



building

SMART

Spanish journal of BIM



nº **16/01**

La Integración de BIM en los Programas de Grado y Postgrado



Spanish journal of BIM



Spanish journal of BIM es una publicación editada por el buildingSMART Spanish Chapter para la investigación y difusión en español de estudios sobre el modelado de la información de los edificios (BIM)

<http://www.buildingsmart.es/journal-sjbim/presentación/>

Información, envío de artículos y publicidad: sjbim@buildingsmart.es

Formato electrónico de la revista: <http://www.buildingsmart.es/journal-sjbim/historial/>

Spanish journal of BIM

nº16/01

Director-Editor:

Antonio Manuel Reyes Rodríguez. Dr. Ingeniero Industrial.

Escuela de Ing. Industriales. Universidad de Extremadura. SPAIN

Consejo de administración:

Presidente: Sergio Muñoz Gómez

Tesorero: Pablo Daniel Callegaris

Secretario: Fernando Blanco Aparicio

Repres. de los simpatizantes: Eduardo Cortés Yuste

Comité Científico:

Dr. Antonio Manuel Reyes Rodríguez. Ingeniero Industrial.
Escuela de Ing. Industriales. Univ. de Extremadura. ESPAÑA

Dr. Leandro Madrazo. Arquitecto. Escola Tècnica Sup.
d'Arquitectura La Salle. Univ. Ramon Llull. Barcelona. ESPAÑA

Dr. Eloi Coloma Picó. Arquitecto.
Univ. Politècnica de Catalunya. ESPAÑA

Dra. Norena Martín Dorta. Ingeniero.
Universidad de La Laguna. ESPAÑA

Dr. Mauricio Loyola.
Universidad de Chile. CHILE

Dr. António Aguiar Costa.
Instituto Superior Técnico, Univ. de Lisboa. PORTUGAL

Dr. Juan Enrique Nieto Julián. Arquitecto.
E.T.S. Ingeniería de Edificación. Univ. de Sevilla. ESPAÑA

Dr. Javier Núñez
Fac. Arq., Diseño y Urbanismo. Univ. B^{OS} Aires. ARGENTINA

Dr. Manuel Soler Severino. Arquitecto
E.T.S. Arquitectura. Univ. Politécnica de Madrid. ESPAÑA

Depósito Legal: 000478-2014

Maquetación: Joaquín Carpio Bugatto

I.S.S.N.: 2386-5784

Imprime: Unión 4 C/ Mérida, 8
06230 Los Santos de Maimona (Badajoz)
Tfno: 924 571 379. www.imprentaunion4.es

 buildingSMART®
Spanish home of openBIM®



www.bimetrica.com

1ª plataforma internacional en descargas de archivos BIM de calidad



DESCARGA

Todo tipo de productos en Formato BIM



SOLICITA

Cualquier producto para tu proyecto



EXHIBE

Y desarrolla tu catálogo BIM para empresas fabricantes en www.fabricantesbim.com



USO BIM EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN ESPAÑA

Patricia del Solar Serrano

*Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño. Universidad Europea de Madrid.
patricia.delsolar@universidadeuropea.es*

Silvia Andrés Ortega

*Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño. Universidad Europea de Madrid.
silvia.andres@universidadeuropea.es*

María Dolores Vivas Urías

*Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño. Universidad Europea de Madrid.
mariadolores.vivas@universidadeuropea.es*

Aránzazu de la Peña González

*Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño. Universidad Europea de Madrid.
aranzazu.delapena@universidadeuropea.es*

Óscar Liébana Carrasco

*Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño. Universidad Europea de Madrid.
oscar.liebana@universidadeuropea.es*

RESUMEN:

La Directiva UE 2014/24/UE invita a los Estados miembros a que fomenten, especifiquen y requieran el uso de Building Information Modeling (BIM) en los proyectos de construcción financiados con fondos públicos de la UE a partir de 2016. El proyecto QBIMInvest (financiado por la Universidad Europea de Madrid) ha llevado a cabo una encuesta para conocer el uso de BIM en el sector AEC español. Las 548 respuestas, obtenidas de una muestra de profesionales españoles del sector, muestran que las herramientas BIM actualmente solamente están siendo utilizadas en la etapa de diseño de edificios residenciales. Hay pocos casos en los que se aplica en las etapas de construcción, operación y mantenimiento o en otros tipos de proyectos. Por otro lado, los profesionales piensan que van a necesitar por lo menos de 3 a 4 años para completar la integración de BIM en los proyectos.

Palabras clave: *BIM, Arquitectura, Ingeniería de la edificación, Construcción.*

BIM es uno de los avances más prometedores para la Industria AEC. Actualmente la Industria AEC continúa para informar a los miembros de su asociación, grupos de interés, etc., sobre la adopción de BIM de diferentes formas [1]. Software para el trabajo colaborativo como BIM, que mejor la coordinación entre los equipos multidisciplinares durante todo el proceso de diseño y de ejecución [2][3], han aparecido en la Industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC) en la última década. Esta metodología cubre y gestiona la información del ciclo de vida total del edificio, la simulación y la actualización de las representaciones digitales de todas las fases de construcción, funcionamiento, demolición y reciclaje.

Las soluciones BIM crean y operan sobre bases de datos para la colaboración, gestión de cambios a lo largo de esas bases de datos de modo que un cambio en cualquier parte de la base de datos, está coordinado en todas las otras partes, y captura y preserva la información para su reutilización por otras aplicaciones específicas de la industria. A través de la aplicación de la tecnología de información para el problema de describir un edificio en el software, se permite un trabajo de mayor calidad, gran rapidez, y la mejora de la rentabilidad para el diseño, construcción y operación del edificio.

Estos modelos ricos en datos pueden ser utilizados eficazmente por otros miembros del equipo de diseño para coordinar la fabricación de diferentes sistemas de un edificio. Esto tiene innumerables ventajas en el ámbito de la construcción fuera de las instalaciones, incluyendo la rapidez, economía, sostenibilidad y la seguridad [5].

Desde Febrero de 2014, la Industria de la Construcción Española ha estado sujeta a la Directiva UE 2014/24/UE [6], la cual invita a modernizar la contratación pública europea y reducir los costes en los 28 Estados miembros de la UE. Esta directiva permite a los Estados miembros a fomentar, especificar e incluso requerir el uso de Building Information Modeling (BIM) para proyectos de construcción financiados con fondos públicos de la UE a partir de 2016 [7]. El pasado julio de 2015, el Ministerio de Fomento constituyó la Comisión para la Implantación de la Metodología BIM en España, fijando su aprobación Normativa en 2018 y su uso obligatorio

en Licitaciones Públicas de Edificación en 2018 y de Infraestructuras en 2019 [8].

1.1 Adopción BIM

Muchos informes indican que BIM ha entrado en el uso corriente de algunos países. Sin embargo, BIM ha experimentado una lenta y limitada adopción en otros [9]. De acuerdo con el NBS National BIM Report 2015 [10] que analizó la adopción de BIM en el Reino Unido, el 50% de los encuestados son conscientes de las herramientas BIM y las utilizan de forma regular y el 83% esperan usarlo en el plazo de un año. En 2012 la adopción de toda la Industria de BIM se elevó desde el 28% en 2007, al 70% en América del Norte, y los Arquitectos, Ingenieros y Constructores estaban a punto de alcanzar los mismos niveles de adopción (70%, 67% y 74%). El reciente Informe Nacional BIM NBS muestra que la adopción de BIM en el Reino Unido está pasando de ser guiados por los innovadores y los primeros usuarios, hacia ser un mercado más maduro. El tiempo, los niveles de experiencia y el coste sigue siendo barreras para la adopción de BIM. Todavía hay una falta de claridad en la industria, y muchos son escépticos de las afirmaciones hechas para BIM.

Succar y Kassem [12] en su estudio sobre la adopción del BIM indican que existe una carencia de investigaciones que cubran la difusión de la innovación dentro de la industria de la construcción. Los estudios disponibles de la implementación del BIM en el mercado y su difusión están dominados por encuestas generadas e impulsadas por proveedores de servicios comerciales. Algunas de las más importantes se han llevado a cabo en Europa, Estados Unidos y Canadá, Reino Unido y Australia: The business value of BIM Europe, SmartMarket Report 2010, The business value of BIM in North America [11], The business value of BIM in Australia and New Zealand, SmartMarket Report [14], NBS, International BIM Report 2013, 2014 y 2015 [10, 15, 16], National Guidelines for Digital Modelling [17]. Aunque también se han realizado investigaciones académicas sobre la adopción del BIM en otros países como China [18], Finlandia [19], Islandia [20] e India [21], hasta la fecha no se ha llevado a cabo ninguno en España. El proyecto QBIMInvest financiado por la Universidad Europea de Madrid, ha llevado a cabo recientemente una encuesta, que es el objeto de esta comunicación, sobre la implementación de Building Information Modelling en el sector de la Industria Español AEC.

1.2 Beneficios de BIM

Los beneficios de la implementación de procesos y tecnologías BIM han sido ampliamente defendidos e incluyen [25]: una reducción en los costes de construcción [22, 23, 24], la mejora de la calidad de la información sobre el diseño, la integración de sistemas del proyecto, datos y equipos, una menor propensión a órdenes de cambio, la mejora de la interoperabilidad y la gestión de activos durante todo el ciclo de vida.

La investigación llevada a cabo por Eadie, Browne, Odeyinka, McKewon, y McNiffen en 2013 [22] concluyen que los aspectos de colaboración producen el mayor impacto positivo. Los aspectos del proceso son más importantes que la tecnología de software.

BIM requiere inversión en software y capacitación, sin embargo, los practicantes más pequeños se lo pueden permitir. Los clientes guiados por los Facilities Managers son los más beneficiados económicamente del BIM.

BIM no está siendo utilizado en todo su potencial en la fase de gestión de instalaciones. Las etapas de operación y Mantenimiento (Facility Management) suponen el 60% del coste total del proyecto, sin embargo, en 2013 menos del 10% de los profesionales usaban la tecnología BIM en este campo. BIM se utiliza con más frecuencia en las primeras etapas del ciclo de vida del proyecto.

El reciente Informe Nacional BIM NBS 2015 muestra que aquellos que han adoptado BIM están dispuestos a hacer sus beneficios claros. Estos incluyen la eficiencia mejorada de costes, los resultados del cliente, coordinación, velocidad de entrega y una mejor recuperación de la información. Estos son todos los beneficios de BIM, visto por la mayoría de los usuarios de BIM. Con un 92% diciendo que van a utilizar BIM en el plazo de tres años, se espera que los beneficios de BIM estarán cerca de lo que universalmente sentían. La AEC en el Reino Unido ve BIM al menos con dos objetivos clave: 33% de reducción de costes de la construcción y costes de toda la vida útil, y una reducción del 50% en el tiempo total de ejecución, desde su inicio hasta su finalización.

1.3 Desventajas de BIM

Las desventajas o problemas de la implementación BIM se centran en cuestiones de software o hardware. La interoperabilidad ha sido reconocida como un problema en el sector AEC debido a las muchas aplicaciones heterogéneas y sistemas generalmente en uso por los diferentes agentes, junto con la dinámica y la adaptabilidad necesarias para operar en este sector [27, 28]. Aunque hay problemas de interoperabilidad entre diferentes paquetes de software BIM, tales cuestiones técnicas son susceptibles de ser resueltas a través del tiempo por las empresas de IT que suministran los paquetes.

Menos fácil de resolver son las cuestiones relacionadas en términos de personas que acuerdan plataformas comunes, que cooperan entre sí para compartir fácilmente sus modelos de datos BIM y no restringir el flujo de información hacia y desde otras partes, examinando para proteger la propiedad y derechos de propiedad intelectual de la salida de los archivos BIM generados [28].

2 METODOLOGÍA

Para conocer el grado de implantación de BIM en el mercado AEC Español se ha empleado una metodología cuantitativa basada en encuestas. El diseño de la encuesta corresponde a un tipo de Estudio Descriptivo, Observacional, Prospectivo, de corte Transversal.

La Población Objetivo para la encuesta son Arquitectos, Arquitectos Técnicos, Ingenieros de Edificación, Ingenieros Civiles, Ingenieros de Caminos e Ingenieros Industriales que trabajan en el sector de la Construcción.

Se ha aplicado un muestreo no probabilístico de conveniencia, también denominado muestreo accidental, ya que la muestra seleccionada son los individuos que libremente han respondido a la encuesta.

El cuestionario con el que se realizó la encuesta se desarrolló con el software de código abierto SurveyMonkey [29], que permite a los usuarios la creación de encuestas personalizadas en línea y además incluye el análisis y las herramientas de representación de los datos obtenidos.

Para seleccionar las preguntas que forman parte de la encuesta se tomaron como referencia otros estudios similares, entre los que cabe destacar el NBS National BIM Report [10] [14] [15], la encuesta nacional sobre el uso de BIM realizada en Chile en 2013 [30] y el análisis realizado por Eadie, R., Browne, M., Odeyinka, H., McKeown, C. And McNiff, S. sobre la implementación de BIM en los proyectos de construcción en el Reino Unido [22].

Para difundir la encuesta se ha utilizado fundamentalmente la red profesional LinkedIn [31]. Se publicó en 45 grupos profesionales relacionados con la industria de la construcción a nivel nacional, lo que supone un alcance potencial de 139.332 individuos, aunque habría que tener en cuenta que el mismo usuario puede ser miembro de varios grupos, por lo que es probable que el número final de individuos que tuvieron acceso a la encuesta fuera menor.

Dentro de cada uno de los grupos profesionales la encuesta fue publicada en el área de “debates”, generando una nueva actualización en todos los miembros del grupo. Se programaron 2 recordatorios para cada publicación, con un intervalo de entre 7 y 10 días cada uno. Otro ámbito en el que se ha difundido la encuesta ha sido la Universidad Europea de Madrid. Se ha enviado a los profesores del Departamento de Tecnología y Gestión de la Edificación de la Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño mediante correo electrónico y se publicó en el Foro General del Campus Virtual de la asignatura Cimientos, del Grado en Ingeniería de Edificación. Por último, también se ha enviado mediante mensajes privados por parte de los miembros del equipo investigador a sus contactos profesionales relacionados con el sector.

Todos los participantes fueron informados sobre el objetivo del estudio y sus respuestas se trataron de forma confidencial. La participación fue totalmente voluntaria, sin incentivos económicos.

El período de recepción de respuestas se extendió desde el 22 de Abril hasta el 27 de Mayo de 2015 (35 días). En este período se registraron 1200 entradas. De estas, 456 abandonan la encuesta o no llegan a responder a la pregunta sobre si utilizan herramientas BIM, por lo que se disponen de 744 entradas válidas. Estas se separan en dos grupos, los de nacionalidad española y los de otras nacionalidades. Las entradas que corresponden a españoles son 548, de ellos 292 sujetos responden que son usuarios de herramientas BIM, mientras que 256 responden que no lo son.

Para una población de 140.000 sujetos, con un error del 5%, una t de 1,96 y un nivel de confianza del 95%,

la muestra válida debería ser de 383 [22, 32]. Dado que las respuestas válidas consideradas han sido de 548, para un nivel de confianza del 95%, el margen de error sería menor al 5% (4,18%).

El método de muestreo, tipo de instrumento, tamaño muestral y nivel de confianza de este estudio cumplen con el benchmark en la industria para estudios similares sobre el mismo tema a nivel internacional como pueden ser el SmartMarket Report [15] o el estudio realizado por Eadie para analizar el uso de BIM durante el ciclo de vida del proyecto de construcción en el Reino Unido [22].

3 SITUACIÓN DE BIM EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN ESPAÑOLA

3.1 Perfil de la muestra

Las encuestas recibidas revelan que la muestra está dividida en porcentaje similares entre los profesionales que usan y no usan herramientas BIM. No hay grandes diferencias en este sentido en ningún rango de edad. Los profesionales que afirman que utilizan herramientas BIM son los que se agrupan en el rango de edad de 30 a 45 años. Llama la atención que incluso en los menores de 30 años los porcentajes de usuarios y no usuarios se encuentra equilibrado.

Age	User BIM		Don't user BIM	
	No.	%	No.	%
Under 30 years	41	14,0%	35	13,7%
30 to 35 years	57	19,5%	40	15,6%
35 to 39 years	41	14,0%	53	20,7%
40 to 44 years	65	22,3%	50	19,5%
45 to 49 years	42	14,4%	31	12,1%
50 to 54 years	31	10,6%	26	10,2%
55t o 59 years	7	2,4%	10	3,9%
Over 60 Years	8	2,7%	11	4,3%
Total	292		256	

El 37,6% de la muestra son Arquitectos, seguidos de Building Engineer con un 31,6%. Cabe destacar que de éstos el 46,6% de los Arquitectos se reconocen como usuarios frente al 23,6% de los Building Engineer, y al contrario, el 27,3% de los Arquitectos encuestados afirma que no utiliza herramientas BIM frente al 40,6% de los Building Engineer.

3.2 Tipos de proyecto y etapas del ciclo de vida en el que se utilizan herramientas BIM

El uso mayoritario del empleo de herramientas BIM se concentra en los proyectos de edificios residenciales de todo tipo, que suponen el 30% del total, seguido ocasionalmente de los proyectos de edificios de oficinas y rehabilitación.

Tabla 2
Sample breakdown by university degree

University Degree	User BIM		No user BIM		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
Architect	136	46,6%	70	27,3%	206	37,6%
Building Engineer	69	23,6%	104	40,6%	173	31,6%
Master Civil Engineer	11	3,8%	17	6,6%	28	5,1%
Civil Engineer	10	3,4%	14	5,5%	24	4,4%
Industrial/Mechanical Engineer	27	9,2%	29	11,3%	56	10,2%
Other	39	13,4%	22	8,6%	61	11,1%
Total	292		256		548	

Tabla 4
Use BIM software - Kind of projects

Kind of projects	Never		Only when commissioned by a client		I am starting to use it		Ocasionalmente		Often		Always	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Office Buildings	44	11,0%	18	9,0%	12	9,8%	29	15,3%	20	10,2%	55	9,8%
Commercial and Retail	26	6,5%	14	7,0%	9	7,3%	18	9,5%	17	8,6%	52	9,2%
Hospital	15	3,8%	15	7,5%	11	8,9%	11	5,8%	13	6,6%	32	5,7%
Industrial	31	7,8%	16	8,0%	12	9,8%	15	7,9%	18	9,1%	40	7,1%
Block of flats / Apartment Building	43	10,8%	16	8,0%	10	8,1%	20	10,5%	26	13,2%	64	11,3%
Semidetached / Townhouses	43	10,8%	13	6,5%	9	7,3%	21	11,1%	21	10,7%	63	11,2%
Detached Housing	60	15,0%	19	9,5%	9	7,3%	24	12,6%	19	9,6%	65	11,5%
Educational / Cultural / Religious	31	7,8%	16	8,0%	9	7,3%	12	6,3%	18	9,1%	37	6,6%
Transport Infrastructure	22	5,5%	17	8,5%	10	8,1%	9	4,7%	10	5,1%	29	5,1%
Urban Infrastructure	21	5,3%	19	9,5%	8	6,5%	9	4,7%	10	5,1%	26	4,6%
Sports	20	5,0%	18	9,0%	12	9,8%	9	4,7%	7	3,6%	38	6,7%
Refurbishing / Rehabilitation	44	11,0%	18	9,0%	12	9,8%	13	6,8%	18	9,1%	63	11,2%

Las especialidades que desarrollan en mayor medida los usuarios BIM que forman la muestra son Designer/Architect, Take-off and Budget estimated y Project Supervisor. Estas especialidades son las que habitualmente desarrollan los Arquitectos en España, por lo que los resultados confirman que la gran mayoría de los profesionales que han respondido a la encuesta son Arquitectos que se dedican a diseñar y definir técnicamente y económicamente las obras de construcción.

El hecho de que los porcentajes de los proyectos en los que los encuestados afirman que siempre o que nunca utilizan herramientas BIM se concentren mayoritariamente en los mismos tipos de proyectos responde a que, como se aprecia en la tabla 1, la muestra está dividida casi al 50% entre usuarios y no usuarios BIM.

Tabla 3
Sample breakdown by professional duties

Professional duties	User BIM		No user BIM	
	No.	%	No.	%
Designer/Architect	201	19,2%	116	14,8%
Structural engineer	96	9,2%	57	7,3%
MEP designer	77	7,4%	55	7,0%
Take-off and Budget estimated	127	12,2%	98	12,5%
Specialist in Project Scheduling	74	7,1%	52	6,6%
Planning and Quality Control	48	4,6%	44	5,6%
Project Supervisor	113	10,8%	101	12,9%
Project Manager	72	6,9%	69	8,8%
Health and Safety Coordinator	27	2,6%	39	5,0%
BIM consultant	84	8,0%	3	0,4%
Energy Consultant	45	4,3%	29	3,7%
Principal Contractor	46	4,4%	73	9,3%
Other	35	3,3%	48	6,1%

Respecto a los proyectos de infraestructuras, como en la muestra estudiada no hay un número significativo de ingenieros, los resultados en estos casos no son representativos. Sin embargo se puede apreciar que los que han participado en la encuesta están empezando a utilizar o conocer de la existencia de las herramientas BIM.

Respecto a las etapas en las que se están utilizando herramientas BIM corresponden mayoritariamente a las etapas de diseño (conceptual design, preliminary design, detailed design and take-off and Budget estimated). En el resto de etapas apenas se están utilizando actualmente las herramientas BIM disponibles en el mercado. El uso mayoritario (superior al 75%) se centra en el modelado y definición del proyecto llegando a actividades de clash detection ocasionalmente.

Table 5
Use BIM tools - Stages of the project lifecycle

Stages of the Project Lifecycle	Never		Only when commissioned by a client		Occasionally		Often		Always	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Conceptual Design	12	3,1%	11	7,2%	68	16,9%	36	13,8%	74	12,7%
Preliminary Design	9	2,4%	19	12,4%	66	16,4%	37	14,2%	91	15,6%
Detailed Design	15	3,9%	14	9,2%	53	13,2%	35	13,5%	84	14,4%
Quality Control Plan	36	9,4%	10	6,5%	20	5,0%	13	5,0%	29	5,0%
Take-off and Budget Estimate	25	6,6%	11	7,2%	37	9,2%	28	10,8%	64	11,0%
Scheduling	34	8,9%	7	4,6%	25	6,2%	14	5,4%	34	5,8%
Clash detection and virtual construction	20	5,2%	14	9,2%	33	8,2%	21	8,1%	51	8,7%
Cost monitoring and control	40	10,5%	11	7,2%	16	4,0%	17	6,5%	36	6,2%
Scheduling monitoring and control	38	10,0%	14	9,2%	14	3,5%	16	6,2%	27	4,6%
Quality assurance and quality control	39	10,2%	10	6,5%	17	4,2%	11	4,2%	19	3,3%
Completion of "as build" drawings	25	6,6%	13	8,5%	23	5,7%	18	6,9%	49	8,4%
Commissioning and occupation	45	11,8%	9	5,9%	15	3,7%	6	2,3%	12	2,1%
Operation and maintenance	43	11,3%	10	6,5%	16	4,0%	8	3,1%	13	2,2%

3.3 Opiniones sobre la importancia de la implementación de las herramientas BIM en el sector de la construcción

Es de destacar que tanto los encuestados que dicen ser usuarios de herramientas BIM como los que no son usuarios coinciden mayoritariamente en afirmar que BIM es importante (32,9%) o muy importante (61,1%) para mejorar la profesionalidad del sector de la construcción.

Tabla 6
How important is the implementation of BIM in order to rise the professional standard for the construction industry

Sample	Very important		Important		Not very important		Irrelevant	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
User	207	42,9%	52	10,8%	4	0,8%	1	0,2%
No User BIM	88	18,2%	107	22,2%	18	3,7%	6	1,2%
Total	295	61,1%	159	32,9%	22	4,6%	7	1,4%

Respecto a la opinión sobre el tiempo mínimo necesario para que se implanten las herramientas BIM en el sector de la construcción, el 41,0% opina que llevará de 3 a 5 años, seguido de cerca (36,2 %) de los que opinan que se tardará de 6 a 10 años. Tabla 7.

Tabla 7
How long will it take for the BIM to be completely implemented in construction industry

Sample	Is already completed		0 to 2 years		3 to 5 years		6 to 10 years		More than 11 years	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
User	5	1,0%	43	8,9%	115	23,8%	89	18,4%	12	2,5%
No User BIM	8	1,7%	30	6,2%	83	17,2%	86	17,8%	12	2,5%
Total	13	2,7%	73	15,1%	198	41,0%	175	36,2%	24	5,0%

La encuesta se ha realizado en el año 2015, si sumamos al menos 3 años nos encontramos en el año 2018, año en el que el Gobierno Español quiere que el empleo de herramientas BIM sea obligatorio en los proyectos públicos de edificación.

3.4 Beneficios y beneficiarios del empleo de las herramientas BIM

En relación a los beneficios del empleo de las herramientas BIM, tanto los usuarios como los no usuarios comparten la misma creencia, concentrando los principales beneficios en:

Tabla 8
Benefits of working with BIM

Benefits	User		No user		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
Reducing errors during the construction process	203	21,5%	134	20,2%	337	21,0%
Improving the quality of the final project	178	18,9%	107	16,1%	285	17,7%
Reducing working time in the stage of detailed design	133	14,1%	98	14,8%	231	14,4%
Cost-cutting during construction stages	129	13,7%	93	14,0%	222	13,8%
Reducing repetitive tasks	87	9,2%	64	9,6%	151	9,4%
Improving corporate image	71	7,5%	49	7,4%	120	7,5%
Cost-cutting in operations and maintenance	59	6,3%	42	6,3%	101	6,3%
Bringing new business opportunities	54	5,7%	30	4,5%	84	5,2%
Increasing real state asset productivity	29	3,1%	13	2,0%	42	2,6%
I do not know BIM enough	0	0,0%	34	5,1%	34	2,1%

La reducción de errores en fase de construcción generalmente tiene como consecuencia la mejora de la calidad del proyecto final, por lo que son beneficios íntimamente relacionados.

Es significativo que la reducción de trabajo en la etapa de diseño también aparezca dentro de los principales beneficios. La muestra, como se ha podido comprobar, está formada fundamentalmente por arquitectos que trabajan en esta fase del proyecto, por lo que ya están obteniendo estos beneficios.

Por otra parte es destacable que la reducción de costes en la etapa de construcción aparezca como cuarto principal beneficio, ya que como se ha podido comprobar en la tabla 5, las herramientas BIM aún no se están empleando en esta etapa, siendo sólo un empleo ocasional, por lo que no se tiene información precisa para poder sacar esta conclusión, a pesar de la creencia que puedan tener los profesionales que han participado en esta encuesta.

