



Aprendizaje de los roles de los agentes BIM en la organización de proyectos

Learning the roles of BIM agents in project management

Carolina Piña Ramírez ^{1*}, Sheila Varela Lujan ², Patricia Aguilera Benito ³, Alejandra Vidales Barriguete ³

¹ Departamento de Construcciones Arquitectónicas y su Control, Escuela Técnica Superior de Edificación, Universidad Politécnica de Madrid. España

² Doctoranda del programa de Innovación Tecnológica en Edificación. Escuela Técnica Superior de Edificación, Universidad Politécnica de Madrid. España

³ Departamento de Tecnología de la Edificación, Escuela Técnica Superior de Edificación, Universidad Politécnica de Madrid. España

* Corresponding author email: email: carolinapina@upm.es

Recibido: 10/02/2017 | Aceptado: 15/04/2017 | Fecha de publicación: 30/04/2017
DOI:10.20868/abe.2017.1.3511

TITULARES

- La metodología BIM debe instaurarse en las aulas universitarias
- BIM es una evolución del trabajo colaborativo en todas las partes de un proyecto
- Los alumnos deben distinguir los diferentes roles de su profesión desde el inicio

HIGHLIGHTS

- BIM methodology must be established in university classrooms
- BIM involves an evolution of collaborative work in every part of a project
- Students must distinguish the different roles of their profession from the beginning

RESUMEN

Actualmente la metodología BIM se está desarrollando en todas las ramas de la construcción e ingeniería. La Unión Europea con la Directiva 2014/24/UE marca un hito en el mercado, recomendando a los estados miembros el uso de BIM en sus proyectos, y España, por su parte está en fase de desarrollo de una transposición de esa directiva para implantar esa metodología, con el Ministerio de Fomento. Esta transformación del sector nos lleva a la necesidad de instituir profesionales de calidad cuya formación sea la competente para la inmersión en el mercado profesional existente. Por ello, el propósito de este artículo es exportar a la universidad el conocimiento de la relación entre las implicaciones de los agentes intervinientes en la metodología BIM y las fases de un proyecto. Este trabajo tiene como finalidad de conseguir una mejora en la enseñanza del Graduado en Ingeniería de la Edificación de la Universidad Politécnica de Madrid, hacia el cambio BIM.

Palabras clave: *BIM; Proyectos; Organización; Educación superior.*

ABSTRACT

Currently the BIM methodology is being developed in all branches of construction and engineering. The European Union with the Directive 2014/24/EU set a benchmark in the market, recommending to Member States the use of BIM in projects. Spain is actually in the process of developing a transposition of that directive to implement that methodology. This sector transformation makes it necessary to train professionals with adequate training to be immersed in the market. Therefore, the aim of this article is to export to the university the knowledge of the relationship between the implications of the intervening agents in the BIM methodology and the phases of a project. This has the purpose of obtaining an improvement in the teaching of the Graduate in Engineering of the Building of the Polytechnic University of Madrid, towards the BIM change.

Keywords: *BIM; Project; Organization; Higher education.*

1. INTRODUCCIÓN

El BIM es una estructura organizativa funcional que da valor a la colaboración en edades tempranas del proyecto hasta el fin del desarrollo del mismo, siendo actualmente una decisión muy eficaz en la construcción de edificios [1].

La Directiva 2014/24/UE [2] sobre Contratación Pública de la Unión Europea recomienda a los estados miembros el uso de la metodología BIM en los proyectos financiados con fondos públicos a partir de abril de 2016 [3], por lo que

se hace fundamental el conocimiento de esta materia por parte de los estudiantes y futuros profesionales [4].

Las claves del trabajo con BIM son la involucración de todos los miembros del equipo desde un primer momento, facilitando la comunicación y utilizando mecanismos que favorezcan una colaboración abierta [5]. También se minimiza el uso del papel utilizando herramientas 3D, a través de las cuales se permite encontrar interferencias antes de su ejecución.

