issue: Integrated Design and Delivery Solutions, 288-302.