El beneficio de cost-cutting in operations and maintenance sin embargo aparece en las últimas posiciones, lo que llama la atención al comparar los resultados con encuestas realizadas en otros países y con las investigaciones publicadas en torno a este tema, donde la mayoría de los investigadores afirma que el principal beneficio del empleo de BIM en los proyectos es la optimización de los costes de operación y mantenimiento del inmueble [22], aunque también afirman que únicamente se está utilizando en esta fase en el 10% de los proyectos.

La tabla 9 confirma la información obtenida en la tabla 8. Los encuestados creen que los mayores beneficiarios de trabajar en BIM son los proyectistas

(21,4%), seguidos del Property developer (14,8%), del Principal Contractor (13,3%) y el Project Manager y Quantity Surveyor (11,6% y 11,1%). Sin embargo aparecen en últimas posiciones los propietarios y los facility manager que son en los que repercuten las actividades de operación y mantenimiento que, según la mayoría de los investigadores, son las actividades que más se beneficiarán de la implementación de las herramientas BIM [22].

En relación a cómo se están formando los profesionales del sector, es muy representativo que el 38,4% esté realizando autoformación, siendo un porcentaje mayor al acumulado entre las opciones de company internal training (11,9%), colleges courses (10,8%) y professional associations (10,3%).

Tabla 9
BIM Beneficiaries

Stakeholders	User BIM		No user BIM		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
Design Team	182	21,2%	150	21,8%	332	21,4%
Property developer	146	17,0%	84	12,2%	230	14,8%
Principal Contractor	121	14,1%	85	12,3%	206	13,3%
Project Manager	93	10,8%	87	12,6%	180	11,6%
Quantity Surveyor	87	10,1%	85	12,3%	172	11,1%
Project Supervisor	71	8,3%	76	11,0%	147	9,5%
Owner	69	8,0%	41	6,0%	110	7,1%
Facility Manager	55	6,4%	49	7,1%	104	6,7%
Users	36	4,2%	32	4,6%	68	4,4%

Tabla 11
BIM training

Option	No.	%
Self-learning	232	38,4%
Company internal training	72	11,9%
Colleges Courses	65	10,8%
Professional Associations	62	10,3%
Training center	47	7,8%
Software Industry led training	45	7,5%
BIM consultancy	45	7,5%
BIM groups / Chapters	24	4,0%
Other	12	2,0%

3.5 Razones para no utilizar herramientas BIM y cómo obtener formación

Teniendo en cuenta que la muestra está dividida casi al 50% entre los que afirman que son usuarios de BIM y los que no, es importante conocer las razones por las que los no usuarios, a pesar de reconocer la importancia de estas herramientas, aún no las están utilizando. Estas razones son fundamentalmente:

Tabla 10
Ranking of reasons for not using BIM on projects

Reasons	No.	%
Cost of the software	138	17,1%
Our clients do not request it	135	16,7%
We do not have trained personnel	131	16,2%
We are training, but we need more time to be prepared	116	14,3%
Contractor looks at BIM as additional cost	87	10,8%
It is not necessary in order to carry out our projects	62	7,7%
We are not confident about changing our current work procedures	48	5,9%
BIM is only useful in elaborate or complex projects	37	4,6%
We are not sure about sharing information and ownership and intellectual Property Rights seem unclear	37	4,6%
We are not sure about the return of the investment	18	2,2%

4 CONCLUSIONES

Según los datos obtenidos en la encuesta se puede concluir que el perfil del usuario BIM en España es arquitecto de 35 a 49 años que se ha formado de manera autodidacta y que aplica las herramientas BIM en la fase de diseño.

Los resultados muestran un mercado Español muy inmaduro respecto al trabajo colaborativo en entorno BIM, con un conocimiento superficial y una aplicación parcial en las fases de diseño, fundamentalmente como herramienta de dibujo o modelado.

El empleo de las herramientas BIM en la etapa de construcción es marginal y tampoco se produce una evolución del modelo BIM del proyecto hasta convertirse en un modelo as built que poder emplear en las actividades de operación y mantenimiento, etapas que se suponen que recogerán los mayores beneficios del uso de estas herramientas.

Es de destacar la similitud en las opiniones de los que afirman ser usuarios de BIM y los que no. Esto se cree que es debido a que los no usuarios replican el mensaje que están recibiendo de los usuarios y distribuidores de software.

Como se muestra en el estudio, las herramientas BIM se están empleando en las etapas de diseño, sin embargo no se detecta ninguna preocupación por los conflictos sobre propiedad intelectual que en otros estudios realizados en países más avanzados en el empleo de estas herramientas están poniendo de manifiesto [28], lo que también puede considerarse una falta de madurez.

Por otra parte faltan profesionales formados con metodología de trabajo demostrada, la mayoría se declaran autodidactas. Es preciso un aprendizaje formal que no se centre exclusivamente en cómo utilizar un programa de modelado si no en el empleo de las diferentes herramientas en su conjunto, su interoperabilidad y una adecuada gestión del proyecto en las diferentes etapas.

5 RECONOCIMIENTO

Queremos mostrar nuestro agradecimiento a todos los profesionales que han respondido a la encuesta y en especial a los colaboradores del proyecto QBI-MInvest, Daniel Lucio, Diego Quibén y David Barco.

6 REFERENCIAS

- [1] Sharag-Eldin, A., & Nawari, N. O. (2010, May). BIM in AEC education. In 2010 Structures Congress joint with the North American Steel Construction Conference in Orlando, Florida (pp. 1676-1688).
- [2] Cabinet Office (2011). Government Construction Strategy. Accessed 9th May 2015, available at: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/61152/Government-Construction-Strategy_0.pdf
- [3] Office for National Statistics (2014). Gross Domestic Product Preliminary Estimate, Q3 2014. United Kingdom. Accessed 10th May 2015, available at: http://www.ons.gov.uk/ons/dcp171778_381573.pdf
- [4] Autodesk (2002). Building Information Modeling. San Rafael, CA, Autodesk, Inc. Accessed 21th April 2015, available at: http://www.laiserin.com/features/bim/autodesk_bim.pdf
- [5] Nawari, N. O. (2012). BIM standard in off-site construction. *Journal of Architectural Engineering*, 18(2), 107-113.
- [6] European Parliament (2014). Directive 2014/24/UE of 26 February 2014 on public procurement and repealing Directive 2004/18/EC. Accessed 10th May 2015, available at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32014L0024>
- [7] Autodesk AEC FEED (2014). European Parliament Directive to Spur BIM Adoption in 28 EU Countries. Accessed 10th May 2015, available at: http://64.49.226.217/shared/_2c9e8e310-faf0-4173-b9ff-34d1ac7c5716
- [8] INECO (2015). Accessed 27th August 2015, available at: <http://www.ineco.com/webineco/comunicacion/actualidad/presentaci%C3%B3n-de-la-comisi%C3%B3n-bim>
- [9] Xu, H., Feng, J., & Li, S. (2014). Users-orientated evaluation of building information model in the Chinese construction industry. *Automation in Construction*, 39, 32-46.
- [10] RIBA Enterprises Ltd (2015). NBS National BIM Report. Accessed 10th May 2015, available at: <http://www.thenbs.com/topics/bim/articles/nbs-national-bim-report-2015.asp>

- [11] McGraw-Hill Construction (2012). The business value of BIM in North America. Multiyear trend analysis and user ratings (2007-2012). Smart Market Report.
- [12] Succar, B., & Kassem, M. (2015). Macro-BIM adoption: Conceptual structures. *Automation in Construction*, 57, 64-79.
- [13] McGraw-Hill-Construction (2010). The business value of BIM Europe, SmartMarket Report.
- [14] McGraw-Hill-Construction (2014). The business value of BIM in Australia and New Zealand, SmartMarket Report.
- [15] RIBA Enterprises Ltd (2014). NBS National BIM Report. Accessed 10th May 2015, available at: <http://www.thenbs.com/pdfs/NBS-National-BIM-Report-2014.pdf>
- [16] RIBA Enterprises Ltd (2013). NBS National BIM Report. Accessed 10th May 2015, available at: http://www.thenbs.com/pdfs/NBS-International-BIM-Report_2013.pdf
- [17] CRC (2009). National Guidelines for Digital Modelling.
- [18] Cao, D., Li, H., & Wang, G. (2014). Impacts of isomorphic pressures on BIM adoption in construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*.
- [19] Lehtinen, T. (2010). Advantages and disadvantages of vertical integration in the implementation of systemic process innovations: Case studies on implementing building information modeling (BIM) in the Finnish construction industry. Accessed 15th September 2015, available at: <http://lib.tkk.fi/Dipl/2010/urn100299.pdf>.
- [20] Kjartansdóttir, I. B. (2012). BIM adoption in Iceland and its relation to lean construction. Master's of Science in Construction Management, Reykjavik University, Reykjavik.
- [21] Luthra, A. (2010). Implementation of building information modeling in architectural firms in India. Master's of Science, Purdue University.
- [22] Eadie, R., Browne, M., Odeyinka, H., McKee, C., & McNiff, S. (2013). BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis. *Automation in Construction*, 36, 145-151.
- [23] Jardim-Goncalves, R., & Grilo, A. (2010). SOA4BIM: Putting the building and construction industry in the Single European Information Space. *Automation in Construction*, 19(4), 388-397.
- [24] BIM Industry Working Group (2011). A report for the Government Construction Client Group. Building Information Modelling (BIM) Working Party Strategy Paper. Accessed 23th October 2015, available at: <http://www.bimtaskgroup.org/wp-content/uploads/2012/03/BIS-BIM-strategy-Report.pdf>
- [25] Yan, H., & Damian, P. (2008). Benefits and barriers of building information modelling. *12th International conference on computing in civil and building engineering* (Vol. 161).
- [26] Akcamete, A., Akinci, B., & Garrett, J. H. (2010). Potential utilization of building information models for planning maintenance activities. *Proceedings of the international conference on computing in civil and building engineering*. Nottingham University Press (151-157).
- [27] Grilo, A., & Jardim-Goncalves, R. (2011). Challenging electronic procurement in the AEC sector: A BIM-based integrated perspective. *Automation in Construction*, 20(2), 107-114.
- [28] Bryde, D., Broquetas, M., & Volm, J. M. (2013). The project benefits of building information modelling (BIM). *International Journal of Project Management*, 31(7), 971-980.
- [29] SurveyMonkey (2015). Accessed 5th August 2015, available at: https://es.surveymonkey.com/mp/take-a-tour/?ut_source=header
- [30] Loyola, M. (2013) Encuesta Nacional BIM 2013: Informe de Resultados, *Departamento de Arquitectura. Universidad de Chile*.
- [31] Roca, J.M. (2009). *Revolución LinkedIn, La red profesional de management 2.0. del siglo XXI*. Paidós. ISBN: 9788449322785
- [32] Bartlett, J.E., Kotrlik, J. W., & Higgins, C. C. (2001). Organizational research: Determining appropriate sample size in survey research appropriate sample size in survey research. *Information technology, learning, and performance journal*, 19(1), 43.



the
engineering
group

Modelling the Future of Construction



www.theengineeringgroup.com

UN NUEVO ESQUEMA DOCENTE PARA EL BIM 5D EN GRANDES PROYECTOS.

Leonid Herter

THM, Giessen, Alemania

Fernando Valderrama

RIB Spain SA, España

Katia Silbe

THM, Giessen, Alemania

Joaquín Díaz

THM, Giessen, Alemania

RESUMEN:

En este artículo se describe la incorporación de un esquema docente para apoyar la introducción en Alemania del Building Information Modelling (BIM) a nivel nacional, a partir de 2016. Tras analizar los requisitos, normas y condiciones generales establecidos por el Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) [Ministerio Federal de Transportes e Infraestructura digital] y por sus socios, entre ellos Deutsche Bahn AG, el operador de la infraestructura ferroviaria y mayor propietario inmobiliario de Alemania, la Technische Hochschule Mittelhessen (THM) de Giessen desarrolló una idea para la formación de expertos y especialistas BIM. La idea va dirigida tanto a los empleados del cliente como del contratista, cuya tarea es promover la implementación y el desarrollo del nuevo método de trabajo BIM en el sector de la construcción.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 *Estado del arte*

En la industria de la construcción de Alemania la mayoría de los proyectos se realiza actualmente en 2D y se transmite en diferentes formatos de datos (Braun et. Al. 2015). Durante muchos años, la mayoría de las licitaciones se han realizado en su totalidad basadas en textos, con un estado de mediciones que contiene unidades de obra y precios predefinidos. La planificación 3D y la simulación por ordenador son muy raras. De acuerdo con la Honorordnung für Architekten und Ingenieure (AHO 2013) [tarifas de honorarios para arquitectos e ingenieros], estas simulaciones se consideran como "servicios especiales" y tienen que considerarse por separado. Debido a la complejidad del proceso de proyecto, no es raro que en proyectos complicados y difíciles haya errores e interferencias que no son visibles hasta que la obra está en ejecución. Como resultado, este tipo de proyectos sufren interrupciones y fuertes retrasos, lo que produce considerables costes adicionales para el cliente.

Este proceso es inaceptable, especialmente en proyectos financiados con fondos públicos. Un buen ejemplo es la Elbphilharmonie Hall de Hamburgo. En 2004, el coste de construcción se estimó en 77 M€. Estimaciones actuales sitúan la cifra en 789 M€ (Loewenstein 2014). El nuevo aeropuerto de Berlín, en construcción, muestra una tendencia similar. En este caso, los costes de construcción se estimaron inicialmente en 1.900 M€, pero han aumentado hasta 4.700 M€, con una cifra final estimada de 5.400 M€. Todo ello muestra claramente que, a la vista de la creciente complejidad de los proyectos actuales, y aún más de los futuros, es necesario adaptar la planificación y la ejecución.

En la actualidad, existe insuficiente comprensión entre cada una de las disciplinas individuales en lo referente a BIM. Muy poco se sabe sobre este método en su conjunto, sobre sus ventajas y desventajas, y sobre los costes, riesgos y oportunidades que aparecen, tanto antes de la ejecución como a lo largo de la misma. Puesto que siguen abiertas muchas preguntas y faltan directrices prácticas para su aplicación, el BIM no se utiliza todavía mucho en Alemania.

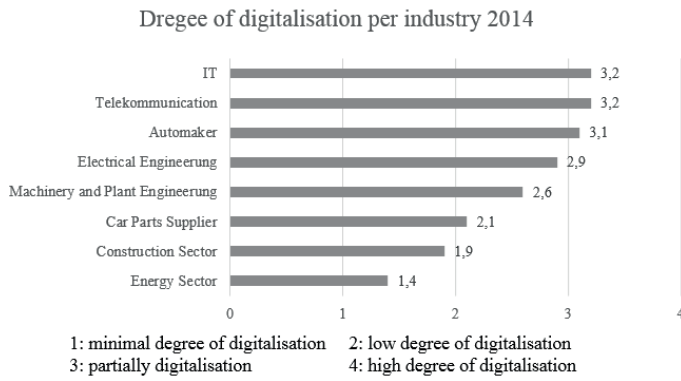


Figura 1. Grado de digitalización de la industria. Ilustración de los autores basada en un documento de Accenture de 2015 (Riemensperger et. al. 2015).

La Figura 1 muestra el grado actual de digitalización en los distintos sectores industriales. Es evidente que la industria de la construcción, con sólo 1,90 puntos, tiene un nivel extremadamente bajo de digitalización en comparación con otras ramas principales de la economía. Por ejemplo, el sector de las TIC se encuentra en primer lugar, con 3,20 puntos (Riemensperger et. Al. 2015). Es esencial en el futuro que la industria de la construcción se sensibilice a la importancia de la digitalización en todas las etapas del proyecto.

1.2 Regulación legal

Los proyectos BIM llevados a cabo hasta ahora en Europa por parte de los grandes clientes se han considerado como un éxito. Esto se debe principalmente al hecho de que el modelo virtual se utiliza en todo el proyecto y se puede documentar en detalle todo el conocimiento adquirido. En varios estados miembros de la UE (Finlandia, Noruega, Países Bajos, Dinamarca, Gran Bretaña) el uso de BIM se ha hecho obligatorio para los proyectos de construcción financiados con fondos públicos. En estos países, el uso de BIM está regulado por la normativa existente, que comprende procedimientos y procesos de trabajo (Díaz 2014).

La industria de la construcción alemana no tiene otra alternativa que adoptar BIM como un método de trabajo si quiere seguir siendo competitiva en el mercado internacional. La directriz de la UE divulgada por el Parlamento Europeo el 28 de marzo del 2014 (2014/24/UE) se refiere a la introducción de modelos electrónicos de datos para los contratos de obras públicas. A partir de 2016 se requerirán estos modelos de datos para todos los contratos de proyectos por un importe superior a los umbrales de contratación de la UE. Esta regla es aplicable a los 28 estados miembros y tiene que implementarse a nivel nacional. En muchos casos, la razón de la demora en

la introducción de BIM en el sector de la construcción en Alemania se basa en cuestiones legales no resueltas (Eschenbruch 2014).

En Alemania, todavía no hay leyes que regulen la forma de trabajar con un modelo virtual. Tampoco hay indicaciones claras sobre la autoría y la responsabilidad de las partes interesadas y de los representantes del promotor durante la ejecución del proyecto. Esto se aplica a cuestiones como la responsabilidad y las facultades discrecionales.

2 REQUISITOS PARA LA IMPLANTACIÓN

2.1 Hoja de ruta para el diseño y construcción digital

La hoja de ruta para el diseño y construcción digital (Bramann, H et. Al. 2015) introducida por la Reformkommission Bau von Großprojekten [Comisión para la reforma de la construcción para grandes proyectos], en nombre del BMVI, que se suele considerar como el calendario oficial para la implementación de BIM, se dirige principalmente a los clientes del sector público. Uno de los objetivos esenciales de la hoja de ruta es sensibilizar a todas las partes interesadas. Además de las exigencias del nuevo método, son importantes los plazos para completar los diferentes pasos. La primera etapa, hasta 2017, constituye la fase preparatoria, que sirve para aclarar los diferentes procedimientos, realizar proyectos piloto, capacitar al personal y desarrollar medidas de normalización. Durante la segunda etapa comienza la fase experimental ampliada, con la aplicación de Nivel de Rendimiento 1. Esta etapa debe terminarse al final de 2020. La tercera etapa comprende la implantación de los Niveles de Rendimiento 1 como parte de la construcción de la infraestructura y de la ingeniería estructural. Los requisitos del Nivel de Rendimiento 1 comprenden áreas como "datos", "procesos" y "cualificaciones". En cuanto a los datos, el nivel de detalle del modelo 3D y el formato de intercambio de datos son sólo dos de los puntos mencionados en el Auftraggeber-Informationen-Anforderungen (AIA) [requisitos de información del contratista]. En cuanto a los procesos, es importante que el BIM-Abwicklungsplan (BAP) [Plan de Ejecución BIM] contenga reglas sobre las funciones, procesos, interfaces e interacciones esenciales, así como normas para una colaboración justa y amigable. Estas normas comprenden todas las fases, desde los diseños preliminares hasta la ejecución de las obras (Bramann, H et. Al. 2015). La cualificación BIM del promotor y del contratista es también un elemento esencial de la hoja de ruta para

el diseño y la construcción digital. Es necesario asegurarse de que el contratista tiene las competencias BIM para cumplir el contrato correctamente, mientras que el cliente debe estar en condiciones de exigir estas competencias estableciendo los requisitos respectivos. De esta manera, ambas partes pueden actuar en armonía y el concepto BIM se puede implementar de manera efectiva.

No sólo los pasos iniciales son un criterio importante para la aplicación de BIM. Este método también es útil en la optimización del coste de ciclo de vida del proyecto. Gracias al alto grado de digitalización y al uso de un modelo virtual con elementos digitales específicos, está disponible una gran cantidad de información, como el nombre del fabricante, el material, la vida útil estimada, costes, programas de mantenimiento, etc. Esta información proporciona valiosa información sobre el coste de vida completo de un edificio, desde la construcción hasta la demolición final. Así, el cliente sabe desde el principio los costes que debe tener en cuenta, en términos de ejecución, operación y mantenimiento. El coste de vida es un aspecto muy importante en las asociaciones público-privadas (PPP). Bajo los términos de estos contratos, el cliente del sector privado no sólo se compromete a construir el edificio, sino también a su operación y mantenimiento durante varias décadas. Por lo tanto, es ventajoso que el contratista pueda estimar los costes involucrados.

2.2 Proyectos piloto en Alemania

Entre los primeros proyectos exitosos basados en BIM que el BMVI inició con Deutsche Bahn se encuentran una serie de pequeñas reformas de estaciones de ferrocarril, como la modernización de la estación de Copenbrügge, de 400.000 € (Ruehl 2014, Aschmann 2014) y la modernización de la estación de intercambio de Werbig, de 1 M€ (Horstmann 2016). La finalización con éxito de estos proyectos de referencia ha animado a Deutsche Bahn a llevar a cabo nuevas acciones para verificar los resultados iniciales y establecer un catálogo de normas (Deutsche Bahn AG 2015). Estas normas representan un esbozo general de todo el proceso BIM, de principio a fin (incluyendo un modelo as-built), en la ejecución de proyectos de pequeña y mediana escala.

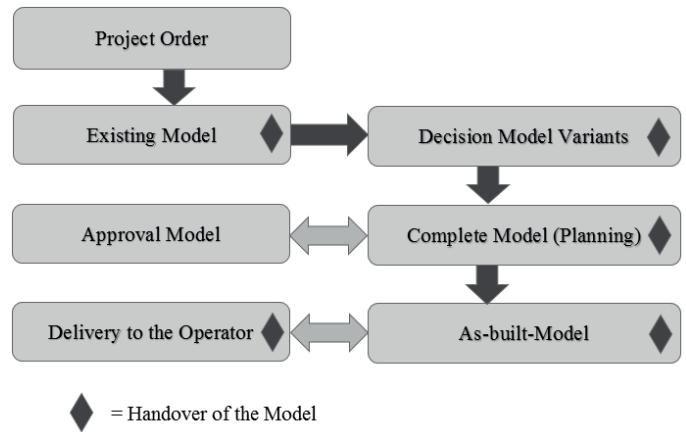


Figura 2. Proceso BIM desde la puesta en marcha del proyecto hasta la entrega del modelo as-built. Figura propia en base a las normas BIM de Deutsche Bahn (Deutsche Bahn AG 2015)

Las normas establecidas por Deutsche Bahn también influyen en los requisitos para el equipo de diseño. Por ejemplo, los servicios de diseño y supervisión que ofrecen los arquitectos y los ingenieros externos tienen que incluir ahora el método BIM. Los diseñadores de las instalaciones, los topógrafos y otros especialistas tienen que tener en cuenta el trabajo extra que supone el uso de BIM y añadirlo a los servicios que actualmente figuran en las tarifas de honorarios. Así, el cliente abonará una tarifa adecuada por los servicios prestados durante cada fase del proyecto. Además, los niveles de detalle (LOD) y los niveles de información (LOI) predefinidos determinan normas claras sobre la naturaleza del modelo virtual de la construcción en las fases de diseño, ejecución y terminación, tanto para los profesionales internos como los externos.

Tabla 1. Nivel de detalle del modelo de construcción por cada fase del proyecto. Representación propia en base a las normas BIM de Deutsche Bahn (Deutsche Bahn AG 2015)

Tipo de modelo	Nivel de detalle	Objetivo
Modelo as-built (demolición)	LoD: 100 LoI: -	Levantamiento
Modelo as-built (interfaces)	LoD: 100 LoI: 100	Levantamiento
Variantes del modelo	LoD: 100 LoI: 100	Diseño / Anteproyecto
Modelo completo (fase 1)	LoD: 200 LoI: 200	Diseño / Proyecto básico
Modelo completo (fase 2)	LoD: 300 LoI: 300	Diseño / Proyecto de ejecución
Modelo as-built	LoD: 400 LoI: 400	Documentación

Por otra parte, la lista de unidades de obra estándar tiene que contener ahora una base de datos coordinada de elementos de construcción para elaborar el modelo 3D con los atributos ya definidos. La calidad y la sostenibilidad del modelo virtual de la construcción es un factor clave del nuevo método de trabajo. Para ello, tiene que haber una estructura firme para generar y mantener el modelo en las diferentes fases del proyecto (planificación, construcción, fabricación, terminación, entrega). En este contexto, Deutsche Bahn ha emitido un estándar BIM para estaciones de ferrocarril pequeñas y medianas que, entre otras cosas, regula el modelado de un objeto representable. Este "Manual de modelado" también describe cómo deben integrarse los elementos individuales en la aplicación BIM, de manera que se pueda obtener el cálculo automático de las mediciones y de las certificaciones mediante un programa de presupuestos (Deutsche Bahn AG 2015).

Para estandarizar el proceso de diseño, Deutsche Bahn ya había creado su propia base de datos de elementos estructurales y había desarrollado el programa iceBIMrail, para el diseño parcialmente automatizado de estaciones de ferrocarril, un plug-in de Autodesk Revit®, en el marco de un contrato de I+D.

Otro objetivo es incorporar en el espectro BIM existente todos los grandes proyectos que están en fase de diseño y algunos que ya están en fase de ejecución. Estos proyectos incluyen el túnel ferroviario de Rastatt, de 450 M€ (BMVI 2014), el puente de ferrocarril Filstal, de 53 M€ (Schütt 2015) y el nuevo puente de ferrocarril de Petersdorf, de 35,5 M€, todos los cuales finalizarán previsiblemente en 2018. Una serie de proyectos de cooperación en otras áreas de infraestructuras, como el viaducto Auenbach, cerca de Chemnitz, en sociedad con el proveedor de servicios Deutsche Einheit Fernstraßen-Planungs y Bau GmbH (Deges), sirven para ganar más experiencia y desarrollar un método de trabajo integral.

2.3 Implantación BIM por el cliente

Para el cliente, es importante proporcionar una formación adecuada de iniciación a los miembros del personal que van a trabajar con el nuevo método BIM. Este grupo incluye no sólo los arquitectos e ingenieros que participan en las fases tempranas de diseño y planificación, sino también a los responsables de las etapas posteriores (licitación, adjudicación de contratos) y durante la construcción. Esta formación especial se basa en el análisis de las normas establecidas por el BMVI (Puestow, M. et. Al. 2015) y la hoja de ruta para el diseño y construcción digital, así como las normas BIM de Deutsche Bahn, que funciona como un socio en el ámbito de la aplicación

BIM en la construcción en proyectos piloto del sector público. En base a estas condiciones, la THM utiliza su amplia experiencia en BIM para desarrollar un esquema que mejore la instrucción y la certificación de los miembros del personal, tanto en el sector privado como en el público. Otro grupo que requiere una formación en BIM son los que trabajan en las oficinas de proyectos y otras empresas del sector contratadas por los clientes. Esta cualificación tiene que cubrir una amplia gama de métodos relacionados con el intercambio de información orientado a modelos y a la gestión de proyectos basada en la colaboración.