El BIM es una tecnología relativamente novedosa en España, porque aunque tiene más de 20 años, cuenta con poca implantación a nivel nacional, aunque su crecimiento es muy rápido, y con una amplia difusión fuera de España.

Estudios recientes muestran que las herramientas BIM únicamente están siendo utilizadas en la etapa de diseño de edificios residenciales, habiendo aún pocos casos en los que se aplica en las etapas de construcción, operación y mantenimiento o en otros tipos de proyectos [6].

En julio de 2015 se constituyó la Comisión es.BIM, impulsada por el ministerio de Fomento, con el fin de impulsar la implantación de la metodología Building Information Modeling [7] en el sector español de la construcción.

Cabe aclarar, que aunque la introducción de la metodología BIM ha sido lenta en España, internacionalmente parece ser definitiva entre profesionales y universidades [8].

En el ámbito universitario ha existido mucha desinformación sobre la metodología BIM y sus aplicaciones hasta ahora. En muchas ocasiones se ha entendido al BIM como un simple sustituto del CAD y eso daba lugar a un gran retraso en su implementación en las universidades [9].

Por lo tanto, resulta fundamental formar a los futuros agentes de la industria de la construcción, tanto en el software BIM como en su metodología de trabajo colaborativo, ya que serán los responsables del proceso edificatorio. [9]

El objeto del presente estudio es la integración en el ámbito docente de la Universidad de los roles que ejercen los diferentes agentes BIM

intervinientes en la organización de proyectos, con el fin de que los alumnos conozcan de antemano las posibles salidas profesionales.

Con ello también se pretende una motivación más cercana a la realidad, que al ser más concreta produzca una mejora en los resultados de la formación de BIM.

Es necesario que los alumnos adquieran capacidades basadas en procesos BIM complementando a las tradicionales, de manera gradual y a medida que avanzan en sus estudios, ya que les permitirá ser competentes en el futuro [10].

El público objetivo al que se refiere el presente artículo son los alumnos de Grado en Ingeniería de la Edificación de la Universidad Politécnica de Madrid, y concretamente se propone la incorporación de estos conocimientos como parte de la asignatura de Gestión del Proceso Edificatorio, en el 4º curso de dicho grado.

2. METODOLOGÍA

Esta investigación se ciñe al ámbito docente de los estudios de Ingeniería de la Edificación.

Desde los estudios de Ingeniería de la Edificación de la Universidad Politécnica de Madrid se ha detectado que las empresas con las que se colabora a través de las prácticas curriculares demandan cada vez más profesionales cualificados y conocedores de la filosofía BIM para desarrollo de proyectos de edificación.

Por esta razón es necesario transmitir el conocimiento de la implicación de los distintos agentes BIM al alumnado y para conseguirlo es preciso introducir en el aprendizaje los

conocimientos adecuados de las fases y funciones.

La estructura organizativa de la metodología BIM da valor a la colaboración en las edades tempranas de un proyecto. Las claves de este tipo de colaboración son:

- Involucrar a todos los miembros del equipo.
- Facilitar la colaboración.
- Utilizar mecanismos que permitan una colaboración abierta.
- Minimizar el uso del papel y colaborar digitalmente.
- Colaborar a través de herramientas 3D.
- Encontrar interferencias entre los oficios.
- Crear una cultura de confianza y compartir.

Es por ello que, se realiza un análisis de los distintos agentes BIM que intervienen en la organización del ciclo de vida del proyecto, de cara a que los alumnos sean capaces de conocer y formarse en los nuevos papeles o roles que dicha metodología establece entre los distintos agentes implicados en el sector.

Esto debe plantearse como una meta académica, debido a que estas son las que en mayor medida contribuyen a la predicción del rendimiento. Será necesaria una implicación práctica por parte de los profesores, ya que deben crear un clima de aula en el que las metas académicas como la que aquí se plantea sean predominantes [11].

Debido a que puede resultar complicado e infructuoso pretender enseñar los agentes BIM al alumnado de primeros cursos [12], pues es evidente que no tienen los conocimientos mínimos necesarios para comprenderlo, es

necesario recurrir a integrar la enseñanza de la gestión de obras en BIM en cursos avanzados. Por ello se ha decidido en este estudio proponer la incorporación de estos conocimientos como parte de la asignatura de Gestión del Proceso Edificatorio, en el 4º curso del Grado en Ingeniería de la Edificación, de la Universidad Politécnica de Madrid.

2.1 Fases

Un proyecto de edificación debe gestionarse de forma que al final, se cumplan las exigencias y requisitos establecidos como objetivo [13].

Para gestionar un proyecto, se debe establecer un orden de los procesos del proyecto para que al final se cumplan las exigencias y requisitos establecidos.

Con respecto a la metodología BIM, encontramos estas fases divididas en cinco etapas.

Conceptualización:

Donde el equipo de proyecto expone las ideas iniciales de lo que se requiere y donde se definen las condiciones, requisitos y características del proyecto.

Diseño:

Esta es la fase donde todos los agentes intervinientes en el proyecto colaboran para tomar las mejores decisiones que permitirán que el proyecto se desarrolle de la mejor manera posible para todos. Aquí aparecen las primeras aproximaciones del proyecto.

Generación de documentación y desarrollo:

En esta fase, el proyecto se desarrolla ya con detalle y permite a todos los agentes

intervinientes avanzar en los trabajos, habiendo optimizado los diseños previamente.

Construcción:

Debido a la planificación anterior, esta fase minimiza los cambios y con ello, las pérdidas económicas. Los miembros del equipo utilizan los recursos adecuadamente y la construcción se realiza más eficientemente.

Propietario/Funcionamiento:

Esta es la fase de utilización del edificio. El proyecto es terminado a tiempo y se cumplen las necesidades requeridas en la fase de conceptualización y diseño. Se establece el mantenimiento a lo largo de la vida útil del edificio.

2.2 Agentes

Los roles intervinientes en todos los proyectos son el BIM Manager, como responsable de gestionar a todos los miembros del equipo BIM y de desarrollar y aplicar el Plan de Ejecución BIM (PEB) [14]. Gestiona la información del modelo, las políticas de modelado y el nivel de detalle en cada fase. Este perfil requiere conocimientos en construcción y gestión de proyectos, y trabaja en un entorno de múltiples flujos de información [15]. Únicamente necesita tener un nivel alto en el dominio de las herramientas más utilizadas en BIM.

La parte ejecutiva del BIM Manager es el BIM Coordinator, al que se le exigen las mismas capacidades, y también es responsable de desarrollar, aplicar y gestionar el PEB de un proyecto.

El BIM Modelador es el encargado de realizar el modelado del proyecto y se requiere mayor

conocimiento de construcción y de herramientas de software, esto dependerá de la fase del proyecto y de las especificaciones establecidas en el PEB.

Por otro lado, el BIM Operator es el encargado de la realización de la gestión de los entregables y del intercambio de archivos.

El rol de BIM Analyst es el encargado de realizar simulaciones y análisis de los modelos BIM, haciendo los cálculos específicos que acompañan al modelo y utilizando una herramienta especializada para cada disciplina.

El Content Manager realiza las tareas de gestión de la información que contiene el modelo. Crea los elementos BIM que luego son insertados en los modelos BIM. Necesita menos conocimientos en construcción, pero debe estar especializado en información paramétrica y en las aplicaciones software.

En la fase de construcción el responsable de coordinar el traspaso del modelo en fase de proyecto a fase de obra es la figura Construction BIM Manager, creando flujos de información bidireccionales entre las partes que intervienen en la ejecución de la edificación. Tendrá un equipo de modeladores y operadores a cargo de darle soporte y potestad para desarrollar la edificación.