Además, todos los participantes en el curso deben desarrollar capacidades suficientes para manejar modelos de datos y coordinarlos con los programas habituales. Estas personas, competentes en la gestión y coordinación BIM (es decir, los empleados de los clientes y de las empresas a las que contratan), implantarán posteriormente el BIM en proyectos piloto y establecerán su uso en el sector alemán de la construcción.

3 ESQUEMA DE LA FORMACIÓN

En base a las normas de la BMVI representadas por la Reformkommission Bau von Großprojekten y la hoja de ruta para el diseño y la construcción digital, así como la experiencia previa de Deutsche Bahn, plasmada en las normas BIM para estaciones de ferrocarril pequeñas y medianas, este documento presenta los principales componentes de una idea de formación que se desarrolló en el THM para mejorar la instrucción del personal que trabaja con BIM. Este esquema comprende módulos relativos a la fase de diseño y a la de ejecución.

3.1 Fundamentos del diseño y la construcción digital

El módulo de introducción "Fundamentos del diseño y la construcción digital" proporciona un esquema general de la metodología BIM/5D y se desarrolla en base a la iniciativa federal de apoyo a la introducción de BIM en el sector de la construcción. Los participantes aprenden el significado básico y la terminología del BIM. Con estos antecedentes, es posible responder a tareas específicas, entender las normas, adaptar los conocimientos existentes a los procesos de planificación en 5D y por último, pero no menos importante, documentar el aprendizaje de manera comprensible.

Un contenido importante del curso son las ventajas que resultan de la introducción del BIM. Estas incluyen cambios en la fase de diseño, mayores expectativas relacionadas con la calidad del diseño,

uso más eficiente de las bases de datos necesarias, mejor comunicación entre los equipos de diseño y de construcción y colaboración más fácil entre los socios. Esta mejora dará lugar a un flujo de trabajo más fluido para todas las partes involucradas. El conocimiento obtenido de los diversos proyectos piloto basados en BIM ya iniciados por el BMVI proporcionará una visión general de las nuevas funciones del diseño y ejecución de proyectos y la necesidad de introducir BIM como método de trabajo.

3.2 3D y modelado de información

El módulo "3D y modelado de información" tiene que ver con el procedimiento necesario para el modelado sostenible de un edificio virtual y de sus elementos. Se asigna especial importancia a la información sobre los elementos de construcción virtuales que se puede utilizar en una etapa posterior en otras aplicaciones compatibles con BIM. Además, los módulos tienen que ver con los estándares recomendados por el fabricante del software y los establecidos por el BMVI y la hoja de ruta para el diseño y la construcción digital, respecto a la forma en que se mantienen y actualizan las bases de datos para asegurar el uso eficiente y uniforme de los datos. Esto se aplica tanto al nivel de detalle (LOD) como al nivel de información (LOI). Dependiendo de la etapa del proyecto, los datos pueden integrarse en el software de ingeniería estructural, como Tekla, en el software para el cálculo de los requerimientos de energía, como IDA ICE, o en el software de control de proyecto, como RIB iTWO® 5D. Esto requiere interfaces de software, como Industry Foundation Classes (IFC) o Construction Process Integration (CPI). Dependiendo de la aplicación, es importante configurar algunos de los contenidos del modelo de construcción mediante componentes virtuales e interfaces, y coordinar los modelos de datos de las diferentes disciplinas.

3.3 Integración del diseño 5D

En el módulo de "Integración del diseño 5D" los participantes aprenden diferentes formas de estructurar y ejecutar un proceso de diseño integrado que garantice una colaboración fluida entre las partes involucradas. Los contenidos se enseñan primero vez en la teoría y después se aplican en un contexto práctico.

Considerar el ciclo de vida completo del edificio es un requisito básico en el mundo de hoy, y llevar a cabo todas las modificaciones necesarias durante la fase de diseño. Estos procesos se explican en este módulo. El diseño se ha convertido en un ejercicio integral, con la participación de especialistas de mu-

chas disciplinas, que se deben integrar en los procedimientos tan pronto como sea posible a fin de evitar cambios en etapas posteriores debidos a errores del proyecto. La Figura 3 muestra el efecto en el coste que puede tener un cambio durante el proceso de diseño en curso.

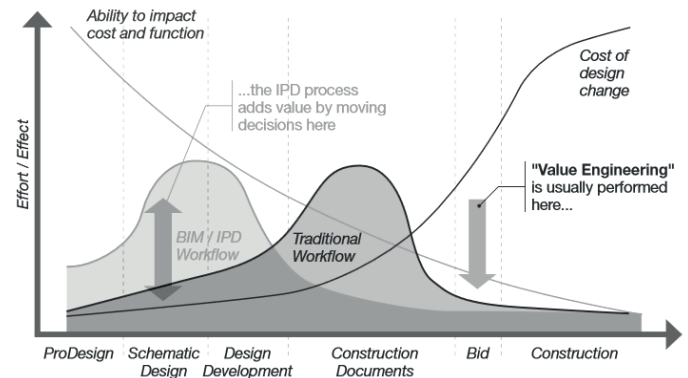


Figura 3. Curva de MacLeamy (Chidambaram et. alt. 2011)

3.4 Coordinación del diseño

En el módulo "Coordinación del diseño" los participantes se familiarizan con conceptos para la ejecución en cooperación de proyectos BIM, la organización del flujo de información digital subyacente entre las diferentes disciplinas y asegurando la calidad del diseño a través de los procesos automáticos.

Entre otras cosas, el módulo tiene como objetivo enseñar los necesarios métodos orientados a la práctica, explicar las tecnologías mediante ejemplos y formar a los futuros expertos BIM mediante ejercicios adecuados. Los participantes aprenden a reflexionar sobre la planificación de proyectos, la gestión de la información a través del intercambio digital en un proceso BIM cooperativo y el uso de aplicaciones para la verificación de modelos y detección de conflictos. En este contexto, los participantes adquieren experiencia con la plataforma de comunicación y procesamiento del servidor BIM, que determina los agentes que tienen derecho de acceso y autorización para modificar el modelo virtual de la construcción.

3.5 Estimación del coste 5D

El módulo "Estimación del coste 5D" cubre los aspectos esenciales de cualquier proyecto de construcción, incluyendo la licitación, la adjudicación de contratos y la certificación. Los participantes se familiarizan con la estimación de costes basada en modelos (5D) con la ayuda de un modelo digital del edificio. Se utiliza un proyecto de ejemplo para situar los temas teóricos específicos de BIM en un contexto práctico. Entre otras cosas, esto implica la vinculación de los datos derivados del coste y de la licitación con los elementos virtuales del modelo 3D.

El siguiente paso consiste en calcular el valor añadido al trabajo diario con el nuevo método de trabajo 5D en forma de procesos automáticos con RIB-iTWO® 5D. Además de proporcionar una descripción más o menos automatizada del avance de la obra con un estado de mediciones, la aplicación BIM da una idea de los costes esperados durante las fases preliminares de planificación y diseño. Estos costes pueden proyectarse hacia adelante y actualizarse durante las fases posteriores (es decir, la adjudicación de contratos y la ejecución), lo que permite hacer comparaciones y mejorar así el control del proyecto.

Del mismo modo, se pueden simular varios procesos de adquisición. Puesto que el estado de mediciones se compila automáticamente, se pueden generar para cada fase individual licitaciones y adjudicaciones de contratos, en base al modelo. Estos costes son también parte del control del proyecto.

3.6 Planificación 5D y control

En el módulo de "Planificación 5D y control" los participantes adquieren conocimiento profundo sobre la ejecución de las obras con la ayuda de un proyecto de ejemplo. Los siguientes puntos son importantes:

- Asignar procesos a un modelo virtual de la construcción
- Enlazar los procesos individuales
- Presentar los procedimientos de construcción
- Monitorizar estados individuales de finalización durante la ejecución de las obras
- Enlazar y verificar las medidas de control

Los trabajos de construcción se muestran en una simulación mediante diagramas de Gantt, de modo que se pueden visualizar y detectar las discrepancias en una etapa temprana. En este módulo, los participantes podrán obtener mayor conocimiento sobre planificación y control, y ser capaces de valorar las oportunidades y amenazas que aparecen en cada proyecto.

3.7 Módulos adicionales

Además de los módulos individuales relativos a la aplicación BIM, el THM también ofrece módulos especializados en las áreas de "Gestión BIM", "Coordinación BIM" y "Gestión de proyectos relacionados con BIM".

Para vincular el gran volumen de datos existentes se ha creado un módulo titulado "La información digital en el emplazamiento". Los participantes aprenden cómo tratar con los datos que surgen durante la ejecución del proyecto y que ahora debe integrarse en el modelo virtual de la construcción. Además, los

datos serán necesarios para estimar el coste final del edificio o tal vez para otros fines, en fechas posteriores.

Otro módulo, con el título de "Gestión del cambio", tiene que ver con los procedimientos de reestructuración en las empresas y la reorganización de los procesos de trabajo. Para que puedan colaborar, los nuevos desarrollos requieren una nueva forma de pensar por parte del cliente y del contratista. Todas estas ideas tienen que estar claras para ambas partes antes de pasar de la práctica convencional a la aplicación del BIM.

La cuestión de la remuneración por los servicios de arquitectos e ingenieros se trata por separado en el módulo "Honorarios". Esto establece una escala de pago adecuada para todos los involucrados en el proyecto y ejecución de un proyecto BIM.

Cuando se planifica un proyecto de construcción, es importante que el público en general esté informado de su finalidad y utilidad. Tales cuestiones se incluyen en el módulo "Actividades de relaciones públicas orientadas a modelos". Se preparan simulaciones digitales, creando accesibilidad virtual para despertar el interés de los habitantes y elevar el nivel de aceptación de la ejecución de un proyecto.

Por último, pero no menos importante, el módulo titulado "Copyright" analiza en detalle la situación de los arquitectos y de los ingenieros, y también de los compiladores de bases de datos. Una cuestión importante es el marco jurídico y los derechos de propiedad en relación con los datos que se han creado.

4 CONCLUSIÓN

La introducción del BIM dará lugar a un grado considerable de reestructuración. Junto con sus socios, la BMVI ha hecho mucho para facilitar este desarrollo en Alemania. La contribución de la THM es ofrecer un esquema de formación que cierre la brecha entre la teoría y la práctica. Para ello, la THM ha sido capaz de aprovechar su considerable experiencia, en primer lugar, en el campo del software y, en segundo lugar, en el sector de la construcción.

La THM ofrece un esquema de formación que corresponde a los requisitos del cliente y del contratista. En línea con la hoja de ruta para el diseño y la construcción digital para el paso al BIM, el esquema se esfuerza por sensibilizar, cualificar y certificar a todos los involucrados en el proceso constructivo. Es el objetivo declarado de la BMVI introducir para 2020 un enfoque holístico de los trabajos de cons-

trucción, sobre todo los grandes proyectos. A medida que la fecha se acerca, hay una creciente necesidad de un esquema de formación de este tipo.

5 REFERENCIAS

- Aschmann, Matthias 2014. Alles für 400.000 Euro. Copenbrügge. Copenbrügge
- Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e.V. (AHO) 2013. Honorarordnung für Architekten und Ingenieure. Berlin.
- Braun, S. & Rieck, A. & Koehler-Hammer, C. 2015. Ergebnisse der BIM-Studie für Planer und Ausführenden >>Diegitalen Planungs- und Fertigungsmethoden: 11, 18
- Bramann, H. & May, I. 2015. *Road Map for Digital Design and Construction*. Berlin: Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure.
- Chidambaram & Palanisamy, L. & Leong, N.K. & Wee, T.K. & Leong, T.K. & Kwang, T.K. 2011. Maximising BIM Integration with the Project Team. *The BIM Issue*: 7.
- Deutsche Bahn AG, 2015. BIM-Vorgaben für kleine und mittlere Verkehrsstationen. Berlin: DB Station & Service AG
- Díaz, Joaquín 2014. Wann kann Building Information Modeling in der deutschen Bauwirtschaft eingesetzt werden. *RKW-Kompetenzzentrum, Informationen / Bau-Rationalisierung 1/2014*: 4-6
- Eschenbruch, K. & Malkwitz, A. & Grüner, J. & Poloceck, A. & Karl, C.K. 2014, Maßnahmenkatalog zur Nutzung von BIM in der öffentlichen Bauverwaltung unter Berücksichtigung der rechtlichen ordnungspolitischen Raumbedingung: 107-112.
- Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure 2014. *BIM-Pilotprojekt Rastatter Tunnel*. Berlin: Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure
- Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure 2014. *BIM-Pilotprojekt Brücke Petersdorfer See*. Berlin: Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure
- Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure 2014. *BIM-Pilotprojekt Südverbund Chemnitz*. Berlin: Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure
- Horstmann, Wolfgang 2016. Einführung der BIM-Methodik bei der DB Station&Service: 4.
- Loewenstein, Hans-Hartwig 2014. Bauen in Deutschland – ein ökonomisches Desaster. *BRZ-Mittelstands-Forum 2014*: 9.
- Puestow, M. & May, I. & Peitsch, D. 2015. *Reformkommission Bau von Großprojekten*. Berlin: Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure.
- Riemensperger, F. & Hagemeier, W. & Pfannes, P & Wahrendorf, M. & Feldmann, M. 2015. *Digitalisierungsstrategien der deutschen Top500*. Berlin: Accenture.
- Ruehl, Thomas 2014. BIM im Verkehrswegebau – die Anwendung von BIM-Methoden bei standardisierten Verkehrsstationen. *BRZ-Mittelstands-Forum 2014*: 9-10.
- Schuett, Bastian 2015. BIM in der Ausführungsplanung und Bauausführung – Pilotprojekt Eisenbahnüberführung Filstal. DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH.



CONSTRUSOFT

SU PARTNER EN SOLUCIONES BIM PARA LA CONSTRUCCIÓN

**APORTAMOS LA EXPERIENCIA
DE CIENTOS DE PROYECTOS
EN MÁS DE 20 PAISES**



**DISTRIBUIDOR OFICIAL
Y EXCLUSIVO DE**



Modelado BIM líder mundial en estructura de acero y hormigón incluyendo armaduras



Cálculo de uniones metálicas por elementos finitos



Mediciones, control de costes y planificación vinculado al modelo BIM



Cálculo avanzado de estructuras metálicas y conexiones metálicas



Cálculo de estructuras de hormigón armado, acero y madera



Gestión de la fabricación en acero.

Oficinas en: **Barcelona** | **Madrid** | **Santiago de Chile** | **Bogotá** | **Lima** |

CONSTRUSOFT.COM

Síguenos en:

INCORPORACIÓN DE HERRAMIENTAS PARAMÉTRICAS PARA LA GENERACIÓN Y ANÁLISIS DEL MODELO VIRTUAL DEL EDIFICIO EN LA FORMACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE ARQUITECTURA.

José Vázquez-Rodríguez

Subdirector – Jefe de Estudios. E. T. S. Arquitectura. Universidad de A Coruña, A Coruña, España

Dolores Otero-Chans

Dpto. Tecnología de la Construcción. Universidad de A Coruña, A Coruña, España

Javier Estévez-Cimadevila

Dpto. Tecnología de la Construcción. Universidad de A Coruña, A Coruña, España

RESUMEN:

Desde hace años en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de A Coruña se han dado pasos cara al establecimiento de los procesos de diseño, representación y análisis de modelos virtuales apoyados en herramientas BIM.

El nuevo plan de estudios verificado por la ANECA, plantea una serie de líneas de intensificación articuladas sobre procesos BIM. Una de estas líneas se ha venido recogiendo en la asignatura de Proyectos de Estructuras, introduciendo a los alumnos en los métodos para la creación de modelos virtuales que representen tanto el modelo arquitectónico como su idealización mecánica. La incorporación en la docencia universitaria de herramientas de análisis y diseño paramétrico basadas en procesos BIM, determina un punto de inflexión en la formación del alumno de carreras técnicas.

En el artículo se expondrá el diseño del proceso formativo del plan de estudios, las acciones formativas realizadas y los resultados obtenidos tras los primeros años de docencia. Con el apoyo de casos prácticos, se mostrarán los diferentes grados de complejidad de los modelos virtuales utilizados, adaptados al nivel de conocimientos de los alumnos, que permiten la adquisición de competencias propias de las titulaciones técnicas en el campo de la arquitectura.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 *La Escuela Técnica Superior de Arquitectura de A Coruña*

La Escuela Técnica Superior de Arquitectura [ETSAC] es un centro perteneciente a la Universidad de A Coruña que lleva formando a profesionales de la arquitectura desde el año 1975. El centro destaca por la intensa formación técnica que reciben sus alumnos en los campos de la construcción y las estructuras de edificación y desde hace años se han dado pasos para la implementación de los procesos digitales en los estudios universitarios de grado.

En la ETSAC se impartió hasta el curso académico 2014-15 la titulación de Graduado en Arquitectura, de cinco años de duración y 330 ECTS, habilitante para el ejercicio de la profesión de arquitecto en España; en el curso académico 2015-16 se implanta la nueva estructura de las titulaciones de acuerdo con la orden EDU 2075/2010 en la que se establece un Grado no habilitante con una duración de cinco años y 300 ECTS, Graduado en Estudios de Arquitectura como única vía de acceso a la titulación habilitante de Máster Universitario en Arquitectura con una duración de un año y 60 ECTS.

La implantación de la nueva estructura de las titulaciones que conducen a la formación de los archi-

tectos españoles ha ofrecido la oportunidad de reorganizar el plan de estudios, programando una serie de intensificaciones formativas que recoge la declaración de intenciones aprobada por la junta de centro en el mes de mayo de 2014.

La mención en gestión del proyecto y tecnologías avanzadas y la mención en Diseño e Industria recogen en el itinerario formativo del futuro arquitecto la formación en procesos de diseño paramétrico y modelado de la información del edificio.

Asimismo en la ETSAC se ha creado la comisión “DIXITALETSAC” integrada por todas las áreas de conocimiento para la coordinación vertical y horizontal de los contenidos digitales del plan de estudios y coordinar las propuestas de formación de alumnos y profesores de acuerdo con la siguiente estructura:

- Modelado:
Configuraciones geométricas mediante el uso de herramientas de modelado cad-bim.
Integración en el proceso, adecuación del modelo a cada etapa de trabajo.
- Programación:
Procedimientos geométricos de diseño y manipulación de formas.
Algoritmos y diseño paramétrico.
- Optimización:
Herramientas de desarrollo y acercamiento al compromiso físico de la forma.
Posibilidades formales y materiales desde la eficacia mecánica.
- Fabricación:
Prototipos y fabricación de modelos de estudio bajo herramientas digitales.
Uso de herramientas-máquina, impresión, corte, modelado.

1.2 Temporalización y propuestas de formación realizadas

Con anterioridad a la incorporación de los procesos BIM a la docencia universitaria los estudiantes deben adquirir fundamentos básicos de diseño, incluyendo conocimientos sobre geometría descriptiva, (Denzer al Hedges, 2008) es por ello que el plan de estudios de Graduado en Estudios de Arquitectura determina el inicio de la formación para la representación digital de modelos arquitectónicos en el segundo cuatrimestre del segundo curso de la titulación, en donde se organizan cuatro asignaturas

eminentemente prácticas, dos de ellas con una carga docente de 9 ECTS, en donde se establecen las bases de la formación digital del alumno.

Tabla 1. Secuenciación de asignaturas

Curso	Cuatri mestre	Materia	ECTS	Módulo	Tipo
2	4	Análisis arquitectóni co	9	Prope- dético	Obliga toria
2	4	Proyectos 3	9	Proyec- tual	Obliga toria
2	4	Urbanística 1	6	Proyec- tual	Obliga toria
2	4	Estructuras 1	6	Técnico	Obliga toria

A medida que el alumno avanza en su formación reglada, el plan de estudios incorpora las competencias digitales de manera que el alumno manejará hasta la finalización de su formación académica tanto idealizaciones tradicionales como modelos digitales y analíticos computables. De acuerdo con (Kymmel, 2008) se pueden plantear diferentes modelos BIM orientados a la definición del modelo arquitectónico, como modelos conceptuales o idealizaciones analíticas estructurales y mecánicas entre otros. El nivel de desarrollo del modelo utilizado en cada etapa habrá de adecuarse necesariamente al nivel de formación del alumno.

En el tercer curso de la titulación se incorporan los procedimientos de análisis numérico e idealización de modelos estructurales, en cuarto curso se plantea la introducción de los modelos MEP junto con la intensificación del análisis del modelo estructural y por último, en el quinto curso de la titulación, se oferta una formación específica en función del perfil elegido por el alumno para la creación del modelo arquitectónico, el modelo estructural o el modelo MEP.

Como complemento a la enseñanza reglada las materias del plan de estudio, a partir del segundo curso de la titulación se proponen a alumnos y profesores de la ETSAC diversas propuestas de formación en las que han participado más de 450 alumnos y profesores.

Tabla 2. Formación periódica realizada en la ETSAC

Nivel	Descripción	Horas
Elemental	Design the future. Autodesk Revit	8
Básico	BIM al BIm con Revit Architecture	40
Básico	Fabricación Digital conRhinceros & V Ray	30
Básico	SketchupPro Fundamentos de diseño arquitectónico	20
Básico	Modelado BIM con Archicad	20

Nivel	Descripción	Horas
Elemental	Design the future. Autodesk Revit	8
Básico	BIM al BIm con Revit Architecture	40
Básico	Fabricación Digital conRhinceros & V Ray	30
Básico	Personalización AutoCAD Architecture	5
Básico	Técnicas de trabajo e idealización estructural con RFEM. DLUBAL	10
Intermedio	Diseño paramétrico con Grasshopper	30
Intermedio	Técnicas de Trabajo Avanzadas con Revit	30
Intermedio	Cadwork. Diseño Estructural con CLT	20
Intermedio	Trabajo colaborativo con Archicad	20

2 PROYECTOS DE ESTRUCTURAS

2.1 Antecedentes

Se trata de una asignatura ubicada en el quinto curso de la titulación habilitante para el ejercicio de la profesión de arquitecto. Desde la implantación de la asignatura en el año 2000 se utilizaron las últimas tecnologías disponibles para el modelado e idealización del modelo arquitectónico y los resultados de los trabajos realizados se comparten con los nuevos alumnos bajo una licencia Creative Commons.

En el curso 2009-10 se incorpora por primera vez el uso del BIM en la asignatura, esto provocó en su momento un cambio radical en la forma de acometer la creación del modelo computable. Hasta ese instante los modelos se realizaban con el apoyo de herramientas vectoriales que si bien eran suficientes para lograr su definición volumétrica no permitían la compresión conjunta del modelo arquitectónico y el modelo estructural.

2.2 Objetivos de aprendizaje y trabajos realizados por los alumnos

La incorporación de modelos BIM al proceso formativo introduce un mayor grado de complejidad en las herramientas utilizadas para su elaboración frente a las empleadas en modelos CAD. El objetivo principal de la asignatura es la compresión del modelo analítico estructural desde el análisis del modelo arquitectónico.

Para ello se estableció una estrategia de formación incremental a lo largo de los años, en donde los materiales generados por los alumnos en cursos precedentes, una vez seleccionados y revisados por el profesor se ponen a disposición de los nuevos alumnos como ayuda en el proceso de aprendizaje.

Como primer ejercicio se propuso el análisis en un

entorno BIM de las propuestas de Le Corbusier en su “maison Dom-ino”.

Desde el curso 2009-10 se han generado materiales de formación orientados a la creación de los modelos digitales de complejidad creciente:

Curso 2009-10: Objetivo básico modelado Arquitectónico.

Modelo base inicial: Maison Dom-ino, Le Corbusier

Tema del curso: Constructivismo Ruso. La arquitectura como objeto social. Factory Clubs.

Software: Revit Architecture – Autocad Architecture

Se analizaron a lo largo del curso los clubs obreros, Frunze, Gorky, Rosakov, Pravda Dulevo, además del pabellón soviético de la expo de París, la torre Pravda y la torre Tatlin.

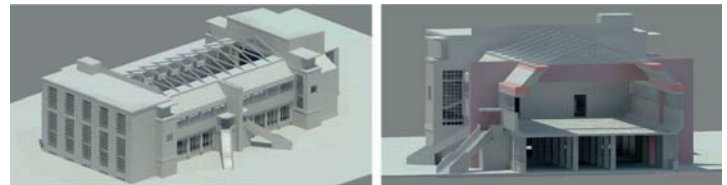


Figura 1. Modelo arquitectónico del palacio de cultura Palace of Culture. K. Melnikov. Moscú. Estudiantes: H. Malvar Álvarez, A. Rey Casas, and A. Varela.

Cursos 2010-11/2011-12/2012-13: Si bien el objetivo principal en estos cursos siguió siendo la capacitación del alumno para la generación del modelo arquitectónico, se plantea la idealización estructural en un entorno BIM con el apoyo de Revit Structure, hasta ese momento la idealización se realizaba con el apoyo de herramientas CAD.

Tema del curso: Movimiento moderno. Grandes maestros del movimiento moderno

Software: Revit Architecture – Revit Structure – Metal 3D Cype

Con el apoyo documental de los trabajos y contenidos desarrollados en años anteriores los alumnos adquirieron las competencias para la correcta definición del modelos arquitectónico y han sido capaces de plantear una idealización básica del modelo estructural del edificio. En el análisis del proyecto de Le Corbusier para el pintor Ozenfant, además se planteó un modelo analítico que permitió trazar el recorrido de cargas hasta cimentación.

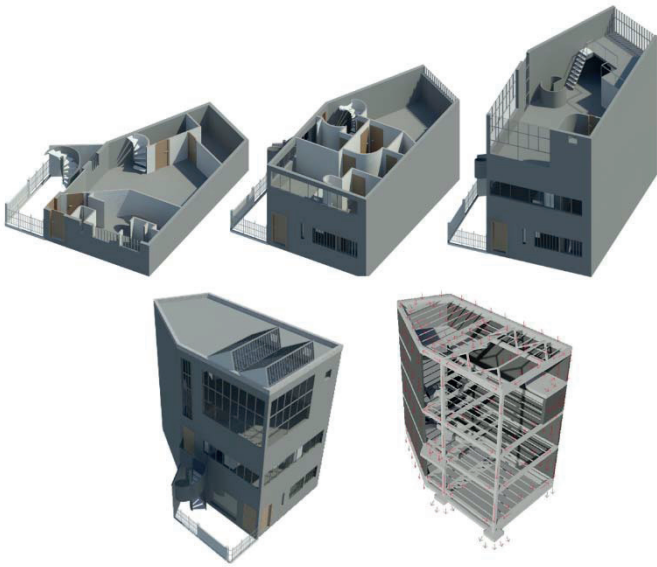


Figura 2. Modelo arquitectónico y modelo analítico estructural del estudio para el pintor Ozenfan. Le Corbusier. Estudiantes: R. Rodríguez Álvaro, A. Rodríguez Arias, J. Romero Casas.

Gracias a estas experiencias previas, los alumnos trabajando en grupos adquirieron las competencias necesarias para analizar modelos con una mayor complejidad formal, como por ejemplo la Villa Savoye de Le Corbusier, la Kauffman house y el Solomon Guggenheim Museum de F.L. Wright.

Gracias a estas experiencias previas, los alumnos trabajando en grupos adquirieron las competencias necesarias para analizar modelos con una mayor complejidad formal, como por ejemplo la Villa Savoye de Le Corbusier, la Kauffman house y el Solomon Guggenheim Museum de F.L. Wright.

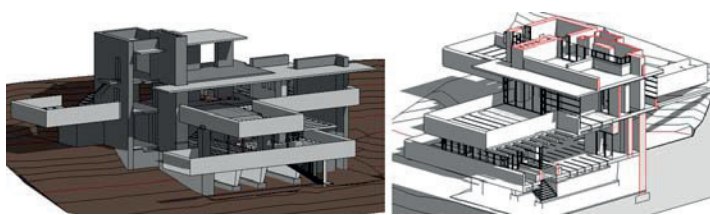


Figura 3. Modelo arquitectónico de la casa Kauffman. F.L. Wright. Estudiantes: A. Hermidia Conde, B. Huertas Cedeira, A. Prieto González.

A destacar el análisis realizado del Museo Solomon Guggenheim en donde gracias a la elaboración del modelo digital en un entorno BIM, se logra la categorización de los elementos que componen el modelo arquitectónico y la idealización del modelo estructural. En estos cursos se introduce a los alumnos en la generación de familias paramétricas como la barandilla de sección variable que cierra la rampa helicoidal que recorre el museo.

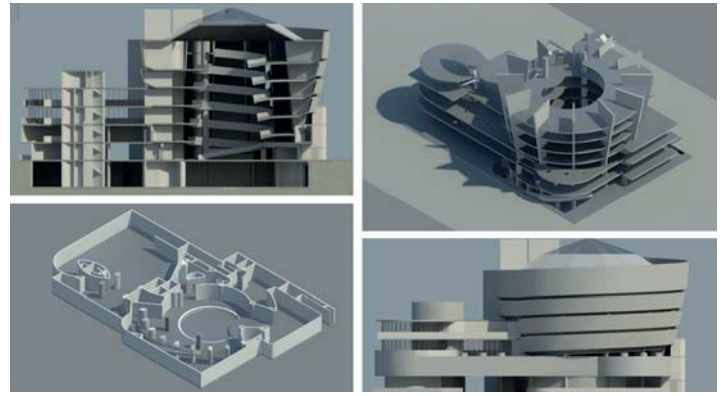


Figura 4. Modelo arquitectónico e idealización estructural del museo Solomon Guggenheim. F.L. Wright. New York. Estudiantes: N. Alonso Nicieza, J. Araujo Vázquez, A. Castro Rodríguez.

Curso 2014-15: Objetivo incremental: generación paramétrica del modelo analítico estructural y del modelo apto para su fabricación digital

Tema de curso: Heine Engels. Sistemas de estructuras atendiendo a su estado tensional.

Software: Rhinoceros – Grasshopper – Kangaroo

En este curso académico se plantea como objetivo la evaluación de las deformaciones del modelo analítico estructural, para ello, tras una formación inicial de los alumnos en los conceptos de listas y árboles, se establecen diferentes estrategias para la generación paramétrica de los elementos que componen el modelo. En la foto 5 se visualiza el proceso de generación paramétrica en función de una serie determinada de planos de corte que intersecan un arco de circunferencia.

La inauguración en este curso académico del Laboratorio de fabricación digital de la ETSAC, (LdFAB, 2014), ofreció la oportunidad de generar los algoritmos necesarios para la transformación paramétrica del modelo alámbrico en entidades tridimensionales que fueron fabricadas con la maquinaria de control numérico disponibles en el laboratorio.

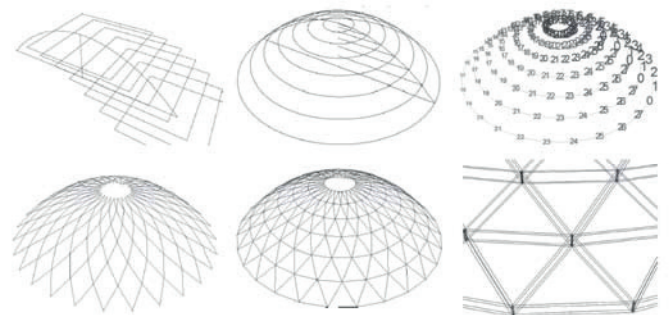


Figura 5. Parametrización del modelo analítico estructural. Estudiantes: A. Alfajeme García, C. Álvarez Fenández.

Curso 2015-16: Objetivo incremental: Evaluación paramétrica del modelo estructural

Tema del curso: Pabellones temporales exposiciones universales

Software: Rhinoceros – Grasshopper – Kangaroo – Rhinamo - Dynamo - Revit

En el curso académico 2015-16 se da un paso más en la generación y evaluación analítica de los modelos estructurales con la introducción en la asignatura del software Dynamo de Autodesk. Dynamo al igual que Grasshopper permite establecer relaciones entre los elementos que componen el modelo gracias al establecimiento de una serie de parámetros de control, que apoyados en una serie de procedimientos lógicos permiten su procesado y análisis en tiempo real. Rhynamo es el nexo de unión que permite la importación de geometrías desde un entorno Rhino a un entorno BIM como Revit.

El fuerte desarrollo del software Dynamo ofrece la posibilidad de generar los algoritmos para la definición paramétrica del modelo analítico dentro de un entorno BIM, permitiendo la asignación inmediata de familias paramétricas al modelo alámbrico.

En la foto 6 se muestra una práctica realizada con el apoyo de la herramienta de programación visual Dynamo, en la que se define de forma exhaustiva tanto el modelo BIM arquitectónico como el modelo analítico estructural S-BIM que conforma la puerta de entrada a la exposición universal de Hannover, permitiendo su análisis en la plataforma Robot Structural Analysis.

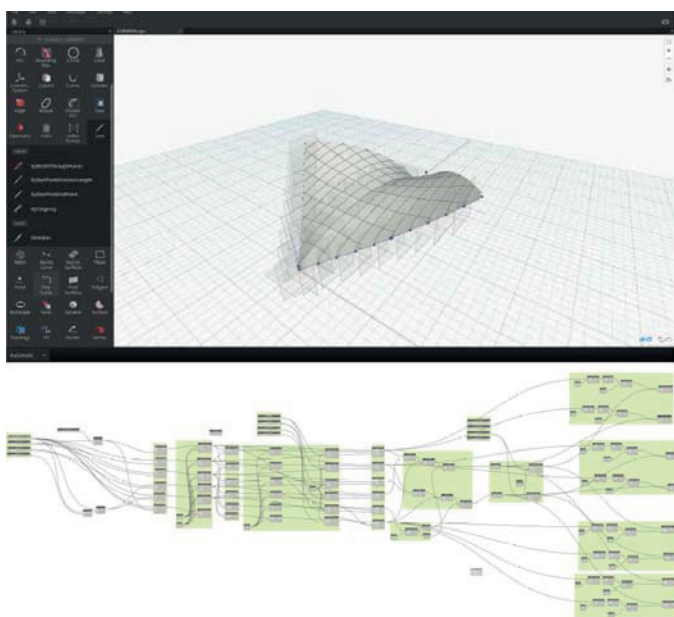


Figura 6. Estrategias para el estudio del modelo analítico de la estructura de entrada a la Expodach. Hannover 2000. Thomas Herzog and Julius Natterer. Estudiantes: P. Pita Castro, F. Rey Ishiara, L. Folla González.

En la tabla 3 se muestra la evolución en el software utilizado en la asignatura de proyectos de estructuras a lo largo de los últimos años, y a la vista del desarrollo actual del software se prevé para el curso 2016-17 la introducción de las posibilidades que la plataforma FLUX ofrece para el intercambio de datos entre aplicaciones logrando un mayor control sobre el modelo digital.

Tabla 3. Evolución software utilizado en la asignatura.

Curso académico	Software	Objetivo
2000-2009	AutoCAD - Autocad Architecture – Cype	CAD & Análisis estático
2009-2014	Revit Architecture – Cype - Robot Structural Analysis – Grasshopper	Diseño paramétrico y flujo BIM
2014-2016	Grasshopper + Rhinamo + Kangaroo + Revit + Dynamo + Rhynamo + Robot	Modelado paramétrico. Interoperabilidad básica y análisis en tiempo real.
2016-2017	Flux + Dynamo + Excel + Grasshopper	Establecimiento de una tabla base en Excel como almacén central de información para transformar la transformación y optimización del modelo en diferentes plataformas.

3 RESULTADOS OBTENIDOS

Las competencias adquiridas por los alumnos se demuestran en los trabajos fin de grado de la titulación de Graduado en Estudios de Arquitectura defendidos ante un Tribunal Universitario en el primer cuatrimestre del curso académico 2015-2016.

Se trata de trabajos de investigación desarrollados por los alumnos que han cursado la asignatura de proyectos de estructuras, los trabajos, publicados de forma abierta en el repositorio institucional de la Universidad de A Coruña (UDC, 2016), pro-

fundizan en las posibilidades del diseño paramétrico, el análisis estructural y en los procesos de “form finding”, se citan a continuación algunos de los trabajos defendidos:

- Evolutionary optimization of parametric structures: understanding structure and architecture as a whole from early design stages. (Almaraz, A., 2015).
Keywords: Karamba, Evolutionary Solver, Parametric Architecture, Structural
- Cubiertas Laminas Modulares en Paraboloides hiperbólicos: Módulos Agrupables de Bordes Rectos. (Rodríguez, D., 2015).
Keywords: Modular, Cover, Sheet structure, Hyperbolic paraboloid, FEM
- Estudio paramétrico de cúpulas de barras: generación paramétrica, cálculo automatizado y comparativa del comportamiento de cúpulas de haces ante variaciones geométricas. (Alfajeme, A., 2015)
Keywords: Parametrization, Analysis, Calculation, Comparison, Domes
- Estudio paramétrico sobre mallas de doble capa. (Villar, I., 2015)
Keywords: Parametrization, Modulation, Optimization, Deformation.

4 CONCLUSIONES

Los nuevos planes de estudios que conducen al ejercicio de la profesión regulada de arquitecto han permitido la incorporación de los procesos BIM en la formación de los alumnos de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de A Coruña.

La incorporación de las competencias digitales en el segundo cuatrimestre del segundo curso de la titulación de Graduado en Estudios de Arquitectura, permite que los alumnos adquieran previamente conocimientos básicos de representación, geometría, mecánica vectorial y estática, cuestión fundamental antes de enfrentarse a la definición del modelo digital.

La puesta a disposición de las prácticas realizadas por los alumnos a lo largo de los años, en la plataforma de teleformación de la Universidad de A Coruña ha permitido la retroalimentación de los alumnos en el proceso formativo y una mejora

constante en el proceso de adquisición de competencias en la elaboración del modelo computable del edificio.

El proceso de aprendizaje gradual desde el segundo curso de la titulación posibilita la adquisición por parte del alumno de las habilidades y aptitudes complementarias a las tradicionales que le permitan la realización de su Trabajo Fin de Master con un uso competente de las herramientas digitales basadas en procesos BIM.

5 BIBLIOGRAFÍA

- Alfajeme, A., 2015, *Estudio paramétrico de cúpulas de barras: generación paramétrica, cálculo automatizado y comparativa del comportamiento de cúpulas de haces ante variaciones geométricas*. <http://hdl.handle.net/2183/16172>. TFG Grado en Estudios de Arquitectura, Universidad de A Coruña, España.
- Almaraz, A., 2015, *Evolutionary optimization of parametric structures: understanding structure and architecture as a whole from early design stages*. <http://hdl.handle.net/2183/15965>, TFG Grado en Estudios de Arquitectura, Universidad de A Coruña, España, 2015.
- Denzer and K.E. Hedges, 2008, From Cad to BIM: Educational strategies for the coming paradigm shift, AEI 2008: Building Integrated Solutions pp. 1-11. doi: 10.1061/41002(328)6
- Kimmell, W, 2008, *Building information modelling: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations*, New York, McGraw-Hill construction series.
- LdFAB, 2014, *Laboratorio de Fabricación Digital*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de A Coruña. <http://etsa.udc.es/ofabdaetsac>
- Rodríguez, D., 2015, *Cubiertas Laminas Modulares en Paraboloides hiperbólicos: Módulos Agrupables de Bordes Rectos* <http://hdl.handle.net/2183/16128>. TFG Grado en Estudios de Arquitectura, Universidad de A Coruña, España.
- Villar, I, 2015. *Estudio paramétrico sobre mallas de doble capa*. <http://hdl.handle.net/2183/16171>. TFG Grado en Estudios de Arquitectura, Universidad de A Coruña, España.

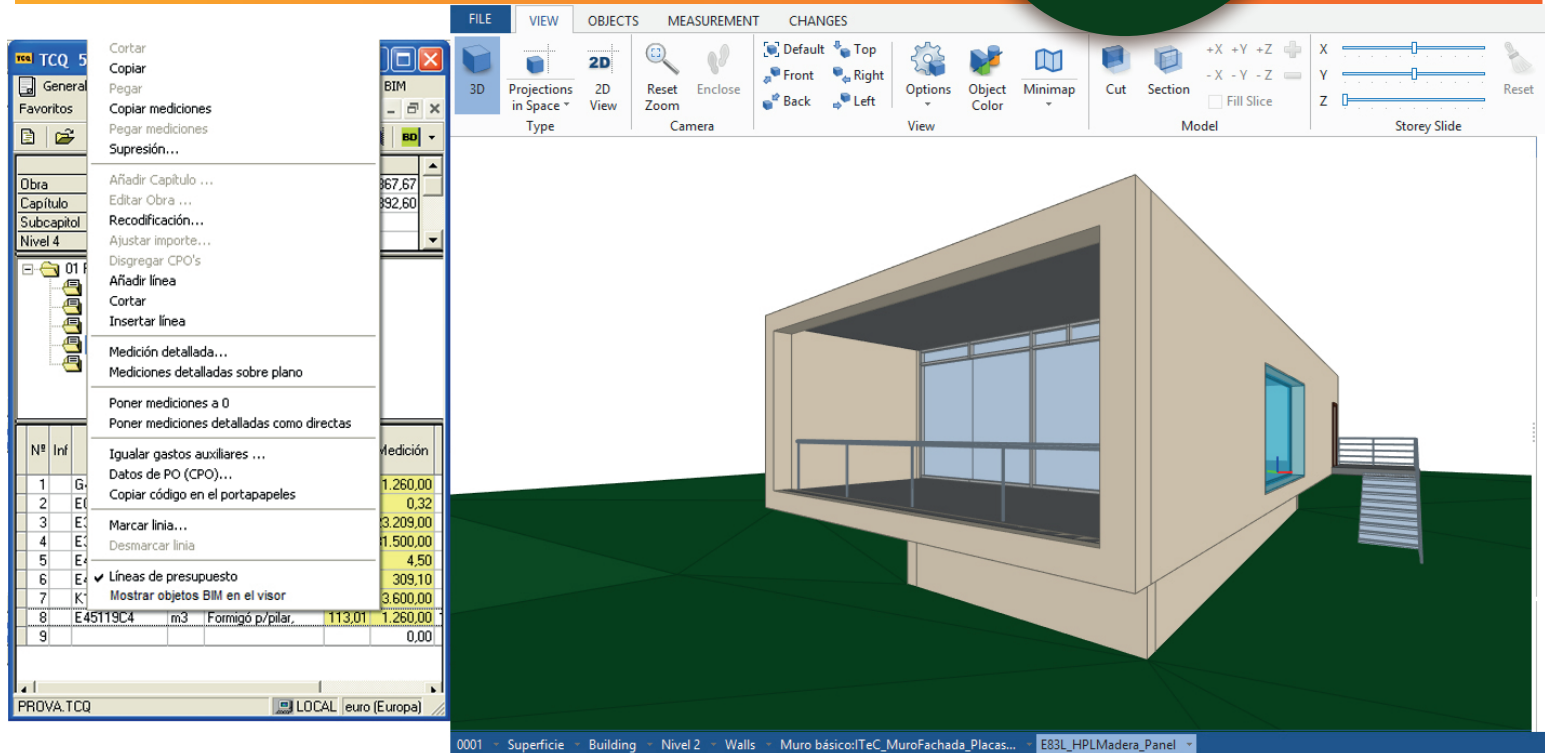
TCQ 2000

ITeC

LA VERSIÓN DE TCQ PARA EL ENTORNO BIM

5.1

NUEVA
VERSIÓN



VISUALIZADOR BIM en formato IFC

MULTIPLATAFORMA exporta e importa a todas las plataformas BIM

INTEGRADA sin plugins complementarios

PERSONALIZABLE configuración de plantillas

INTEROPERABLE elabora presupuestos a partir de modelos BIM

PRUÉBALO GRATIS UN MES

PARA VISITANTES DE BIMEXPO, OS ESPERAMOS EN EL ESTAND 7G09



www.itec.es



BIM PROJECT MANAGEMENT



CON UN

BIM PROJECT MANAGER

SU PROYECTO BIM SERÁ UN ÉXITO

Empresa certificada **UNE - ISO 21500**

www.sachconsulting.com



ESTRATEGIAS DE IMPLANTACIÓN DE ENSEÑANZA BIM EN ESTUDIOS DE POSTGRADO. EXPERIENCIA EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Esther Maldonado

Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Departamento de Ideación Gráfica Arquitectónica, Madrid, España.

RESUMEN:

La incorporación de las metodologías BIM en las universidades españolas, tanto en los planes de estudio de los grados como en postgrados específicos, ha sufrido bastante retraso, por lo que, no sólo los profesionales con una carrera dilatada, sino también los titulados recientes, carecen de los conocimientos y la formación necesaria para adaptarse con éxito a las nuevas metodologías de trabajo que requiere el BIM. Este desfase entre la formación universitaria y la realidad del mercado laboral ha dado lugar a una carencia importante de profesionales especializados preparados para cubrir los nuevos puestos y roles que dichas metodologías demandan.

De hecho, el primer debate que se ha planteado en el ámbito universitario es si el BIM debe integrarse de forma natural en los estudios de grado o si, por el contrario, es más adecuado plantear una formación más especializada desarrollada en un postgrado.

El propósito de este artículo es exponer el proceso seguido a la hora de enfocar la formación BIM en una universidad grande, como es la Universidad Politécnica de Madrid, y más concretamente en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, analizando los factores y condicionantes a tener en cuenta y estudiando las ventajas y los inconvenientes de su implementación en grado y en postgrado.

Aunque los sistemas informáticos denominados BIM parecen relativamente modernos, lo cierto es que nacieron hace más de 30 años, mucho antes de que se acuñara el acrónimo BIM (Building Information Modeling), que no empezó a popularizarse hasta 2002. Bien es verdad que, en un principio, los sistemas BIM estaban muy poco extendidos en el ámbito de la edificación y sólo estaban introducidos en un número reducido de estudios de arquitectura, más como herramienta sustitutiva del CAD que aportaba una serie de ventajas, que como sistema de gestión del proyecto y la información asociada al mismo.

No ha sido realmente hasta el siglo XXI cuando los diferentes actores intervinientes en el ciclo de vida del edificio han comenzado a detectar que aquellas herramientas nacidas a principios de los 80, y rebautizadas como BIM bastantes años después, posibilitan un cambio en la metodología de trabajo que permite una mejora sustancial en los procesos, la productividad, la calidad, la coordinación y, en general, en todos los factores ligados al desarrollo del

proyecto, la ejecución de la obra y la explotación del edificio terminado.

Las metodologías BIM se han ido incorporando a todos los ámbitos de la edificación de una forma tan rápida que ha dado lugar a una carencia importante de profesionales especializados preparados para cubrir los nuevos puestos y roles que dichas metodologías demandan.

Sin embargo, en el ámbito universitario, y más concretamente, en las Escuelas de Arquitectura, la desinformación generalizada sobre el funcionamiento y aplicaciones del BIM ha dado lugar, en multitud de ocasiones, a debates y controversias sobre la idoneidad de las mismas para desarrollar proyectos arquitectónicos de calidad, así como conseguir una expresión gráfica adecuada a la hora de aplicarlas a la representación de la arquitectura. Estos planteamientos han demostrado, sin duda, una falta de conocimiento sobre el significado e implicaciones del BIM que, en muchos casos, se ha entendido, erróneamente, como un mero sustituto del CAD, lo que

ha llevado a un retraso en la integración de estas metodologías y herramientas en las universidades españolas, tanto en los planes de estudio de los grados como en postgrados específicos.

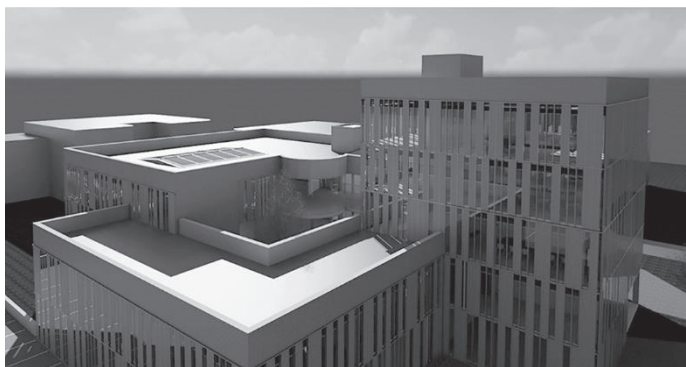


Figura 1. PFC de Postgrado en Metodología BIM. 2015.
Ignacio Angulo, Ingeniero de Edificación.

Mientras que en países como Estados Unidos, Reino Unido, Australia o Finlandia, entre otros, muchas universidades tienen ya integrada la enseñanza del BIM en sus estudios de grado y/o postgrado, las universidades españolas en general, y más concretamente las escuelas de arquitectura y/o ingeniería de edificación, no han comenzado a plantearse la incorporación de formación en BIM en sus estudios de grado o de postgrado hasta hace muy poco tiempo. Bien es verdad que en algunos casos, sí ha sido posible acceder a cierta formación BIM en algunas universidades, de manera, muchas veces, extraoficial y gracias, en la mayoría de los casos, al voluntarismo y la convicción de unos pocos profesores. Dicha formación se ha articulado, en general, en forma de cursos y seminarios extraescolares, ofertados en muchas ocasiones por empresas externas, centrados en el manejo de herramientas concretas como Revit, ArchiCAD o Allplan y dirigidos principalmente a los estudiantes.

A partir de 2013 diversas universidades españolas comienzan a ofertar de forma oficial formación BIM avalada por títulos propios. Dicha formación empieza a impartirse en escuelas de arquitectura, de edificación y de algunas otras ingenierías, abarcando formatos que van desde cursos de formación continua, orientados tanto a estudiantes de grado como a profesionales, hasta másteres universitarios para postgraduados. Asimismo, desde algunos departamentos universitarios se empieza a integrar el BIM en ciertas asignaturas de grado.

En la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid el único acceso a una cierta formación BIM era, hasta 2014, a través de cursos de Revit y ArchiCAD, generalmente enfocados al mero aprendizaje de dichas herramientas como sustitutivas de

otros programas como AutoCAD y 3ds max, y organizados por la Delegación de Alumnos.

A finales de 2013, el Director del Departamento de Ideación Gráfica Arquitectónica de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Don Javier Francisco Raposo Grau, Doctor Arquitecto, decide liderar la iniciativa de introducir formación en BIM en la Escuela. Conscientes de que la Universidad no debe funcionar de espaldas a la realidad profesional, comenzamos a analizar las diferentes posibilidades de implantación de una formación BIM que no se quede sólo en el mero manejo de alguna herramienta, teniendo siempre presente la dificultad de introducir una enseñanza nueva en una de las escuelas de arquitectura más grande de España como es la ETSAM, integrada a su vez en una universidad tan grande y difícil de gestionar como es la Universidad Politécnica de Madrid.

En un principio se barajaron tres posibilidades: la primera opción consistía en ofrecer un conjunto de cursos monográficos de formación continua, de 2 o 3 ECTS que abarcaran diferentes aspectos de la formación BIM y que pudieran cursarse individualmente o en bloque. Como segunda opción se planteó la posibilidad de introducir la formación BIM en los estudios de grado mediante una asignatura de libre elección de entre 3 y 6 ECTS. Por último, la tercera opción pasaba por enfocar la formación BIM hacia postgraduados, barajándose los distintos formatos existentes para formación postgrado: Experto de entre 15 y 20 ECTS, Especialización de entre 30 y 35 ECTS y Máster con más de 60 ECTS. Estas tres opciones suponían tres enfoques muy diferentes, lo que nos llevó a analizar las diferentes ventajas e inconvenientes de cada una de ellas.

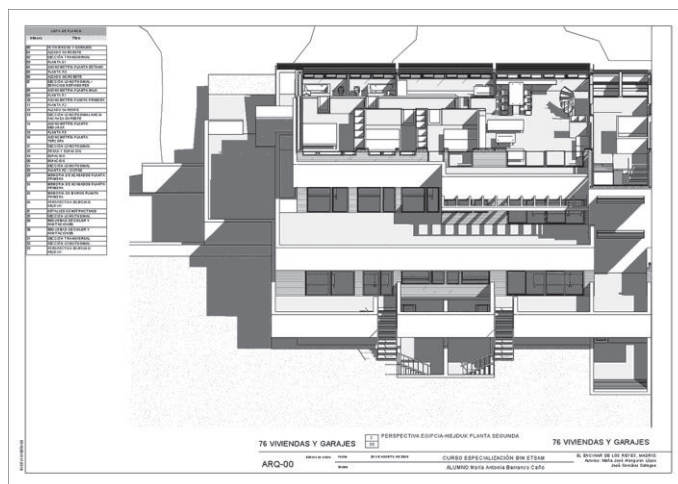


Figura 2. PFC de Postgrado en Metodología BIM. 2015.
María Antonia Barranco, Arquitecta.

Los cursos de formación continua ofrecían en principio la ventaja de ser accesibles tanto para alumnos de grado como para postgraduados, no sólo procedentes de la Universidad Politécnica de Madrid sino de cualquier otro centro universitario. Sin embargo, pronto llegamos a la conclusión de que dicha ventaja no era tal, puesto que las demandas de formación en BIM de los estudiantes de grado estaban orientadas básicamente al aprendizaje de alguna herramienta BIM que les pudiera resultar útil para el desarrollo de sus trabajos y proyectos de curso, mientras que las necesidades de los postgraduados, ya inmersos en la realidad profesional, requerían de una formación no sólo instrumental, sino orientada al aprendizaje de metodologías de trabajo y gestión de proyectos.