Uno de los últimos roles que intervienen en un proyecto con BIM es el Facility Manager, que realiza la gestión del edificio en fase de explotación y mantenimiento en un entorno BIM. Su equipo estará formado por distintos modeladores que se encargarán de actualizar el modelo a su tiempo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para llevar a cabo el estudio del organigrama de los agentes en las distintas fases del proyecto de una manera simple en comparación con la tradicional, se simplifican en tres. Fase de Diseño, Fase de Construcción y Fase de explotación.

En la fase de Diseño se engloba la fase de conceptualización, de generación de documentación y desarrollo, y fase de diseño, propiamente dicha. Se buscan las mejores ideas que resuelven de forma óptima la necesidad que se desea cubrir, donde entran todos los parámetros que entran en juego.

En la fase de Construcción únicamente tenemos esta parte, ya que implica varias etapas en sí misma. En esta etapa es importante ajustarse a todo lo indicado en la fase anterior, sobre todo en lo referente a tiempos, costes y materiales.

En la fase de Explotación tenemos la etapa de funcionamiento y utilización por parte del propietario. Aquí se puede ver si el producto realizado cubre las necesidades que se pretendían y si se adapta a todo lo que se habíamos diseñado. Se podrá analizar las desviaciones o subsanaciones que se vayan generando con el uso y el paso del tiempo.

Se realiza un esquema [Fig.1] en el que se representa de manera gradual horizontal, el grado de responsabilidades de cada agente interviniente en el proyecto teniendo en cuenta las tres grandes fases de proyecto, Fase de Diseño, Fase de Construcción y Fase de explotación.

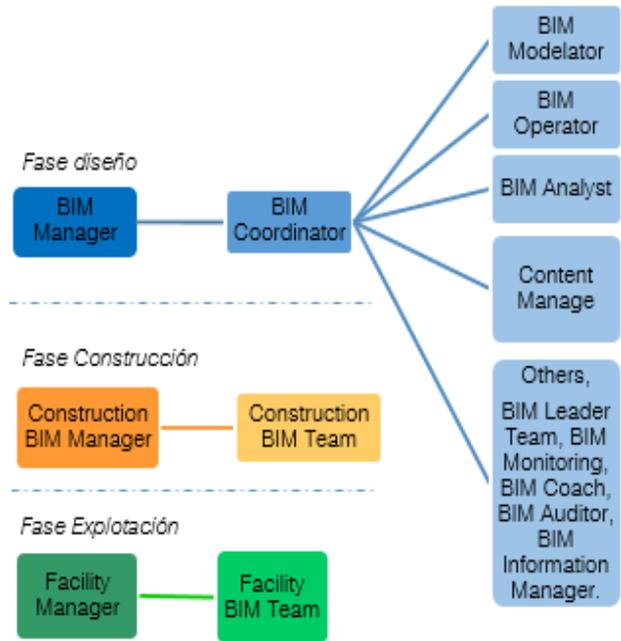


Fig.1. Agentes BIM. Elaboración propia.

BIM AGENTS IN THE PROJECT ORGANIZATION					
ROLES	PROJECT PHASES				
	Concept	Design	Implementation Docs	Construction	Own/Operate
BIM MANAGER					
BIM COORDINATOR					
BIM MODELATOR					
BIM OPERATOR					
BIM ANALYST					
CONTENT MANAGER					
BIM LEADER TEAM					
BIM MONITORING					
BIM COACH					
BIM AUDITOR					
BIM INFORMATION M.					
CONSTRUCTION BIM M.					
FACILITY MANAGEMENT					

Implicación total
Implicación media
Implicación baja

Fig. 2. Agentes BIM intervinientes en la organización de proyectos.

En la figura 2 se recoge un análisis del grado de implicación de los agentes BIM a lo largo de las fases del desarrollo del proyecto tal y como se gestiona con esta metodología.