La opción de ofertar una asignatura de libre elección enfocada en el BIM tenía la ventaja de posibilitar de una forma sencilla la inclusión de la formación BIM en los estudios de grado, aunque en este caso, la oferta formativa quedaría, de hecho, circunscrita a los alumnos de grado de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Sin embargo, el formato de asignatura de libre elección, desligada del plan de estudios, no permitía una integración real y transversal de las metodologías BIM en los estudios de grado, lo que unido al reducido número de ECTS y, por lo tanto de horas de docencia, probablemente conduciría a una asignatura más instrumental que metodológica, orientada a una heurística gráfica, prescindiendo de una aplicación integral al proceso proyectual y edificatorio.

Consideramos que la integración de las metodologías BIM en los estudios de grado requería de una transversalidad que implicara a distintos departamentos y materias, de modo que el BIM llegara a convertirse en la metodología de trabajo natural a lo largo de la carrera y las herramientas BIM se convirtieran en las habituales en muchas asignaturas. Sin embargo, no parecía factible conseguir esta integración interdepartamental a corto plazo en una escuela tan grande y con una gestión tan compleja como la ETSAM.

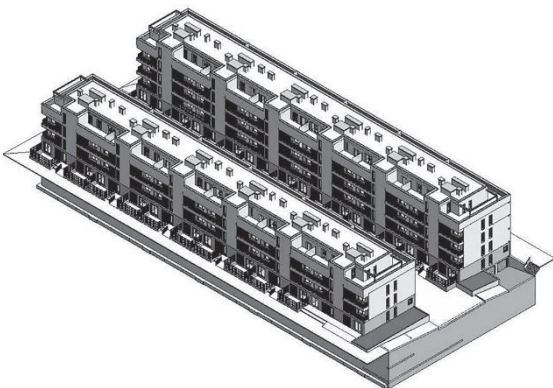


Figura 3. PFC de Postgrado en Metodología BIM. 2015.
Alberto Castellanos, Arquitecto Técnico.

La opción de ofrecer formación BIM mediante un título propio de postgrado, parecía presentar varias ventajas. En primer lugar, las metodologías BIM, al abarcar todo el ciclo de vida del edificio, pueden involucrar a diferentes profesionales: arquitectos, ingenieros, arquitectos técnicos y aparejadores, topógrafos, etc. La formación de postgrado ofrece la flexibilidad necesaria para que profesionales con formación universitaria variada puedan acceder a la misma. Por otra parte, los conocimientos adquiridos durante los estudios de grado, junto con la experiencia profesional posterior, proporcionan una mejor comprensión y una visión más clara de las ventajas que la aplicación de metodologías BIM puede aportar al sector de la arquitectura y de la edificación en general.

Una vez tomada la decisión de ofrecer formación BIM en formato de postgrado, el siguiente paso fue analizar los contenidos que deberían incluirse en el programa y el número de créditos ECTS necesarios para abarcar dichos contenidos. En función del número de créditos ECTS resultantes el postgrado se articularía como Curso de Experto, Curso de Especialización o Master Universitario.

También era necesario valorar el público objetivo al que nos íbamos a dirigir, puesto que las demandas de formación de los profesionales con varios años de experiencia laboral son, en general, muy distintas de las de los recién titulados con escasa o nula experiencia profesional.

No parecía razonable que un postgrado universitario tuviera una orientación exclusivamente instrumental, aunque sí debía incluir el aprendizaje de herramientas BIM. Tampoco parecía adecuado centrarse en una única herramienta ya que nos parecía que el hecho de tener una visión general de diferentes aplicaciones de software BIM facilitaría la comprensión de los sistemas de trabajo con metodologías BIM. Por lo tanto, una de las primeras decisiones fue que en el postgrado se trabajaría, al menos, con los cuatro programas más extendidos de software BIM: Autodesk Revit, Graphisoft ArchiCAD, Nemetschek Allplan y Bentley AECOsim.

Por otra parte, a pesar de que las metodologías BIM han dejado de estar circunscritas al sector de la edificación y se aplican ya en el ámbito de la obra civil, e incluso en otras áreas, consideramos que, puesto que el postgrado iba a impartirse en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, debía centrarse en el ámbito de la edificación.

Asimismo, otro factor a valorar a la hora de definir el programa del postgrado era si los contenidos debían abarcar la aplicación del BIM a todo el ciclo de vida del edificio, proyecto, construcción y mante-

nimiento o si era preferible centrarse en una de las fases.

Por otra parte, comprobamos que, en los últimos años, han proliferado academias, centros de formación e incluso colegios profesionales que ofrecen titulaciones mal llamadas Master BIM o similar que, en la mayoría de los casos, son en realidad cursos de Autodesk Revit, más o menos largos, que, en algunas ocasiones, se complementan con el aprendizaje de otros programas informáticos no necesariamente vinculados a la metodología BIM. Sin embargo, también encontramos alguna empresa privada que ofrecía, también bajo el título de Master BIM, unos programas aparentemente muy completos, orientados al sector de la edificación y tocando todas las fases del ciclo de vida del edificio.

En cuanto a las Universidades, la formación BIM se circunscribía, en muchos casos, a cursos de formación continua o incluso cursos impartidos por empresas externas. Sólo unas pocas, como la Universitat Politècnica de Catalunya o la Universidade da Coruña habían comenzado a ofertar formación postgrado BIM con programas y contenidos muy diferentes.

Además de considerar todos los factores anteriormente expuestos, decidimos analizar los programas de postgrado de formación BIM propuestos por la Universitat Politècnica de Catalunya, la Universidade da Coruña, y la Universidad Europea de Madrid, así como el denominado Master BIM impartido por la empresa IDESIE Business School, En todos los casos, recurrimos a la información publicada en las respectivas páginas web.

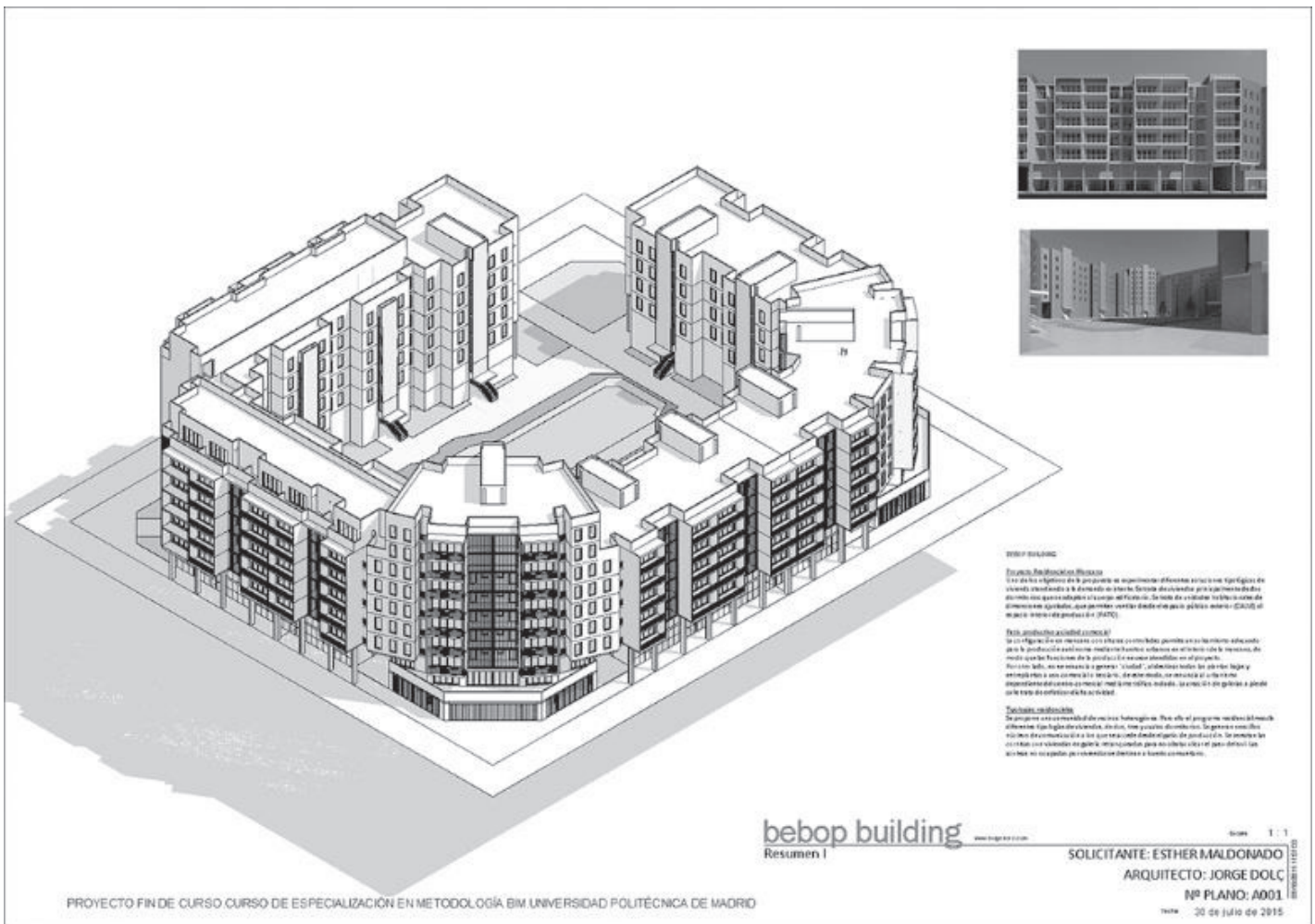


Figura 4. PFC Postgrado en Metodología BIM. 2015.
Jorge Dolç, Arquitecto.

La Universitat Politècnica de Catalunya ofrecía a través de la School of Professional & Executive Development el Postgrado en BIM Management (Gestión Multiplataforma de Building Information Modeling), con 35 ECTS y 216 horas lectivas, dirigido por Don Eloi Coloma Picó, Doctor Arquitecto. El Postgrado contaba con 4 módulos de 7 ECTS y 54 horas lectivas cada uno, enfocados al aprendizaje y aplicación de cada uno de los cuatro softwares BIM de mayor implantación en España: Revit, ArchiCAD, AECOSim y Allplan. El quinto módulo de 7 ECTS, denominado Proyecto de Innovación en una Empresa BIM abarcaba contenidos relacionados con BIM management más el desarrollo de un Proyecto BIM en el ámbito empresarial. En nuestra modesta opinión, la búsqueda del equilibrio total entre los cuatro programas BIM podía llegar a dar una buena visión general de todos ellos, pero sin llegar a profundizar en ninguno.

La Universidade da Coruña ofrecía el Curso de Especialización en BIM (Building Information Modeling) con 27 ECTS y título de Experto Universitario en Metodología BIM, codirigido por Don Juan Luis Pérez Ordoñez, Doctor Ingeniero Informático y Don Gustavo Ferreiro Pérez, Arquitecto, e impartido en la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica. El programa publicado en la web resultó ser demasiado inconcreto, ya que no se especificaba más que los títulos de los tres módulos que componían el curso: Competencias digitales BIM de modelado, 9 ECTS, Competencias digitales BIM de colaboración, 9 ECTS, y Competencias digitales BIM de experto, 9 ECTS. El hecho de que apareciera el adjetivo digital en los tres títulos nos hizo suponer que el curso estaba muy orientado al manejo de uno o varios programas BIM, aunque intuimos que quizá se desarrollaba principalmente en la plataforma ArchiCAD puesto que ya se había ofertado formación con este programa anteriormente. Sin embargo, no llegamos a constatar ninguno de estos puntos.

La Universidad Europea ofertaba para el curso 2014/15 un Postgrado de Experto en Gestión de Proyectos. Metodología BIM (Building Information

Modeling), con 30 ECTS, dirigido por Don Felipe Aparicio Jabalquinto, arquitecto técnico e ingeniero de edificación. Este postgrado se planteaba en modalidad semipresencial, con diez sesiones presenciales y tutorías de seguimiento online, estructurado en cinco módulos: Filosofía BIM. Principios y conceptos, Fase de proyecto. BIM design, Preconstrucción. Tender, Ejecución de obra: BIM construction y Mantenimiento y gestión de patrimonio modelizado. BIM facility. No se especificaba las horas lectivas totales, ni las dedicadas a cada módulo, y tampoco se hacía referencia a ningún software concreto, aunque del análisis de los perfiles del profesorado dedujimos que estaría basado en Revit. Este curso nos pareció, en nuestra modesta opinión, muy ambicioso para un postgrado de 30 ECTS, que además se desarrollaba en su mayor parte online.

En cuanto a IDESIE Business School, anunciaba un Master BIM de 60 ECTS y 800 horas de docencia con un programa que proponía 5 módulos: Fundamentos BIM, Trabajo colaborativo e interoperabilidad BIM, BIM aplicado a proyectos de arquitectura e ingeniería, BIM aplicado a construcción, BIM aplicado a explotación de edificios e infraestructuras, con unos contenidos muy completos que abarcaban todo el ciclo de vida del edificio. El programa incluía el manejo de multitud de programas informáticos, no sólo los cuatro softwares BIM ya citados anteriormente, sino otros muchos que en conjunto superaban la treintena y enfocados a áreas diversas como cálculo de estructuras e instalaciones, planificación, presupuestos y facility management, entre otras. Este programa nos pareció demasiado ambicioso y excesivamente largo y denso.

Contando con todos estos factores comenzamos a definir los contenidos del postgrado. En un primer momento buscamos abarcar la formación en todas las fases del ciclo de vida del edificio, combinando el aprendizaje de herramientas BIM con el de metodologías de trabajo aplicadas a la gestión de proyectos, construcción y activos inmobiliarios mediante sistemas BIM. El resultado inicial fue un programa de 60 ECTS que se podía articular perfectamente como un título de Master.

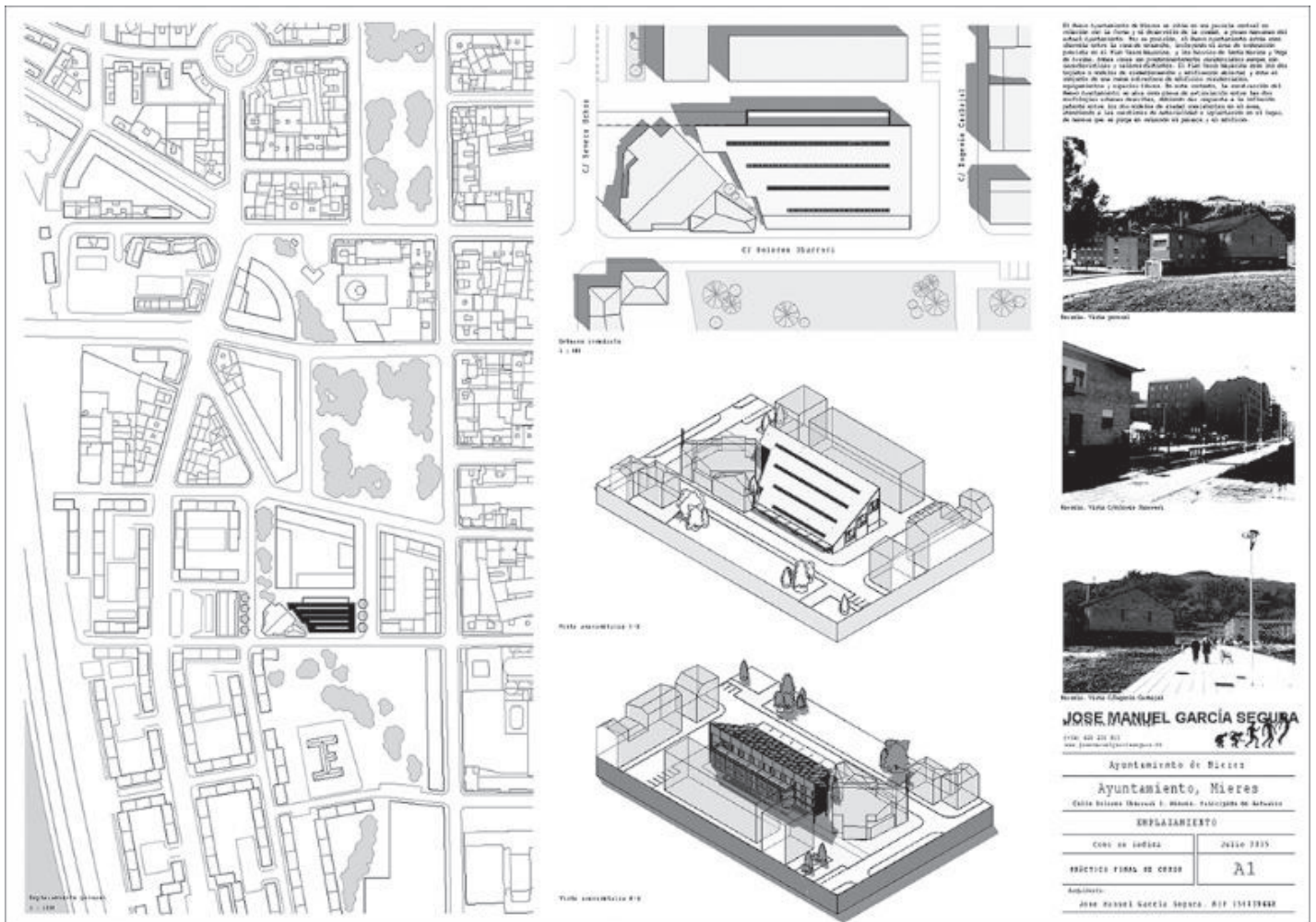


Figura 5. PFC Postgrado en Metodología BIM. 2015.
José Manuel García Segura, Arquitecto.

Sin embargo, a la hora de valorar el público objetivo al que nos dirigíamos, nos encontramos con que el formato de Master contaba con dos factores que podían dejar fuera a los graduados y titulados más jóvenes, que, por otra parte, eran los que más estaban demandando formación especializada en BIM. Por una parte, el precio podía resultar inasumible para los profesionales más jóvenes que, debido a la situación económica de los últimos años, han tenido muchas dificultades para acceder al mercado laboral y conseguir unos ingresos razonables. Por otra parte, la falta de experiencia profesional suficiente podía influir en que determinados temas incluidos en el programa pudieran resultar, de algún modo, excesivamente ambiciosos.

Finalmente, tomamos la decisión de dividir el programa en dos partes, lo que daría lugar a dos Cursos de Especialización de 30 ECTS cada uno, con la posibilidad de cursar los dos y obtener un título de Master. El primero orientado a metodología y herramientas BIM y el segundo enfocado a gestión BIM de proyectos, construcción y activos inmobiliarios.

En junio de 2014 se publicó en la sección de Títulos Propios de Postgrado de la web de la Universidad Politécnica de Madrid el Curso de Especialización en Metodología BIM (http://www.upm.es/institucional/Estudiantes/Estudios_Titulaciones/EstudiosPosgrado), con 30 ECTS y 270 horas de docencia, con el programa siguiente:

- Bloque 1: Introducción al BIM (0,5 ECTS)
- Bloque 2: Diseño Arquitectónico BIM con Revit Architecture (3 ECTS). Responsable: Esther Maldonado (ArquiBIM)
- Bloque 3: Diseño Avanzado BIM con Revit Architecture (3 ECTS). Responsable: Esther Maldonado (ArquiBIM)
- Bloque 4: Integración de Estructuras BIM con Revit Structure Robot, Cype, y/o Tricalc (3 ECTS). Responsable: Inmaculada Fortea (BAC Engineering Consultancy Group)
- Bloque 5: Integración de Instalaciones BIM con Revit MEP y CYPE (3 ECTS). Responsable: David Martínez Gómez (iBIM Building Twice)
- Bloque 6: Mediciones, Presupuestos y Gestión de Costes BIM (0,5 ECTS). Responsable: Fernando Valderrama (RIB Spain)

Bloque 7: Análisis Energético BIM (1 ECTS). Responsable: José Miguel Márquez Martínón (Estudio 124)

Bloque 8: Trabajo en equipo y colaboración BIM (1 ECTS). Responsable: Joaquín López (Typs)

Bloque 9: Revisión integral del proyecto con Navisworks. (2 ECTS). Responsable Esther Maldonado (ArquiBIM)

Bloque 10: Diseño arquitectónico BIM con ArchiCAD (2,5 ECTS). Responsable Diego Martínez Montejano (Arkittec)

Bloque 11: Diseño arquitectónico BIM con Allplan (2,5 ECTS). Responsable: Jorge López Hidalgo (León 11)

Bloque 12: Diseño arquitectónico BIM con AECOsim (2,5 ECTS). Responsable: Pedro García Martín (BIM wip)

Bloque 13: BIM en la práctica (1,5 ECTS). Responsable: Hendrick Hiddeman (L35 Arquitectos)

Bloque 14: Proyecto fin de curso BIM (4 ECTS)

El programa del Curso de Especialización en Metodología BIM se centra principalmente en la fase de proyecto y combina conceptos teóricos con aplicaciones prácticas mediante el uso de distintas herramientas BIM. A pesar de que se aprenden y utilizan los cuatro sistemas de software BIM mencionados anteriormente, Revit, ArchiCAD, Allplan y AECOsim, somos conscientes de que Revit está mucho más implantado que los demás, tanto en España como en el resto del mundo, por lo que se le da más peso en el curso.

El curso abarca el uso de metodologías y herramientas BIM en las tres disciplinas: arquitectura, estructuras e instalaciones, incluyendo también su aplicación en el campo del análisis energético y en el de la generación de mediciones y presupuestos y gestión de costes.

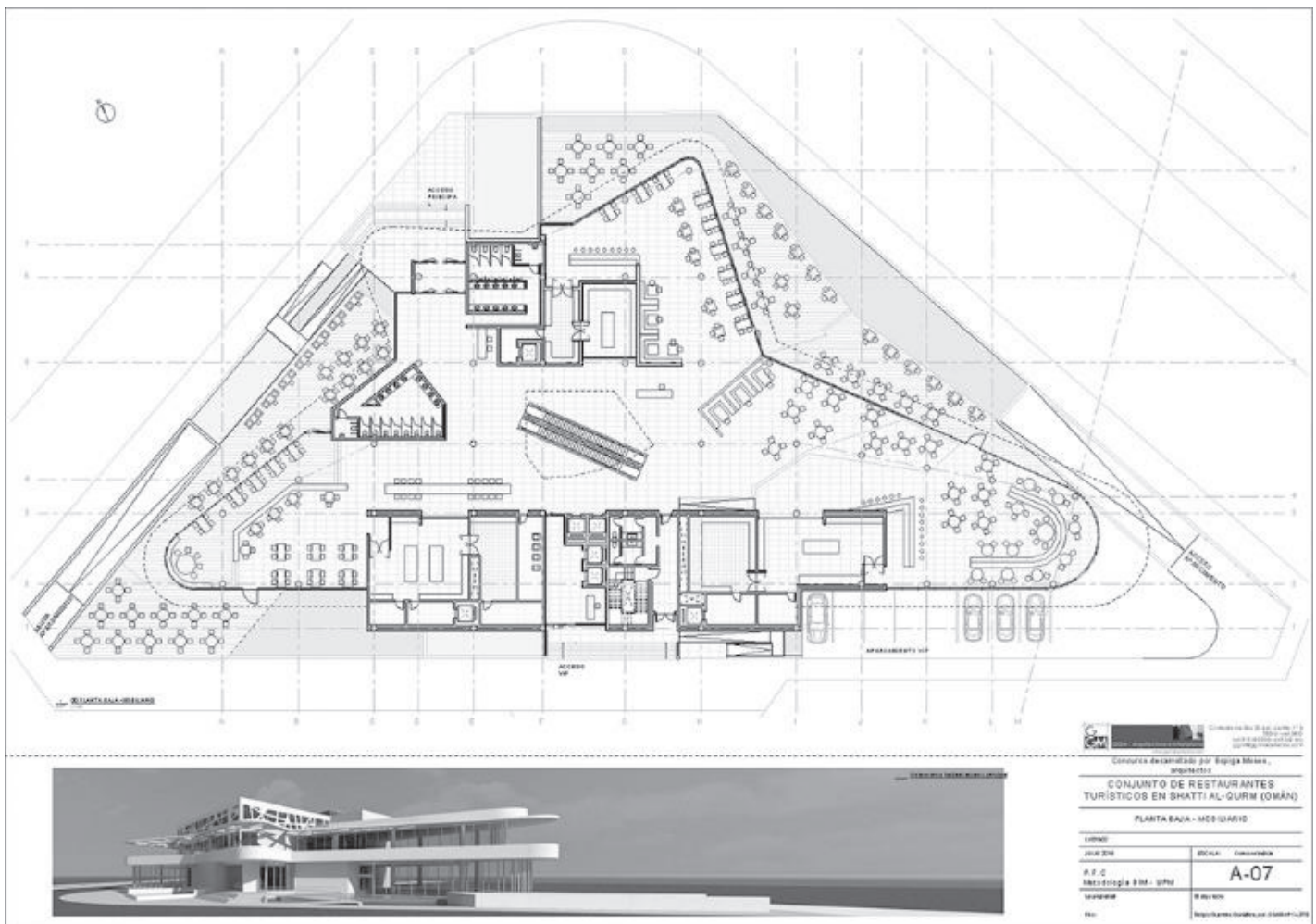


Figura 6. PFC de Postgrado en Metodología BIM. 2015. Sergio Guerrero, Arquitecto.

Asimismo se destaca la importancia del trabajo colaborativo, estudiando los diferentes sistemas de colaboración y coordinación, así como las herramientas de análisis, control y revisión de modelos BIM. En el curso se ha incluido también formación específica sobre los conceptos generales de la metodología BIM: como organización de equipos BIM, roles y responsabilidades, libros de estilos, definiciones de normas y estándares, redacción del BIM Execution Plan (BEP), definición de protocolos y procesos, aplicación de los LOD, etc.

En septiembre de 2014 comenzó a impartirse la primera edición del Postgrado de Especialización en Metodología BIM (<http://etsamadrid.aq.upm.es/estudios/posgrado/tp/especializacion/21>) que finalizó en febrero de 2015. La segunda edición se desarrolló de febrero a julio de 2015, con el grupo completo. En ambos casos, el perfil de los alumnos se ha repartido entre arquitectos y aparejadores, arquitectos técnicos e ingenieros de edificación, además de un ingeniero de caminos y un topógrafo, con una media de edad en torno a los 30 años y escasa experiencia profesional, en general.

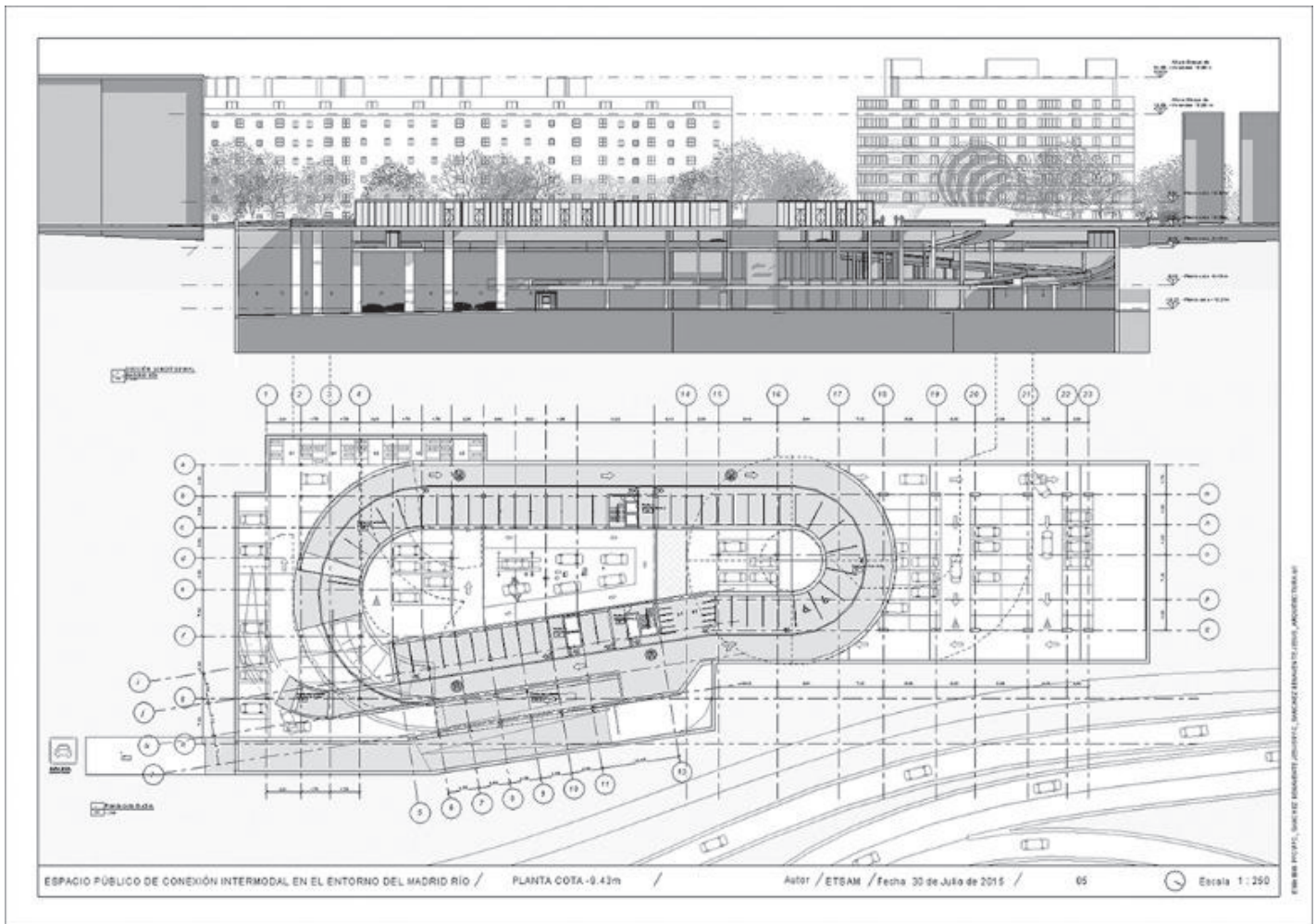


Figura 7. PFC de Postgrado en Metodología BIM. 2015. Jesús Sánchez Benavente, Arquitecto.

El curso 2015/2016 arrancó con la tercera edición del Postgrado de Especialización en Metodología BIM, también con el grupo completo y en febrero de 2016 comenzaron, en paralelo la cuarta edición del Postgrado de Especialización en Metodología BIM y la primera edición del Postgrado de Especialización en Gestión BIM de Proyectos, Construcción y Activos Inmobiliarios (<http://etsamadrid.aq.upm.es/estudios/posgrado/tp/especializacion/22>), en ambos casos con los grupos completos.

El Curso de Especialización en Gestión BIM de Proyectos, Construcción y Activos Inmobiliarios, se publicó en la sección de Títulos Propios de Postgrado de la web de la Universidad Politécnica de Madrid (http://www.upm.es/institucional/Estudiantes/Estudios_Titulaciones/EstudiosPosgrado), en junio de 2015, con 30 ECTS y 210 horas de docencia y con el siguiente programa:

Bloque 1: Introducción (1 ECTS). Responsable: Esther Maldonado (ArquiBIM)

Bloque 2: BIM en el desarrollo y la Gestión de Proyectos (6 ECTS). Responsables: Miguel Tapia (CORE) y Vicente González Pachón (Tyspa)

Bloque 3: Colaboración y Coordinación BIM (3 ECTS). Responsable: Hendrick Hiddeman (L35 Arquitectos)

Bloque 4: Análisis, revisión y control BIM (3 ECTS). Responsable: Joaquín López (Tyspa)

Bloque 5: BIM en la Fase de Construcción (8 ECTS). Responsable: Miguel Villamor (AEC-on)

Bloque 6: BIM en Facility Management (6 ECTS). Responsable: Javier García Montesinos (CREA)

Bloque 7: Proyecto Fin de Curso (3 ECTS).

En este segundo curso el programa se desarrolla con unos contenidos mucho más teóricos, complementados con ejercicios prácticos de aplicación de los diferentes temas tratados.

Por lo tanto, en julio de 2016 ya hemos tenido la primera promoción de alumnos del Master en Metodología y Gestión BIM de Proyectos, Construcción y Activos Inmobiliarios (<http://etsamadrid.aq.upm.es/estudios/posgrado/tp/master/16>) con título propio de la Universidad Politécnica de Madrid.

El profesorado del Master está compuesto, además de por algunos profesores del Departamento de Ideación Gráfica Arquitectónica de la ETSAM, por un conjunto de arquitectos, arquitectos técnicos e ingenieros expertos en cada una de las áreas tratadas y con una dilatada trayectoria profesional en dichas áreas, además de amplia experiencia docente. Asimismo, el Master cuenta con una serie de profesores invitados procedentes de diversas empresas involucradas en BIM como, por ejemplo, Dragados, OHL, Vía Célere, Modelical, Archibus, IBM Tririga, entre otras.

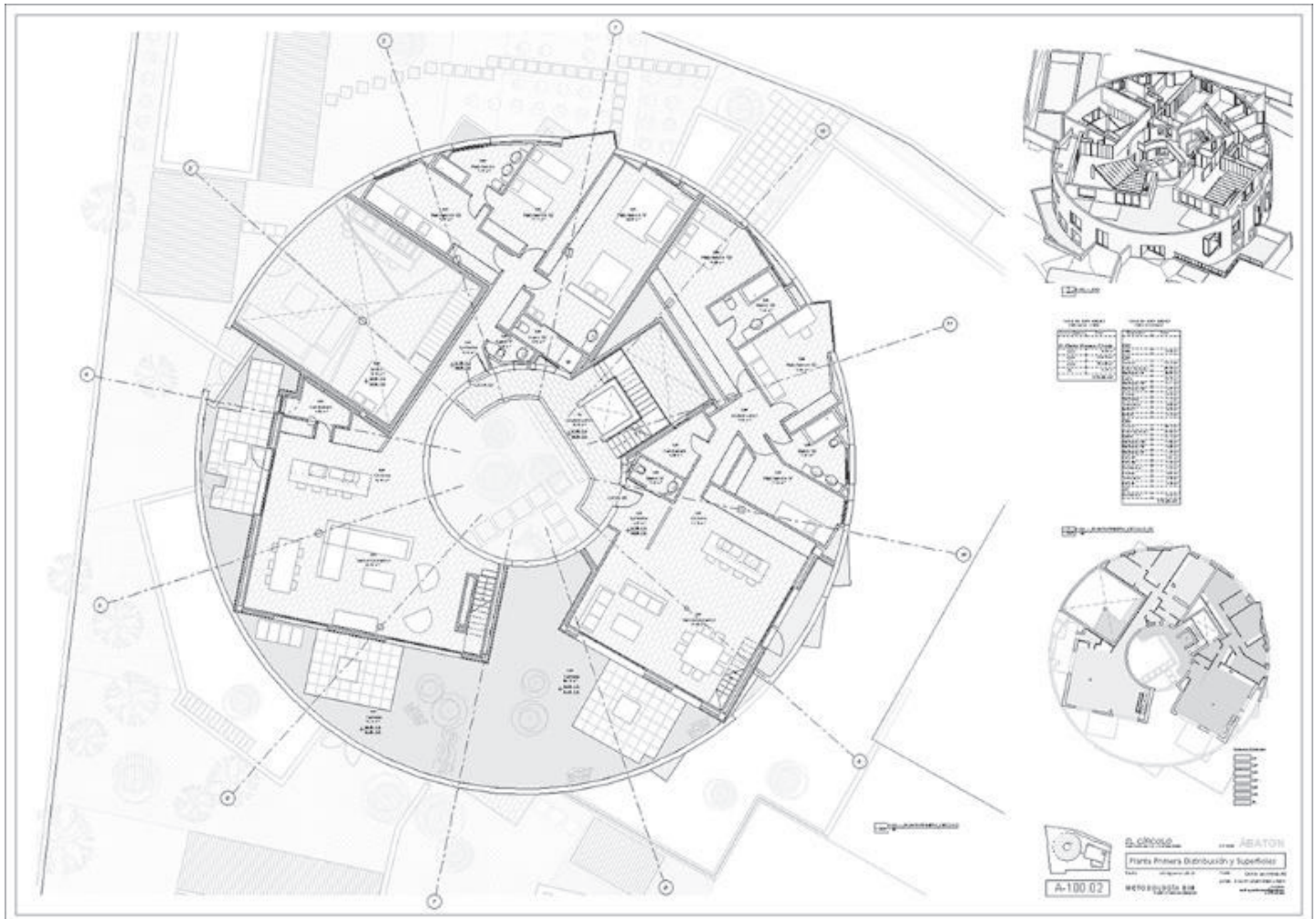


Figura 8. PFC de Postgrado en Metodología BIM. 2015.
Pablo Sánchez-Romo, Arquitecto.

CONCLUSIONES

Los proyectos desarrollados por los alumnos han permitido constatar que el uso de sistemas BIM no supone una limitación en la calidad de los proyectos arquitectónicos o en su adecuada representación, como se ha afirmado en más de una ocasión sin ningún fundamento, sino que, en varios casos se ha conseguido una mejora sustancial. En todo caso, resulta evidente que la calidad y la expresividad alcanzadas en cada proyecto dependen exclusivamente del autor del mismo, y no del sistema de trabajo o las herramientas utilizadas.

En otro orden de cosas, muchos de los alumnos de las pasadas ediciones del Postgrado de Especialización en Metodología BIM han encontrado trabajo en empresas que requerían BIM, incluso antes de finalizar el curso. En algunos casos, los alumnos que estaban trabajando han conseguido una promoción en su empresa gracias a los conocimientos adquiridos. Asimismo, cada vez son más las empresas que contactan con la Dirección del postgrado para solicitar las referencias de los alumnos de cara a posibles incorporaciones, a la vez que se incrementa el número de convenios firmados con empresas para la incorporación de los alumnos mediante contratos de prácticas remuneradas

Es evidente que la formación especializada en metodologías BIM a través del postgrado ha mejorado sustancialmente la empleabilidad de los asistentes, facilitándoles su inserción en un mercado laboral con una gran demanda de profesionales cualificados en sistemas de trabajo BIM.

El formato elegido finalmente para Máster en Metodología y Gestión BIM de Proyectos Construcción y Activos Inmobiliarios, dividido en dos cursos de especialización que se pueden cursar de manera independiente, ha resultado adecuado y atractivo inicialmente para los jóvenes graduados y titulados, que han encontrado una vía de especialización a un precio razonable, realizando en un principio el Curso de Especialización en Metodología BIM, de 30 ECTS, sin renunciar a la posibilidad de continuar su formación profundizando en el ámbito de la gestión BIM mediante el Curso de Especialización en Gestión BIM de Proyectos, Construcción y Activos Inmobiliarios, también de 30 ECTS que, junto con el primero, les permite la obtención de un título de Master otorgado por la Universidad Politécnica de Madrid.

Sin embargo, cabe destacar que, tanto en la convocatoria que arrancó en febrero de 2016 como en la siguiente convocatoria que arranca en septiembre de 2016, también con el grupo completo, el 93% de los alumnos han optado por matricularse directamente

del Master completo, lo que demuestra el interés en profundizar al máximo en los conocimientos BIM.

Nota: La imágenes incluidas en el presente artículo representan una pequeña muestra de los proyectos realizados por algunos de los alumnos que han realizado el Postgrado en Metodología BIM en el curso 2014/2015.

BIBLIOGRAFÍA

AAVV. 2008. *Craft and Computation in the Academy: Teaching BIM to Architecture Students*. Technology Lecture Series. USA. AIA.

BARISON, Maria Bernardete y TOLEDO SANTOS, Eduardo. 2010. *Review and analysis of current strategies for planning a BIM curriculum*
<http://itc.scix.net/data/works/att/w78-2010-83.pdf>

COLOMA PICÓ, Eloi. 2011. *Tecnología BIM per al disseny arquitectonic*. Tesis Doctoral. Barcelona. Universidad Politécnica de Barcelona.

EASTMAN, Chuck, LISTON, Kathleen, SACKS, Rafael y TEICHOLZ, Paul. 2011 (2ª Ed. Rev.). *BIM Handbook: A guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. New Jersey. Wiley John & Sons

MAGDY, M. Ibrahim. 2007. *Teaching BIM, What is missing?* 3rd Int'l ASCAAD Conference on Em'body'ing Virtual Architecture [ASCAAD-07, Alexandria, Egypt].
<http://www.ascaad.org/conference/2007/051.pdf>

PRIETO MURIEL, Paloma. 2010. *Implantación de la tecnología BIM en estudios universitarios de Arquitectura e Ingeniería* (Trabajo Fin de Master Universitario en Investigación en Ingeniería y Arquitectura). Extremadura. Universidad de Extremadura.

SABONGI, Farid J. (2009). *The integration of BIM in the undergraduate curriculum: an analysis of undergraduate courses*. 45th Annual Conference of ASC
<http://ascpro.ascweb.org/chair/paper/CEUE90002009.pdf>

Máster en BIM Management

Sistemas Revit, Allplan , AECOsim y Archicad



100%
Online



Profesionales
docentes
en activo



Duración
12 meses



Licencias de
software de
aprendizaje
gratuitas



60 Creditos
ECTS

La metodología BIM cambiará la forma de
trabajar dentro de la empresa



DISFRUTA DE UNA BECA DEL 50%*

Escanea el código QR o accede a www.eadic.com/solicitatucodigo

*Descuento del 50% aplicable sobre el precio del Máster en BIM Management publicado en <http://www.eadic.com/cursos/agua-energia-medioambiente/master-en-bim-management/> solo para pagos al contado. Otras modalidades de pago, consultar condiciones y descuentos a aplicar. Descuento no acumulable a otras ofertas o promociones. Válido hasta el 11/11/2016.



ZIGURAT

GLOBAL INSTITUTE
OF TECHNOLOGY

Socios Académicos:



BIM Academy

LA MAYOR OFERTA MUNDIAL EN FORMACIÓN SUPERIOR BIM

-ESPAÑOL-

MÁSTER INTERNACIONAL BIM MANAGER

POSGRADO BIM EXPERT REVIT360 DESIGN MODELLER

POSGRADO BIM EXPERT REVIT360 PROJECT & CONSTRUCTION MANAGER

www.e-zigurat.com

-ENGLISH-

GLOBAL BIM MANAGEMENT

BIM FOR OWNERS & DEVELOPERS

www.e-zigurat.com/en

-PORTUGUÊS-

INTERNATIONAL MASTER BIM MANAGER

www.e-zigurat.com/br

Miembros de:



BIM EN EL GRADO DE EDIFICACIÓN: LA EXPERIENCIA DE LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE EDIFICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Inmaculada Oliver-Faubel

Universitat Politècnica de València, València, España

Paola Villoria Sáez

Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España

Begoña Fuentes-Giner

Universitat Politècnica de València, València, España

Mercedes del Rio Merino

Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España

RESUMEN:

En el 2014 la Directiva 2014/24/UE sobre Contratación Pública del Parlamento Europeo instó a los países miembros a requerir el uso de BIM para proyectos de construcción y de edificación financiados con fondos públicos para el año 2016.

La administración pública española estableció en 2015 un calendario de actuaciones para la adopción de BIM en los contratos de infraestructuras públicas con meta en 2018. Pero el calendario no contempla ninguna fecha en lo que se refiere a la implantación de BIM en los planes de estudio de los grados de la universidad española.

La Escuela Técnica Superior de Edificación de la Universidad Politécnica de Madrid decidió no quedarse al margen de los acontecimientos e incluso anticiparse a la hipotética solución al respecto de la implantación de la metodología BIM en el Grado en Edificación. Entendió como prioritario que los estudiantes que en 2015/2016 comenzaron allí sus estudios de grado debían ser capaces de, una vez egresados, abordar con esta metodología el proceso de la edificación y asumir los nuevos roles que la misma lleva implícitos. Para ello se diseñó un proyecto propio de implantación progresiva a lo largo de los siguientes cuatro cursos lectivos que aquí se explica.

1 INTRODUCCIÓN

El sector de la Edificación se ha caracterizado a lo largo de su historia por una gran inercia ante la adopción de nuevos materiales y sistemas constructivos, pero también en cuanto a sistemas de puesta en obra novedosos o de carácter tecnológico, así como en cuanto a sus procedimientos y metodología de trabajo. Estamos pues, ante un sector que reproduce en la actualidad formas de trabajo que distan poco (al menos conceptualmente) de las que utilizaban culturas pre-medievales.

Sin embargo, la grave crisis que a lo largo de los últimos años ha estado sufriendo el sector, ha propiciado el comienzo del cambio, la ruptura con los viejos paradigmas y la búsqueda de otros nuevos que permitan al sector evolucionar, como otros sectores productivos, hacia un futuro más sostenible.

En el 2014 el Parlamento de la Unión Europea instó a los países miembros, por medio de su Directiva

2014/24/UE sobre Contratación Pública, a fomentar, precisar o requerir el uso de BIM para proyectos de construcción y de edificación financiados con fondos públicos en la Unión Europea para el año 2016 (European Union, 2014). El 2016 ha llegado y sólo países como Reino Unido, Países Bajos, Dinamarca, Finlandia y Noruega ya requieren el uso de BIM para proyectos de construcción financiados con fondos públicos. En España el nivel de implantación del modelo BIM es bastante pequeño.

En julio de 2015 e impulsada por el Ministerio de Fomento, se constituyó la Comisión es.BIM para la implantación de la metodología Building Information Modeling (Comisión es.BIM, 2015).

La comisión nace para impulsar la implantación de BIM en el sector de la construcción española, fomentar su uso en todo el ciclo de vida de las infraestructuras y la edificación y realizar, entre otras cosas, el mapa académico de formación de esta metodología en España.

Para ello la comisión es.BIM estableció a mediados de 2015 un calendario de actuaciones que tenía como meta asegurar que para el año 2018 los contratos de equipamientos y de infraestructuras públicas, hasta un determinado presupuesto, deberían llevarse a cabo en metodología BIM en las fases de diseño y construcción, en proyectos de obra nueva.

Además para el año 2020, todos los equipamientos y las infraestructuras públicas deberían contratarse con metodología BIM en todo el ciclo de vida del edificio, y tanto para proyectos de obra nueva como de rehabilitación.

Sea como sea que se desarrolle ese calendario, se puede resaltar una cuestión importante: no hay ningún hito programado en cuanto a lo que implantación de la metodología BIM en los planes de estudio de los grados, máster y posgrado de la universidad española se refiere.

En este escenario, la Escuela Técnica Superior de Edificación de la Universidad Politécnica de Madrid ha decidido no quedarse al margen de los acontecimientos e incluso anticiparse a la hipotética solución al respecto de la implantación de la metodología BIM en las enseñanzas que imparte, esto es en los estudios de Grado en Edificación.

El objetivo de este artículo es explicar el contenido del proyecto y las distintas acciones que supone su puesta en marcha.

2 EL PROYECTO BIM-ETSEM

2.1 *El objetivo del proyecto*

La ETSEM entendió como prioritario que los estudiantes que en el curso 2015/2016 comenzaban sus estudios en dicho grado en el centro habían de ser capaces, al finalizar los mismos, de abordar con esta nueva metodología el proceso de la edificación, en todo su ciclo de vida, así como de asumir los nuevos papeles o roles que dicha metodología establecerá entre los distintos agentes implicados en el sector.

Y para ello se diseñó un proyecto propio de implantación progresiva a lo largo de los siguientes cuatro cursos lectivos. El proyecto se estructuró en varias etapas.

- ✓ Etapa 1: Difusión del proyecto BIM-ETSEM
- ✓ Etapa 2: Formación inicial del profesorado
- ✓ Etapa 3: Impartición del Taller BIM (piloto)

2.2 *Etapa 1. Difusión del proyecto BIM-ETSEM*

El origen de la estrategia para la adopción de BIM como herramienta de aprendizaje en la formación de

los futuros graduados en edificación de la ETSEM-UPM, se puede fijar en las “Jornadas de Orientación al Optimismo” que la Dirección del Centro organizó durante el curso 2014-15. En ellas, se presentaron ante los alumnos las experiencias profesionales de distintos arquitectos técnicos que, ante la profunda crisis del sector, habían reinventado su profesión, dedicándose a actividades diferentes a las tradicionalmente asignadas a este colectivo y que les permitían desarrollarse exitosamente a pesar de los tiempos difíciles que afectaban al sector de la construcción. Entre ellas se presentó a dos arquitectos técnicos dedicados a la promoción del uso de BIM en la construcción: Fernando Fernández González-Valderrama y Begoña Fuentes Giner.

Tras este primer contacto, los acontecimientos alrededor de la metodología BIM se fueron sucediendo tanto en Europa como en nuestro propio país.

Además, tras la implantación de los nuevos planes de estudio ajustados a lo establecido en el Plan Bolonia, se aproximaba el momento de auditar los mismos ante la ANECA y proponer actualizaciones y revisiones para el siguiente período de vigencia.

Esta circunstancia, unida a la crisis de matriculaciones en las carreras universitarias y, especialmente, en el Grado en Edificación / Arquitectura Técnica / Ingeniería de Edificación en las Escuelas de toda España, llevó a la Conferencia de Directores de Escuelas donde se imparte este título a convocar unas jornadas extraordinarias en la Universitat Politècnica de Catalunya para abordar el futuro de la titulación y las necesidades de adaptar los programas de estudio a las exigencias del nuevo contexto económico, social y tecnológico.

La “Jornada sobre el futuro de los estudios de Arquitectura Técnica e Ingeniería de Edificación” se celebró el 4 de noviembre de 2015. En ella, una de las ponencias presentadas por la ETS de Ingeniería de Edificación de la UPV fue la elaborada por las profesoras Inmaculada Oliver y Begoña Fuentes, titulada “Incorporación de BIM en los planes de estudio de Arquitectura Técnica e Ingeniería de Edificación”, donde se proponía una estrategia para la adopción de BIM como herramienta formativa de los alumnos. Esta propuesta era el resultado de la investigación llevada a cabo por la doctora Inmaculada Oliver para su tesis doctoral (Oliver-Faubel, 2016).

La oportunidad de presentar esta ponencia ante los directores de la mayoría de las Escuelas de Arquitectura Técnica e Ingeniería de Edificación de España permitió que muchos de ellos tomaran conciencia del movimiento a favor de la adopción de BIM que se está produciendo en nuestro entorno geográfico y económico.

Como consecuencia de la realización de esta Jornada de la CODATIE, la Dirección de la ETSEM-UPM encargó a las profesoras de la ETSIE-UPV, Begoña Fuentes e Inmaculada Oliver, el diseñar un plan de formación en BIM para los profesores adscritos al Centro.

Este plan incluía la realización de una “Jornada Divulgativa sobre BIM” con charlas para profesores y alumnado del Centro, y la programación de un curso básico de iniciación a BIM con el uso de herramientas de modelado y gestión de la información, concretamente con Revit™ de Autodesk®, al disponer la Escuela de licencias educativas.

Se impartieron dos conferencias/charlas informativas en horario de mañana y tarde, con el fin de darles la mayor difusión posible. Estaban dirigidas a toda la comunidad universitaria de la ETSEM para introducir la metodología BIM e informar sobre el proyecto.

En ellas se analizó el modelo tradicional para la gestión de proyectos de construcción y se contrapuso a las oportunidades que BIM ofrece para dar el salto al s XXI con la gestión digital del proceso. Otra de las ideas clave que se presentaba fue la de que BIM debía ser integrado en todas las materias específicas de la carrera, especialmente en las de Construcción, intentando desterrar la idea de que se trataba de una mera herramienta de expresión gráfica o de que se podía impartir en una asignatura diferenciada del resto. También se presentó el proyecto formativo para profesorado.

2.3 Etapa 2: Formación inicial del profesorado

Se diseñó un curso de 24 horas de formación básica en el manejo del software de modelado Revit™ de Autodesk®. Tras la publicidad del mismo el interés se materializó en 62 profesores-alumnos de la ETSEM inscritos.

Se aprovechó el período sin docencia por exámenes entre el primer y segundo semestre del curso 2015-16 para la realización de las clases. Los alumnos se dividieron en dos grupos con docencia por la mañana y por la tarde respectivamente. Las clases tenían una duración de 4 horas durante un total de 6 días. Finalmente la media de asistencia fue de unos 25 alumnos por grupo.

El objetivo principal del curso era acercar a los profesores de la ETSEM a BIM como herramienta de aprendizaje en Edificación. Para ello era necesario que se llegase a diferenciar el proceso de modelado BIM de la forma de trabajo con CAD, y para ello debían familiarizarse con el uso de la herramienta de modelado, en este caso, Revit™ de Auto-

desk®. Al finalizar el curso debían de ser capaces de resolver un modelo propuesto sencillo con dicha herramienta.

Aunque el curso tenía una estructura de contenidos prefijada, fue condición principal que el ritmo de las clases lo marcaran los propios alumnos en función de sus necesidades de aprendizaje, tanto en más como en menos. Se debía evitar en cualquier caso que la necesidad de cumplir un programa provocara el abandono de las clases por parte de los alumnos.

Su asistencia era totalmente voluntaria y gratuita pero no había que olvidar que se trataba de un curso por ellos y para ellos.

Por otra parte, la razón por la que la Dirección de la ETSEM contrató a dos profesoras de Construcción, arquitectos técnicos, usuarias del software pero no “formadoras especialistas”, iba en la misma línea.

La intención estaba más cerca de compartir conocimiento aplicado a la docencia entre compañeros, que no tanto formar a nivel alto en el uso de una herramienta digital.

En resumen, transmitir entre iguales esa idea inicial de que la metodología BIM podía convertirse para sus alumnos en una herramienta de aprendizaje en Edificación.