En esta parte se representan todas las fases desglosadas ya que es necesario distinguir la implicación en cada una de las etapas.

Se representa con un color más oscuro el grado de implicación de cada agente en cada fase. Cuanto más oscuro, más implicación.

Se puede decir que: la implicación total es que en esa fase, ese rol es imprescindible para la toma de decisiones del proyecto. Una implicación media es que la labor de ese se debe tener en cuenta para esa fase de proyecto y una implicación baja es que se tiene que tener en cuenta pero no es fundamental en esa etapa.

Como se puede observar en la tabla [Fig 2.] todos y cada uno de los agentes intervienen en cada una de las fases del proyecto. Cada agente entra en contacto con el proyecto de una manera diferente pero todos tienen algo de implicación en el mismo.

Se verifica que cada perfil requiere de un nivel de conocimientos específico, tanto en construcción como en gestión de proyectos, y que además todos ellos deberán tener una predisposición para trabajar en un entorno con múltiples flujos de información.

Por lo tanto, los alumnos de Grado en Ingeniería de la Edificación, futuros agentes implicados en las distintas fases del proyecto, deberían conocer de ante mano estas relaciones entre los distintos agentes BIM que forman parte del proyecto de una obra.

Se entiende que la asignatura de Gestión del Proceso Edificatorio sería la más adecuada para la implementación de dichos conocimientos, ya que ampliaría los conocimientos en el ámbito de la gestión integral del proceso constructivo.

4. CONCLUSIONES

La incorporación actual de la metodología BIM en la formación universitaria, proporcionará a los estudiantes egresados nuevas oportunidades profesionales, ya que se están creando perfiles profesionales especializados para los nuevos retos del mercado.

La Universidad debe formar profesionales con competencias específicas, que sean capaces de conocer todos los aspectos prácticos y profesionales de la implantación de la metodología BIM, por lo que se deberían revisar los planes de estudio incorporando más competencias en el conocimiento de todos los aspectos de la metodología BIM.

Se propone incorporar los conocimientos analizados en el presente artículo sobre los distintos agentes BIM y su grado de implicación en cada fase del proyecto, en una gran universidad como es la Universidad Politécnica de Madrid, y más concretamente en la asignatura de 4º curso Gestión del Proceso Edificatorio del grado en Ingeniería de la Edificación.

Para poder implementar dicha formación en los estudios de Grado, es también necesario formar e implicar al profesorado sobre la metodología BIM.

El sistema BIM como metodología de gestión, comunicación y trabajo colaborativo, está en proceso de desarrollo y consolidación en nuestro país, por lo que los egresados del Grado en Ingeniería de Edificación tendrán el reto de enfrentarse a un mercado laboral mixto entre el mercado de gestión de proyectos tradicional y el que utiliza la metodología BIM como herramienta de gestión.

En conclusión, es necesario formar a los alumnos en el conocimiento de los diferentes agentes BIM que intervienen en las fases del proceso edificatorio, así como del grado de implicación de los mismos en cada momento de ciclo de vida del proyecto y sus funciones a ejercer.

Toda esta formación posibilitará que el alumno pueda conseguir orientar su perfil profesional, enfocándolo hacia aquella o aquellas figuras que se adapten más a la trayectoria laboral elegida, y poder gestionar eficientemente todo el ciclo de vida de un edificio.

Con la extensión de la utilización de esta herramienta se incrementa la eficiencia, la estimación a largo plazo de los costes de un proyecto y el aumento del control de los flujos de trabajo.

5. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Como sugerencias y futuras líneas de investigación de este trabajo, propone:

- Una mejora en el estudio de la intervención de los agentes en la gestión de proyectos.
- Análisis de los resultados de la implantación de la metodología BIM en la asignatura Gestión del Proceso Edificatorio.

- Incorporación de la metodología BIM en otras asignaturas del Grado de Edificación de la Escuela Técnica Superior de Edificación, tales como construcción y expresión gráfica.

Además, esta implementación puede dar lugar a la creación de una asignatura optativa orientada al Project Manager, de tal manera que los alumnos mejoren su formación de cara a sus salidas profesionales.

REFERENCIAS

- [1] Bryde, D., Broquetas, M., Volm, J.M. (2013). The project benefits of building information modelling (BIM). *Int. J. Proj. Manag.* 31. pp. 971–980.
DOI:<http://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.12.001>
- [2] Unión Europea, Directiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo, D. Of. La Unión Eur. 28.3.2014 (2014) 65–242.
- [3] Oliver Faubel, I. (2016). Integración de la metodología BIM en la programación curricular de los estudios de Grado en Arquitectura Técnica/Ingeniería de Edificación. Diseño de una propuesta. Tesis doctoral. UPV. <http://hdl.handle.net/10251/61294>
- [4] Piedecausa García, B., Mateo Vicente, J.M., Pérez Sánchez, J.C. (2015). Enseñanza de sistemas BIM en el ámbito universitario. EUBIM 2015: Congreso Internacional BIM / Encuentro de Usuarios BIM. València: Editorial Universitat Politècnica de València, 2015. ISBN 978-84-9048-339-8, pp. 93-101
- [5] López Vidal, A. (2016). Una (r)evolución llamada BIM. *Revista Técnica*, 2016, no 974, p. 53.

- [6] Alfaro González, J., Cañizares Montón, J.M., Martínez Carpintero, J.A., Enrique Pérez, P., Valverde Cantero, D. (2016). Estrategia de implantación BIM en Grado en Ingeniería de Edificación. Experiencias y propuestas de la Escuela Politécnica de Cuenca. Spanish Journal of Building Information Modeling 16, pp. 56-65.
- [7] Comisión es.BIM Implantación de BIM en España. Página web: <http://www.esbim.es/> (último acceso 19/04/2017)
- [8] Liébana Carrasco, Ó., Agulló de Rueda, J. (2013). Integración de metodología s-BIM en máster universitario oficial de estructuras en edificación. En EUBIM 2013. Encuentro de usuarios BIM 2013. 1º Congreso Nacional BIM. 2013.
- [9] Maldonado, E. (2016). Estrategias de implantación de enseñanza BIM en estudios de postgrado. Experiencia en la universidad politécnica de Madrid. Spanish Journal of Building Information Modeling, nº 16, pp. 30-39.
- [10] Vázquez Rodríguez, J., Otero-Chans, D., Estévez-Cimadevila J. (2016). Incorporación de herramientas paramétricas para la generación y análisis del modelo virtual del edificio en la formación de los estudiantes de Arquitectura. Spanish Journal of Building Information Modeling, nº 16, p. 22-27.
- [11] Navas Martínez, L., Soriano Llorca, J.A., Holgado Tello, F., Jover Mira, I. (2016). Las metas múltiples: análisis predictivo del rendimiento académico en estudiantes chilenos. Educación XX1, vol. 19, nº 1, pp. 267-285. DOI: 10.5944/educXX1.14225
- [12] Sharag-Eldin, A., Nawari, N. O. (2010). BIM in AEC education. At the 2010 Structures Congress together with the North American Steel Construction Conference in Orlando, Florida (pp. 1676-1688).
- [13] McGraw-Hill Construction (2012). The business value of BIM in North America. Multiyear trend analysis and user ratings (2007-2012). Smart MarketReport.
- [14] Loyola, M. (2013) Encuesta Nacional BIM 2013: Informe de Resultados, Departamento de Arquitectura. Universidad de Chile.
- [15] Bryde, D., Broquetas, M., Volm, J. M. (2013). The project benefits of building information modelling (BIM). International Journal of Project Management, 31(7), pp. 971-980. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.12.001>