Se diseñó un curso inicial, entre enero y febrero de 2016, con una duración total de 24 horas. El contenido del mismo fue el siguiente:

1. Introducción a BIM / REVIT
 - Introducción al Curso
 - Introducción a la metodología y concepto BIM.
 - Presentación Revit Architecture. Instalación del software
2. Hacer BIM con Revit
 - Elementos de Revit y su comportamiento: de Modelo, de Referencia y Específicos de Vista
 - Presentación de la interfaz
 - Concepto de proyecto en Revit
 - Tipología y Control de las Vistas
 - Dibujo por boceto
 - Edición de Elementos
3. Herramientas de modelado
 - Rejillas
 - Muros
 - Suelos
 - Cubiertas
 - Escaleras
 - Barandillas
 - Huecos de carpintería
 - Elementos insertables

La mayoría de los profesores-alumnos que asistieron al curso eran arquitectos técnicos (54.55%) o arquitectos (36.36%). También eran mayoría, en un 57.14%, los que pertenecían al área de conocimiento de construcción. El resto, 38.10%, pertenecían a expresión gráfica y/o tecnología. Con respecto a su relación anterior con la metodología BIM fueron minoría los que, preguntados al inicio del curso, declararon tener una idea clara de lo que era. En la misma línea ninguno dijo saberlo con seguridad. Sin embargo, e independientemente del conocimiento o del nivel que de la metodología y de la herramienta tenían los profesores-alumnos al comenzar el curso, y también con independencia de la progresión individual de cada uno de ellos, al finalizar las 24 horas de docencia, la estructura de contenidos prevista se había cumplido.

2.4 Etapa 3: Impartición del Taller BIM (piloto)

El Taller BIM piloto se diseñó para la asignatura “Introducción a la Construcción” de primer curso del Grado. Se encargaron de su impartición las profesoras Mercedes del Río y Paola Villoria, alumnas del curso para profesores impartido en la Etapa 2. Así el Taller BIM (piloto) pasó a llamarse Taller BIM-Introducción a la construcción.

Durante la primera semana de febrero las profesoras organizaron las prácticas que iban a realizar los alumnos a lo largo del semestre y establecieron el calendario del taller. En total diseñaron cuatro prácticas.

La semana del 1 de febrero 2016 se realizaron distintas charlas informativas, dirigidas a todos los alumnos matriculados en la asignatura Introducción a la Construcción. Se explicó el proyecto de implementación de la metodología BIM en la ETSEM, así como algunas cuestiones particulares del taller. Se especificó que la asistencia al taller era voluntaria y que se evaluaría de forma continua.

De los 171 alumnos que decidieron cursar la asignatura Introducción a la Construcción por evaluación continua, fueron 140 los que participaron y acudieron a todas las prácticas del taller BIM. Se dio la circunstancia de que hubo alumnos que, aun teniendo la asignatura convalidada por ser provenientes de un ciclo formativo superior, o incluso aprobada por ser alumnos de cursos superiores, mostraron su interés en acudir al taller.

El Taller BIM-Introducción a la construcción comenzó la semana del 8 de febrero.

Como hemos dicho, el Taller se estructuró en solo 4 prácticas. El contenido de las mismas fue el siguiente:

Práctica 1. Introducción

- Abrir un proyecto
- Barra de menú
- Ventanas de vistas y propiedades
- Alzados (niveles)
- Plantas (rejillas)

Práctica 2. Elementos de modelado (1)

- Muros
- Suelos

Práctica 3. Elementos de modelado (2)

- Ventanas y puertas
- Componentes
- Barandillas
- Cubiertas y sombras
- Secciones
- Cámara y Render

Práctica 4. Ejercicio Final

Los alumnos trabajaron con los ordenadores del aula y con la versión 2015 del Revit.

Todas las clases del taller empezaban con una pequeña introducción teórica sobre el funcionamiento del programa en los aspectos que interesaba tratar en cada sesión. Inmediatamente después se pedía a los alumnos que lo pusieran en práctica con el modelado de una construcción muy básica.

Tras un semestre, los alumnos han trabajado en el modelado de un edificio sencillo y han descubierto la metodología BIM a través de la tecnología, de la herramienta de modelado en su nivel más sencillo.

La valoración global del taller por parte de los alumnos fue de excelente en todos sus aspectos aunque hay dos cuestiones muy satisfactorias a reseñar:

- la carga docente (horas de taller dentro de la asignatura) les pareció escasa
- no hubo ninguna referencia negativa al nivel de formación del profesorado del taller

3 LA CONTINUACIÓN DEL PROYECTO BIM-ETSEM

Sin perjuicio de que las actividades que se desarrollaron en la Etapa 1 se vuelvan a repetir al inicio del próximo curso 2016-2017, las que tienen asegurada su continuidad son las etapas 2 y 3. Tras cada una de ellas se realizó un análisis de resultados basado en la satisfacción de los participantes en las actividades de formación del profesorado y en el taller aplicado para alumnos.

Esos resultados, que no se aportan a este artículo, han animado a la ETSEM a dar continuidad a dichas actividades para garantizar la finalización del proyecto iniciado.

3.1 Continuación de la Etapa 2

A lo largo de los siguientes meses se ha seguido preparando a los profesores con seminarios más específicos de programas que trabajan en entorno BIM para el cálculo de estructuras y el diseño de instalaciones, definición del terreno, la organización de las obras, e incluso la gestión de trabajo colaborativo.

El objetivo es conseguir de esta manera que en los próximos tres años los profesores puedan implicar a los estudiantes, y estos sean capaces de trabajar con la metodología BIM.

Así ya durante el semestre 2 del curso 2015-16 se han iniciado unos cursos de formación más específicos de formación para el profesorado, aplicados a disciplinas más concretas.

Se pretende continuar con ellos en los siguientes semestres/cursos.

3.2 Continuación de la Etapa 3

Para la continuidad de la Etapa 3, está previsto que durante los tres próximos cursos se implementen, curso a curso, talleres asociados a asignaturas concretas:

- Taller BIM de introducción a la construcción (implementado en el curso 2015/16)
- Taller BIM de fábricas (curso 2016/17)
- Taller BIM de construcción de acero (curso 2016/17)
- Taller BIM de topografía (curso 2017/18)
- Taller BIM de instalaciones (curso 2017/18)
- Taller BIM de planificación (curso 2018/19)

Para finalizar, durante el último curso se trabajará en talleres interdisciplinarios para poner en práctica ejemplos integrados de modelos BIM.

4 CONCLUSIONES

En esta fase inicial del proyecto BIM-ETSEM extraemos las siguientes conclusiones.

- Se puede introducir BIM en los planes de estudio como herramienta de aprendizaje de construcción.
- El interés que muestran los alumnos es grande y aprecian la herramienta BIM como vehículo para el aprendizaje de construcción.
- El aprendizaje de la herramienta por parte de los alumnos no depende en absoluto del nivel de formación que el profesorado tenga en dicha herramienta.
- El profesorado puede ir avanzando en su aprendizaje BIM aplicado a la disciplina que imparte.
- Se hace necesaria una revisión de los planes de estudios existentes con el fin de incluir las competencias BIM en las competencias de los títulos de grado que otorgan las atribuciones del Arquitecto Técnico.

5 BIBLIOGRAFÍA

Comisión es.BIM *Implantación de BIM en España*.
Página web:<http://www.esbim.es/>
European Union (2014) *Directive 2014/24/EU of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on public procurement and repealing Directive 2004/18/EC*
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 no publicada]. Universitat Politècnica de València. doi:10.4995/Thesis/10251/61294.



AGENCIA DE
CERTIFICACIÓN PROFESIONAL

EDIFICACIÓN Y ARQUITECTURA

Marca la diferencia

CERTIFÍCATE COMO BIM MANAGER

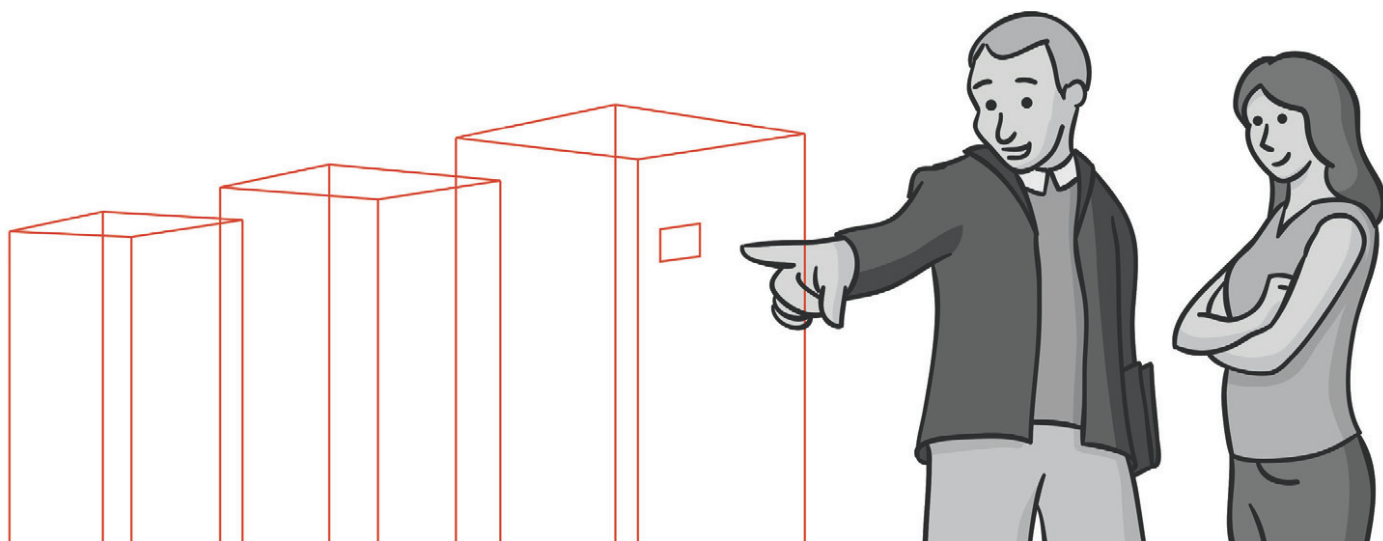
La **Agencia de Certificación Profesional (ACP)**

es la entidad encargada de emitir un sello distintivo de la calidad, la capacidad y la competencia de un profesional del sector de la edificación en España para la realización de su ejercicio laboral.



En función de tu formación y experiencia aportada, podrás optar a una de las 4 categorías de certificación BIM Manager: Professional, Advanced, Expert o Excellence.

Visita nuestra web e inicia el proceso de certificación:

www.agenciacertificacionprofesional.org





SEDE DE MADRID

 C/ Maestro Victoria, 3 · 28013 Madrid
 91 701 45 00

SEDE DE BARCELONA

 C/ Bon Pastor, 5 · 08021 Barcelona
 93 240 20 60

 contacto@acpcertificacion.email
 www.agenciacertificacionprofesional.org

AVALADA POR:

SÍGUENOS EN:

IMPLANTACIÓN DE METODOLOGÍA BIM EN ASIGNATURA DEL MÁSTER UNIVERSITARIO DE EDIFICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.

Fernando Cos-Gayón López

Arquitecto Técnico y Arquitecto. Profesor Titular Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación. Director Académico del Master en Edificación de la Universidad Politécnica de Valencia.

RESUMEN:

La crisis que atraviesa el sector de la construcción en España, ha hecho que la revolución silenciosa que ha ido transformando el modo en que se diseña, proyecta y construye haya pasado casi desapercibida. Quizás ahora se está comenzando a despertar a esta nueva realidad, descubriendo desde las agrupaciones profesionales y universidades que las competencias instrumentales adquiridas han quedado obsoletas, superadas, y urge implementar soluciones estructurales que inviertan esta situación de manera inmediata.

Si es preciso que los técnicos, actuales y futuros, puedan manejarse en entornos BIM, donde la urgencia toma más relevancia, generando nuevas oportunidades laborales, es en la necesidad de formación del BIM MANAGER, la figura que coordina a todos los equipos que interactúan.

En el Máster Universitario de Edificación de la UPV se ha adaptado el plan de estudios para aportar a los alumnos una visión práctica de BIM, con la implementación de dos asignaturas en el curso 2015-2016, y la preparación de otras medidas de mayor calado, como se tratará en este trabajo.

Se ha estructurado el trabajo de los alumnos en equipos multidisciplinares de Arquitectura, Instalaciones, Estructuras y BIM Manager, utilizando software de detección de interferencias y planificación temporal, distribuyendo las incidencias, estableciendo el flujo de procesos, el liderazgo de los cambios y la coherencia del modelo final.

Parte esencial en la formación BIM de los alumnos será la elaboración del BEP (BIM Execution Plan), ahondando en las competencias específicas, más allá del necesario modelado. El seguimiento y aplicación del BEP se ha trabajado con reuniones de coordinación semanal.

1 INTRODUCCIÓN

Nos encontramos en un momento especialmente intenso, arriesgado y prometedor en el sector de la Edificación. Ante un cambio de paradigma de los que marcarán un antes y un después en los modos de hacer y entender la gestión de los proyectos y obras. De nuevo, la realidad profesional se ha adelantado a la formación que los técnicos intervinientes en el proceso arquitectónico y constructivo necesitan para desarrollar con solvencia sus conocimientos adquiridos.

Estamos ante la obsolescencia de los métodos que el CAD (Computer Aided Design) impuso como modos de proyectar, iniciando la senda digital.

Pero el cambio que está ya está en marcha es de más hondo calado, pues ahora no se trata de modificar la forma de dibujar, sino en una revolución inte-

gral del proceso proyectual y constructivo, con trabajo colaborativo [1].

Este hecho ha dejado fuera del sector de manera casi definitiva a toda una generación de técnicos. Y, lo que es peor, corremos el riesgo de que no pare ahí, pues lo cierto es que nuestros estudiantes siguen terminando su formación con planes de estudios que se han visto claramente superados por la realidad, y únicamente la juventud y ansia de superación está supliendo esa carencia curricular.

Por si fuera poco, las matrículas en las Escuelas Técnicas de nuestra Universidades las podemos situar paralelamente a la línea marcada por la gráfica de la figura 1, la de la evolución del visado de obra nueva. Esta debacle laboral ha supuesto una desmotivación generalizada rechazando nuestras titulaciones como una opción real de inserción en el mercado laboral.



Figura 1. Evolución visados obra nueva España. (Fte: Ministerio de Fomento, Gobierno de España, 2015.)

Urge, pues, que desde las universidades se implementen iniciativas que consigan motivar al alumnado, mostrando la auténtica realidad, y es que existe un presente y un futuro para el sector, que pasa por la racionalización de todos los procesos, y en ello es vital la implantación de BIM.

2 OBJETIVOS

En el Máster Universitario en Edificación [2] de la Escuela Técnica Superior de la Edificación nos propusimos aportar la formación necesaria, no sólo en BIM, sino también en *Project Management*, *Lean Construction* y *Emprendimiento*, entre otras, que garanticen a nuestros alumnos esa solvente entrada en el mercado actual.

Es así que durante el curso 2015-2016 se ha puesto en marcha la impartición de metodología BIM. Debido a que el Máster cuenta con dos especialidades, Gestión y Tecnología, con orientaciones muy distintas, cada asignatura se centrará en diferentes aspectos que traten lo desarrollado en cada área. Así, en la especialidad de Gestión la asignatura es “Gestión de Proyectos con BIM”, y en la especialidad de Tecnología es “Metodología BIM”.

Para abordar la manera más efectiva de conseguir la formación del alumnado se ha optado porque en ambos casos se trate de una asignatura que dará una visión multidisciplinar de todas las fases de un proyecto, desde su concepción a su puesta en funcionamiento y mantenimiento. Será en la aplicación específica donde se definen los contenidos más ajustados a las dos áreas: En Gestión, con mayor dedicación a la planificación y organización; en Tecnología, orientando hacia el denominado 6D, con estudios de eficiencia energética y sostenibilidad del modelo.

3 PROPUESTA DOCENTE

Estamos ante un reto, formar Graduados, dotándoles de las herramientas necesarias para comenzar, de manera inmediata, su desarrollo profesional. Por tanto, una premisa esencial es centrarnos en asegurar que adquiere la formación práctica oportuna, con una visión general del marco teórico.

Dado que queremos integrar diferentes asignaturas en esta experiencia, vincularemos las fases de proyecto de los modelos tradicionales con los LOD de la metodología BIM y los contenidos curriculares. Esto nos posibilita ir asignando contenidos a un determinado Nivel de Desarrollo del Proyecto e ir incorporando contenido de esas otras asignaturas.

NIVELES DE DESARROLLO DE PROYECTO			PROCESO BIM	MODELO TRADICIONAL
AIA (EEUU)	PAS 1192-2 (RU)	BSSCH (ESPAÑA)	DIMENSIONES BIM	
LOD 100	Brief	Necesidades y Objetivos Estudio de Alternativas	3D BIM	Anteproyecto
LOD 200	Concept Definition	Diseño Inicial		6D BIM
LOD 300	Design	Diseño Detallado (1)	4D BIM	
LOD 400	Build and Comission (1) Build and Comission (2)	Diseño Detallado (2) Licitación y Contratación		5D BIM
LOD 500	Handover and Close-out Operation and In-use	Puesta en Funcionamiento	7D BIM	Libro del Edificio / Protocolo de Mantenimiento

Figura 2. Correspondencia LOD - Procesos BIM- Modelos tradicionales. 2015. (Fte: Oliver Faubel, I. Tesis Doctoral “Integración de la metodología BIM en la programación curricular de los estudios de Grado en Arquitectura Técnica/Ingeniería de Edificación: diseño de una propuesta.”, RiuNet10251/61294, UPV, València.)

Será, en cualquier caso, una solución de emergencia, pues es de esperar que en pocos años no sea necesario dedicar créditos a la formación general de BIM, sino que aparecerán bloques temáticos concretos que trabajar el BIM Execution Plan, Modelado, Detección de Interferencias, etc... Pero hasta entonces, deberemos ayudar al alumno a adquirir los conocimientos mínimos de las herramientas de software precisas para trabajar el 3D BIM (desde LOD 100 a LOD 400) serán impartidos en ambas asignaturas, profundizado por áreas en 4D, 5D, 6D y 7D según la especialidad.

El condicionante más severo será, por tanto, el tiempo. Y es que, en ambas asignaturas, tenemos 3 créditos ECTS (30 horas de docencia) cada una, lo que nos lleva a ser muy cuidadosos con la distribución de los contenidos a impartir, dado que no pretendemos que el alumno termine las asignaturas dominando exhaustivamente los programas específicos de manera experta.

Es por ello que utilizaremos docencia tradicional y docencia inversa; impartiendo instrucciones básicas en cada aplicación para poder trabajar con un modelo, aportando al alumno las competencias necesarias para el autoaprendizaje, que es el auténtico reto. De hecho, es algo inherentemente necesario en el entorno BIM, cuya obsolescencia es acusadísima debido a la esencia del mismo, el trabajo colaborativo, la investigación que conlleva y la consiguiente aplicación al software. Vamos, que de cualquier modo, el alumno va a tener la necesidad de autoaprendizaje continuo cuando ya no esté en las aulas de la Universidad.

Así, vemos como Internet, la formación *on line* universitaria y, de manera general YouTube™, han revolucionado el modo en que los alumnos acceden a los contenidos y referencias bibliográficas. Es otro de los cambios que están sacudiendo estructuras tradicionales, en este caso las de la docencia universitaria.

Nuestra propuesta es aprovechar ese canal permanentemente abierto, actualizado y gratuito, donde las empresas de software BIM, los *Blogs* y canales de YouTube™ especializados, vuelcan constantemente información.

Hemos considerado, por tanto, que destinando un tiempo a la introducción en cada software, el método de aprendizaje planteado será el de Trabajo Colaborativo e Individual en un caso concreto. Y así, desde el primer día, se planteará con carácter previo el caso a realizar e irán adquiriendo las habilidades oportunas en cada programa aplicadas en el caso que servirá, asimismo, para la evaluación.

El método del Caso va a ser la herramienta docente que vertebrará todas las conexiones con otras asignaturas. Así, este curso 2015-2016, ha sido muy puntual la relación entre diferentes asignaturas, pero para el próximo curso, ya se ha establecido que todos los cálculos necesarios para el modelado, serán orientados y explicados por los profesores de las diferentes asignaturas específicas.

Por ejemplo, cuando modelamos las instalaciones de salubridad de un baño, el cálculo de secciones vendrá determinado por lo desarrollado en la asigna-

tura de instalaciones hidráulicas, y las modelización la haremos en las de BIM.

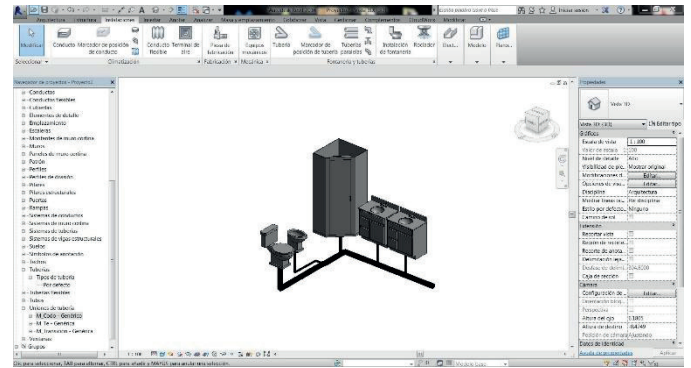


Figura 3. Modelado instalaciones salubridad según cálculos desarrollado en otras asignatura específica. 2016. (Fte. Elaboración propia)

Con ello pretendemos una motivación más cercana a la realidad, que siempre es concreta, y huir de la formación teórica.

El caso planteado debe ser sencillo y suficientemente completo al mismo tiempo. Sencillo para no invertir demasiado tiempo en tareas repetitivas, como sería una edificación de gran envergadura, pero completo en cuanto a que se aborden los siguientes aspectos con la aplicaciones referenciadas. Para ello, se ha optado por un software determinado, y el criterio seguido para ello se ha basado en la accesibilidad del alumnado al mismo, bien sea en versiones disponibles en software UPV, o en versiones DEMO. En cualquier caso, lo importante no es la destreza en un software determinado, sino el flujo de trabajo que se establece entre ellos.

Y este sentido, hemos comprobado lo importante que es determinar adecuadamente ese flujo de trabajo y todo lo que conlleva.

Por tanto, una de las prioridades que hemos marcado como objetivo para el nuevo curso es centrar al alumno en la metodología, y no en el manejo de determinadas aplicaciones. La esencia BIM es la interoperatividad y, por ello, el trabajo en equipo.

Una vez orientado a la Gestión de la información circulante, sus agentes y procesos, llega el momento de estructurar el modo de realizar adecuadamente este ingente trabajo. Y ello es posible con la herramienta adecuada, es decir, el *BIM Execution Plan* (BEP).

Introducimos al alumno en el estado actual de desarrollo de guías para estructurar un BEP, con una visión de las tendencias predominantes, y tomando como modelo para el desarrollo práctico el *Project*

Execution Planning Guide, de la Universidad de Pennsylvania.



Figura 4. Project Execution Planning Guide, Universidad de Pennsylvania.

Cuando planteamos la realización de un Proyecto con metodología BIM, con diferentes agentes intervinientes, colaborando y reuniéndose, con gran cantidad de información y documentación fluyendo en todas las direcciones es preciso atenerse a unas reglas pactadas, propuestas y aceptadas por todos.

Es vital que todos los agentes que intervienen en un proyecto sepan lo que tienen que hacer, y ser disciplinados en su aplicación.

Dado que la Gestión es algo inherente al Máster, es vital hacer entender al alumno que nada de lo que hacemos, por muy espectacular que sea, tendrá sentido si no fijamos claramente cuáles serán los roles, los estándares de ficheros, las versiones, en fin, lo que debe recoger un BEP.

Cada proyecto, de forma particular, tendrá un BEP específico, ajustado a las especificidades de cada uno. Recordemos que cada Proyecto en un prototipo, que no se repetirá jamás. Por ello, el BEP tampoco será el mismo, pues no lo serán tampoco los agentes o las situaciones. Estará adaptado a la solución de software que se escoja como la más adecuada para desarrollar el proyecto, en función de diferentes planteamientos, como es la accesibilidad o la experiencia en el mismo.

Mostraremos al alumno que la mejor manera de definir claramente el BEP será la de preguntarnos constantemente para qué implantamos esta tecnología, o utilizamos determinados procesos.

Este trabajo previo lo desarrollarán todos los alumnos, organizados en grupos que veremos seguidamente.

Como se ha comentado, el software a utilizar, será:

- Modelado Arquitectónico. Se opta por Autodesk®Revit™.
- Proyecto de Estructuras. Se utiliza Cype®.
- Proyectos de Instalaciones de salubridad, electricidad, climatización y solar. Se trabaja con Cype® y Autodesk®Revit MEP™
- Análisis de interferencias. Utilizando Autodesk®Navisworks™
- Planificación temporal de los trabajos de construcción. Autodesk®Navisworks™ y MS Project®.
- Vinculación del Presupuesto al modelo. Integración del coste, exponiendo el *plugin*Cost-It de Presto™ de RIB® para Autodesk®Revit™ y Arquímedes™ de Cype®.
- Mantenimiento de Edificios. Se aporta conocimiento para la gestión del edificio terminado y su mantenimiento. Autodesk®Revit™ y Unreal®.

Estos requerimientos “troncales”, comunes a las dos asignaturas, se verán ampliados según la especialidad:

3.1 Asignatura “Gestión de Proyectos con BIM”.

El área de Gestión está orientada a formar al alumno en la gestión de proyectos; y esto es la esencia de BIM, tanto que la M de Modeling podría ser sustituida por Management. Será vital que le demos las herramientas precisas para integrar los conocimientos curriculares del Máster al BIM. Y esto es de una aplicación directa en el *BIM Execution Plan*.

Además, le aportaremos herramientas y competencias que le permitan liderar las facetas técnicas, administrativas, comerciales y empresariales, así como la planificación y viabilidad de proyectos inmobiliarios y de construcción.

Incidiremos, pues, en:

- BIM Execution Plan. Dada la orientación a la Gestión de Proyectos, se ahondará en los modos, implementando criterios de PMBOK® en la elaboración y seguimiento del BEP. Se encargarán de la Gestión de Documental, con la utilización

de Google®Drive™ como plataforma documental para el equipo interdisciplinar, flujos de trabajo y planificación definidos en BEP.

- Marketing de Proyecto. Desde el punto de vista de la empresa promotora, se han aportado herramientas para la presentación de proyectos con infografías y videos de calidad, a partir del modelado 3D. Se trabaja con Lumion®. Asimismo, se ha presentado la potencia de los *game engines* para la aplicaciones interactivas comerciales, con software Unreal®.

3.2 Asignatura “Metodología BIM”.

En la especialidad de Tecnología el enfoque es muy distinto, pues desaparece toda referencia a la gestión empresarial y comercial, para profundizar en las características constructivas, estructurales, de instalaciones, de durabilidad, de eficiencia energética y de conservación patrimonial. Por ello, nos centraremos en las herramientas siguientes:

- Autodesk®Revit MEP™. Tratamos con más detenimiento las posibilidades del trabajo colaborativo en los proyectos de Instalaciones.
- Autodesk®Revit™. Profundizando en nivel de detalle, trabajando el detalle constructivo.
- Estudios de soleamiento y eficiencia energética. Se exploran las posibilidades de Autodesk®Revit™ y aplicaciones específicas.

Como se ha apuntado anteriormente, el caso propuesto se trabaja en cada asignatura de Instalaciones Eléctricas, Salubridad y Climatización, donde se realizan los cálculos pertinentes, y se trasladarán al modelo de manera transversal, según lo expuesto en el apartado siguiente.

4 DESARROLLO DE LAS CLASES

La cuestión fundamental en estos momentos iniciales de la docencia BIM es no confundir al alumno. No confundirlo poniendo el interés en el software, que es lo inmediato, para centrarlo en el método, en los flujos de trabajo necesarios. Desde el inicio, este debe ser un objetivo claro, pues llegarán multitud de programas, la mayoría deslumbrantes en cuanto a su potencial, que puede eclipsar la razón de ser de los mismos, esto es, ser herramientas para lograr un resultado global.

Desde el inicio, la elaboración del BEP será el eje que centrará toda la atención, y permitirá avanzar con pasos firmes, sin titubeos ni esperas entre grupos.

Por tanto, una primera clase de 3 horas se destina a presentar la realidad BIM, el modo de trabajo que supone y la organización de cada asignatura (la que corresponda a la especialidad elegida por el alumno).

Ese flujo de trabajo colaborativo lo evidenciaremos en la plataforma Google®Drive™, creando una cuenta, habilitando permisos de edición a todos los alumnos y creando las siguientes carpetas:

- BIM MANAGER
- ARQUITECTURA
- ESTRUCTURA
- INSTALACIONES ELÉCTRICAS
- INSTALACIONES SALUBRIDAD
- INSTALACIONES CLIMATIZACIÓN
- RECURSOS

Cada carpeta se corresponde con un grupo de alumnos, que desarrollarán las tareas descritas a continuación, y una que, a modo de repositorio, denominamos “Recursos”. Así pues, los grupos serán:

- BIM MANAGER. Encargados de la coordinación y gestión del Proyecto. Serán los responsables de garantizar el cumplimiento y seguimiento del BEP. Además, serán los que vigilaran las interferencias, así como los que desarrollarán la planificación y el presupuesto. Utilizan Autodesk® Navisworks™. Será muy importante que los integrantes del grupo tengan formación en Liderazgo, pues serán los responsables de detectar las colisiones de elementos y poner en marcha su modificación.

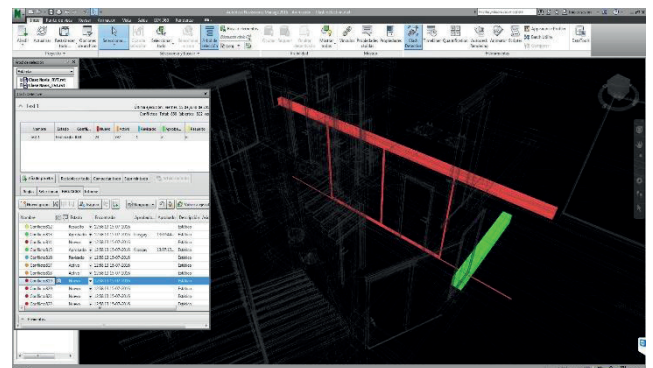


Figura 5. Detección Interferencias con Autodesk®Navisworks™, 2016. (Fte. Elaboración propia)

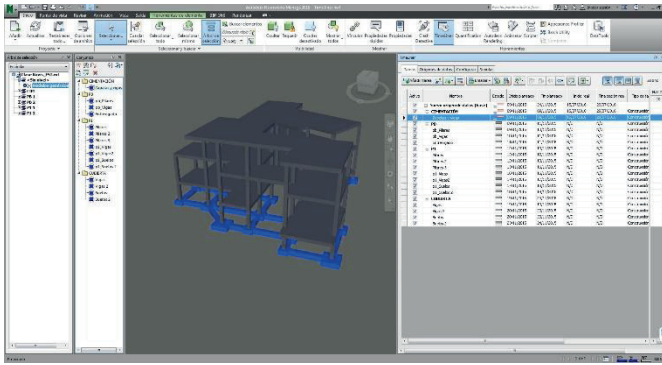


Figura 6. Planificación con Autodesk®Navisworks™, enlazando con MS Project®. 2016. (Fte. Elaboración propia)

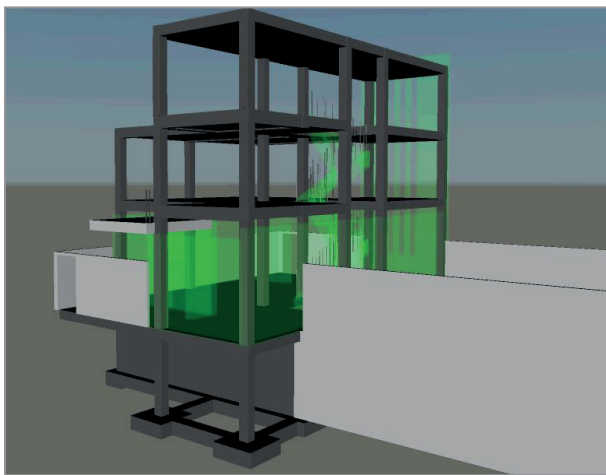


Figura 7. Planificación por equipo “Bim Manager” con Autodesk® Navisworks™, simulación temporal. 2015. (Fte. Elaboración propia).

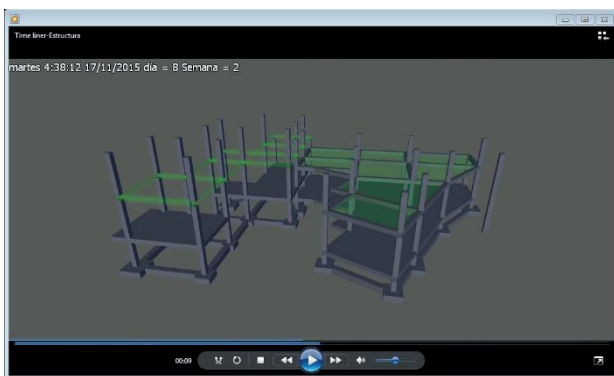


Figura 8. Secuencia Video animación programación Estructura por equipo “BIM MANAGER” con Autodesk® Navisworks™, simulación temporal. 2016. (Fte. Elaboración propia).

- ARQUITECTURA. Responsables del modelado arquitectónico. Es el grupo que debe comenzar, y por ello, BIM MANAGER les lleva un seguimiento la primera semana para asegurar que en la

clase siguiente ya se disponga del modelo en LOD100. Utiliza Autodesk®Revit™. Seguidamente, ya con el resto de grupos trabajando en sus respectivas áreas, este equipo profundiza en el modelo hasta llegar a un LOD400.

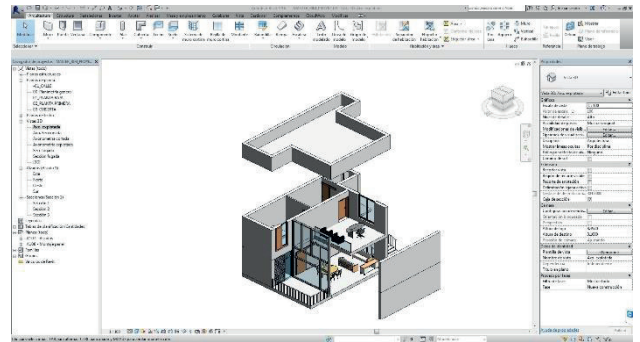


Figura 9. Modelado del proyecto por equipo “ARQUITECTURA” con Autodesk®Revit™. 2015 (Fte. Elaboración propia).

- ESTRUCTURA. Una vez tenemos modelo arquitectónico con LOD 100, comienza el trabajo de diseño de estructura y su cálculo. Realizado con Cypecad™ de Cype®. Dado el estado actual de intercambio de ficheros IFC, únicamente se puede exportar la geometría, incluyendo viguetas y bovedillas, pero no así los armados. Se generan planos DXF, e informes para la medición, que se integran en Arquimedes™, y con ello a Revit®.
- INSTALACIONES ELÉCTRICAS. Se trabaja con Cype MEP™ y con Revir MEP®, a criterio del grupo según sus habilidades. Es una decisión que hemos tomado de manera colectiva, pues se asemeja a la realidad profesional, en que nos encontraremos con diferentes equipos y preferencias de software. El dimensionado se realiza en la asignatura de Instalaciones Eléctricas del Máster.
- INSTALACIONES SALUBRIDAD. Se trabaja con Cype MEP™ y con Revir MEP®, a criterio del grupo según sus habilidades. El dimensionado se realiza en la asignatura de Instalaciones de Salubridad del Máster.
- INSTALACIONES CLIMATIZACIÓN. Se trabaja con Cype MEP™ y con Revir MEP®, a criterio del grupo según sus habilidades. El dimensionado se realiza

en la asignatura de Instalaciones de Climatización del Máster.

Cada clase comienza con la exposición de la situación del proyecto y nivel de cumplimiento del BEP, por parte del equipo de BIM MANAGER.

5 EVALUACIÓN

Se plantean tres niveles de evaluación: Personal, subgrupo (4 alumnos) y grupo completo.

Es interesante esa triple dimensión, pues el alumno observa como el trabajo colaborativo depende de su trabajo personal pero, además, enriquece su propio esfuerzo, obteniendo un modelo cada vez más completo.

En cada Especialidad se profundiza según hemos apuntado anteriormente y, para asegurar el aprovechamiento personal de cada miembro de los equipos, los alumnos de ambas asignaturas entregan un ejercicio individual, consistente en una vivienda unifamiliar pareada de dos alturas, modelada en Autodesk® Revit™ LOD 100, exportación a Cypecad® para integrar la estructura en el modelo y exportación final desde Revit® a Lumion®, para generar un mínimo de 5 imágenes y un video.



Figura 10. Imagen generada con Lumion® por cada alumno. 2016. (Fte. Elaboración propia).

Los grupos de 4 alumnos, presentan sus trabajos y, finalmente, el modelo completo, servirá para una nota base general, que dará idea de lo que se ha conseguido conjuntamente, que se matizará con las de subgrupo y personal.

6 CONCLUSIONES

Hemos completado el curso 2015-2016, en el que se impartió la asignatura “Gestión de proyectos con BIM” en la especialidad de Gestión, y la de “Metodologías BIM” en la de Tecnología. Los resultados han sido muy esperanzadores, sobre todo por los trabajos que han sido capaces de realizar los alumnos y su grado de satisfacción. Por tanto, podríamos destacar lo siguiente:

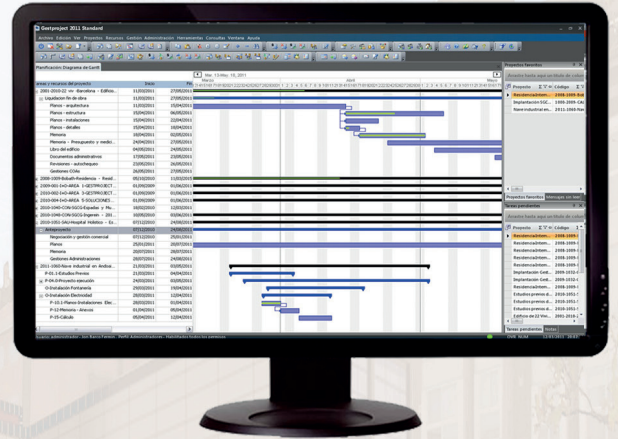
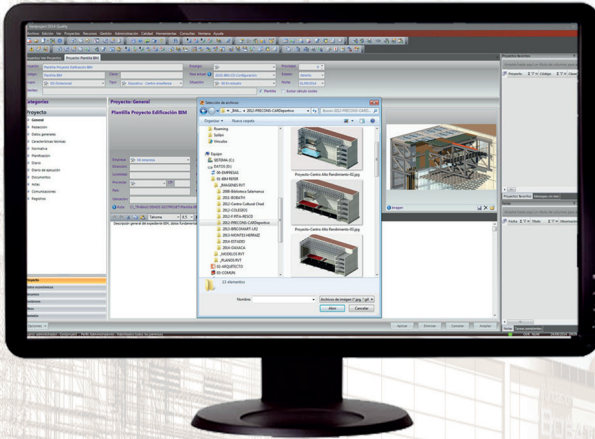
1. El Trabajo en equipo preciso para la concreción y seguimiento del BEP ha sido tan interesante, que ha beneficiado al resto de asignaturas por la implicación de los alumnos con un fin común de su subgrupo al grupo.
2. El nivel de conocimientos previos en software BIM ha resultado muy importante para la evolución del alumno, sin ser insalvable.
3. Se ha tomado la decisión de que estas dos asignaturas ganen créditos y tengan carácter de Taller de Proyectos con BIM, con la participación de profesores de otras asignaturas.

7 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Fuentes Giner, B. (2014). *Impacto de BIM en el proceso constructivo español, 1a edn, Servicios y Comunicaciones LGV, Alcoi (Alicante)*.
- [2] Máster Universitario Edificación. (2016). <https://www.upv.es/titulaciones/MUE/>
- [3] Oliver Faubel, I. (2016). *Tesis Doctoral “Integración de la metodología BIM en la programación curricular de los estudios de Grado en Arquitectura Técnica/Ingeniería de Edificación: diseño de una propuesta.”, RiuNet10251/61294, UPV, València*.
- [4] Mora, Augusto. (2014). “El BIM MANAGER en España: Estrategias para su implantación”. Zaragoza, Universidad San Jorge.

GESTION DE PROYECTOS: MAS BIM QUE NUNCA

Gestproject® el software de gestión estándar de las oficinas técnicas. Completamente parametrizado para la Gestión de proyectos **BIM**: normativa (estándares, AEC, uBIM, ISO), biblioteca (contenidos, foros, blogs), check list, roles BIM, toma de datos, indicadores...

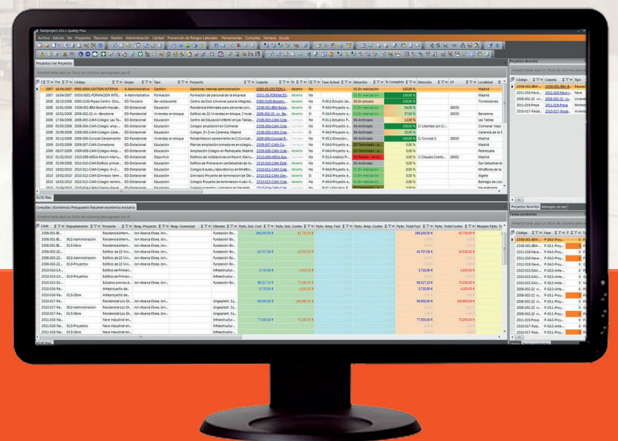
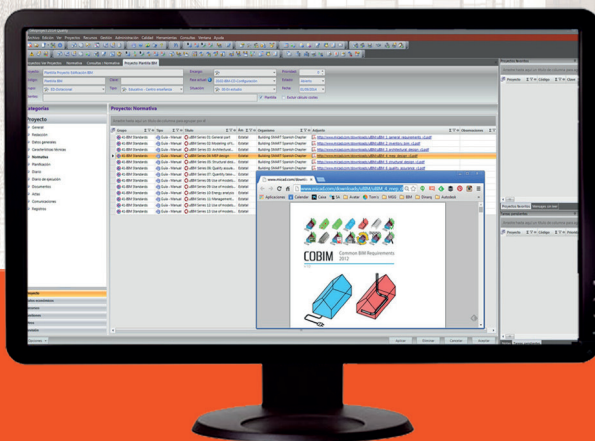


AREA PROYECTOS Y PLANIFICACIÓN

- Toma de datos y ficha técnica.
- Diagramas de Gantt: fases, tareas, recursos.
- Gestión documental: control versiones.
- Diario de proyectos: entregas, incidencias.
- Actas: de calidad, dirección, obra, BPEP.
- Gestiones oficiales: licencias, visados,...

AREA RECURSOS, GESTIÓN Y ADMINISTRACION

- Empresa, Centro, Departamentos y Personal.
- Control de Clientes, proveedores y contactos.
- Contratos: personal, proveedores.
- Económica: facturas, presupuestos, horas.
- Comunicaciones: Agendas, emails y registros.
- Gestión de Normativas, bibliotecas, BBDD.



AREA CALIDAD, PRL Y CONTROL

- Documentos, Responsabilidad Dirección.
- Gestión Recursos: Formación, Clientes, Prov.
- Medición Análisis y Mejora
- Auditorías, AP, AC, NC, Indicadores
- Base para ISO 9001, 14001, 25001, 50001
- OHSAS Prevención de Riesgos Laborales

AREA INFORMES, CONSULTAS Y CONEXIONES

- Proyectos, Económicas, Horas, Calidad...
- Informes prediseñados y configurables
- Import-export: Outlook, vCard, Excel
- Import-export: Contaplus, Navision
- Conexion ODBC Excel (gráficos y tablas)
- Firma digital, relleno campos PDFs



Solicita tu licencia gratuita de Gestproject® LT
Durante 30 días prueba cualquier versión
Pasado este período LT es completamente operativa

ESTRATEGIA DE IMPLANTACIÓN BIM EN GRADO EN INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN. EXPERIENCIAS Y PROPUESTAS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DE CUENCA.

Jesús Alfaro González (PDI)
UCLM, Cuenca, España

José Manuel Cañizares Montón (PDI)
UCLM, Cuenca, España

Jesús Ángel Martínez Carpintero (Egresado)
UCLM, Cuenca, España

Pedro Enrique Pérez (Alumno)
UCLM, Cuenca, España

David Valverde Cantero
UCLM, Cuenca, España

La Escuela Politécnica de Cuenca (EPCu) <https://www.epc.uclm.es> - <http://www.politecnicacuenca.com/> perteneciente a la Universidad de Castilla La Mancha (UCLM) tomó la determinación en Junio de 2.015 de iniciar el camino hacia la implantación de la metodología BIM en el plan de estudios del Grado de Ingeniería de Edificación (GIE), iniciativa que en un principio tuvo un respaldo prácticamente masivo entre el profesorado. A continuación referimos actuaciones realizadas durante el curso 2015/2016 y otras iniciativas anteriores.

La situación del sector AECO, de la matriculación en las ingenierías y particularmente en la de GIE, ha ayudado a “concienciar” a todos los estamentos de la Escuela de la necesidad de una actualización de la metodología académica (bottom-up), contando asimismo con el interés y la colaboración de la Dirección de la Escuela (up-down). No obstante, ninguna experiencia nueva es fácil y del entusiasmo inicial hemos pasado a una toma de conciencia más reflexiva y operativa para cada área de conocimiento. Con todo y con eso, como en *Minions 3*, la avanzadilla inicial, (Stuart, Kevin & Bob) continúa en la búsqueda de nuestro auténtico BIM-boss. Esperamos que nuestra experiencia como Escuela aliente a otros compañeros que siguen en la caverna planteándose qué hacer.

1 ESTADO ACTUAL: PERSONAS, PROCESOS Y HERRAMIENTAS.

Se plantea la implantación de la metodología BIM en el proceso de enseñanza de manera que los nuevos alumnos puedan tener una mejor integración en el campo laboral, debido a la particular especialización y singularización con respecto al resto de Escuelas de Edificación.

Asimismo, también se pretende implantar un Título de Especialista propio de la Universidad, relacionado con BIM, dirigido a antiguos alumnos que tienen pendiente su aprendizaje en esta metodología. Según la oferta actual de otros Títulos de Especialización, se ha demostrado que la enseñanza on-line se revela como la mejor modalidad para llegar a la mayor cantidad de alumnos, y la más versátil para éstos.

La situación generalizada de crisis del título de GIE en las Escuelas ha afectado a muchos centros similares en diferente forma, pero en todos con una extrema gravedad, llegando incluso a darse el caso de algunos cierres temporales, o la agrupación del título con Arquitectura.

Se pretende que la EPCu se convierta en punta de lanza en el campo del BIM, como centro pionero dentro de la propia universidad.

Aunque a día de hoy nuestro cuadro de profesores no está particularmente especializado en la metodología BIM, todos son conocedores de ésta y entienden la necesidad de integrarse en la misma.

El centro dispone de dos aulas de informática que el profesorado utiliza para el desarrollo de sus actividades. Cuentan con una dotación de Hardware y Software que de cara a una implementación BIM precisa su renovación y actualización. Para evitar el uso no

organizado de las aulas existentes se realiza en cada cual las actualizaciones oportunas y se propone habilitar un aula BIMLab dotada de al menos 10 equipos con las prestaciones óptimas y el servidor necesario, y dotados con el software estimado.

- Aula de ordenadores de uso generalizado básico de cualquier asignatura. Se mantiene el hardware, y actualizando las licencias de software de modelado y visualización.
- Aula de ordenadores de uso restringido el uso a las asignaturas con mayor influencia BIM y a los trabajos colaborativos. Renovación el software existente, introduciendo las licencias del software descritos en la propuesta de formación de profesores referidos a Modelado, Instalaciones, Estructuras y trabajo colaborativo.
- Sala BIMLab, de uso restringido el uso a los BIM Manager, BIM Especialist, Bim Expert y a los grupos de trabajo que éstos tutoricen. Incorporar el nuevo equipamiento con la batería de software distribuida de manera específica según áreas.

Con ello, se propone racionalizar la instalación del software en según qué hardware de manera que se puedan optimizar los recursos y sistematizar su utilización.

En paralelo, se analiza la formación con la que cuenta el profesorado a coste 0 y la que debería adquirir, indicando el importe inicial de la misma, considerando un incremento del 10% para su posterior actualización. En la actualidad todo el profesorado ha iniciado su formación como BIM Coordinator, con la intención de que los perfiles se vayan cubriendo con arreglo al área de conocimiento, según software más afín a cada actividad.

PERFILES BIM	MASTER BIM MANAGER	BIM EXPERT PROJECT MANG	BIM EXPERT REVIT	BIM EXPERT ARCHICAD	BIM SPECIALIST SOSTENIB	BIM SPECIALIST MEP	BIM SPECIALIST STRUCTUR	BIM SPECIALIST PROJECT	BIM COORD SECURITY	BIM COORD PROJECT MANG	BIM COORD TOPOG	BIM COORD URB	BIM COORD RENOV	BIM COORD MATERIAL	TOTAL
PERFILES ACTUALES	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00
PERFILES PROPUESTOS	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	3,00	18,00
TOTALES PROPUESTOS	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	23,00

Figura 2. Perfiles BIM existentes y propuestos (fragmento).

PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE FORMACIÓN PERSONALIZADA Y PRESUPUESTO. PROFESORES GIE. EPCU. UCLM.																							
PERFIL BIM		MASTER BIM MANAGER	BIM SPECIALIST	BIM COORD	BIM SPECIALIST	BIM SPECIALIST	BIM COORD	BIM COORD	BIM COORD	BIM COORD	BIM COORD	BIM COORD	BIM COORD	BIM COORD	BIM COORD	BIM COORD	BIM COORD	BIM COORD	BIM COORD				
TITULO PROFESIONAL		ARQUITECTO	ARQUITECTO	ING. EDIFICACION	ING. INDUSTRIAL	ARQUITECTO	ARQUITECTO	ING. EDIFICACION	ING. EDIFICACION	ING. EDIFICACION	ING. EDIFICACION	ING. EDIFICACION	ING. EDIFICACION	ING. EDIFICACION	ING. EDIFICACION	ING. EDIFICACION	ARQUITECTO	ING. EDIFICACION	ING. MINAS	ARQUITECTO			
AREA DE CONOCIMIENTO		CONSTRUCCION	CONSTRUCCION	CONSTRUCCION	CONSTRUCCION	CONSTRUCCION	CONSTRUCCION	CONSTRUCCION	CONSTRUCCION	CONSTRUCCION	CONSTRUCCION	CONSTRUCCION	CONSTRUCCION	CONSTRUCCION	CONSTRUCCION	CONSTRUCCION	CONSTRUCCION	CONSTRUCCION	CONSTRUCCION	CONSTRUCCION			
AREA BIM	SOFTWARE	JESUS	PACO	JUANJO	JOAQUIN	JESUS G.	MARTA	MIGUELA	J VICENTE	ENRIQUE	J PEDRO	NELIA	MARIA	VICTOR	JOSE LUIS	J. MANUEL	DAVID	J REMIGIO	C ARMEN	TOTAL PARCIAL			
MODELADO DISEÑO PARAMETRICO Y VISUALIZACIÓN	REVIT	250,00												700,00			0,00			350,00			
	ARCHICAD	250,00															250,00			1.200,00			
	SKETCHUP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	DYNAMO	300,00												300,00			300,00			900,00			
	LEICA GEOSYSTEMS	400,00																					
	ARCHGIS	400,00																					
INSTALACIONES	LUMIDN	200,00												200,00	200,00		200,00	400,00	400,00	1.600,00			
	GRASSHOPPER	300,00													300,00			400,00	400,00	1.700,00			
	CYPE CAD MEP	0,00	800,00		800,00									800,00		800,00				3.600,00			
	REVIT MEP	150,00			400,00									400,00			150,00			1.100,00			
ESTRUCTURAS	ARCHICAD MEP	150,00			400,00												150,00			1.100,00			
	DOS CAD	150,00			400,00												150,00			1.100,00			
	CYPE CAD	300,00				300,00														600,00			
CONTROL COLISIONES	TEKLA STRUCTUR					400,00														400,00			
	REVIT STRUCTUR					300,00														300,00			
TRABAJO COLABORATIVO	ROBOT ANALYSIS					300,00														300,00			
	NAVISOFT	300,00												300,00			300,00			900,00			
EICIENCIA ENERG SOST.	SOLIBRI	300,00													300,00		300,00			900,00			
	TEKLA BIMSIGHT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
MEDICIONES PROGRAMACIÓN ORGANIZACIÓN SEGURIDAD PLANIFICACIÓN	BIM COLLAB	150,00	150,00											150,00			150,00			600,00			
	REVIT	150,00	150,00		150,00	150,00									150,00		150,00			900,00			
FACILITY MANAGEMENT	DESIGN BUILDER	300,00			300,00									300,00	300,00					1.500,00			
	CYPECAD MEP	300,00			300,00															300,00			
	PRESTO									0,00	0,00									0,00			
	ARQUIMEDES									0,00	0,00									0,00			
FORMACIÓN BIM+	MS PROJECT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	VICO OFFICE	280,00								280,00	280,00						280,00			1.400,00			
	SYCHRO	320,00								320,00	320,00	320,00					320,00			1.600,00			
	GEST PROJECT	400,00								0,00	0,00									0,00			
TOTAL	FM SISTEM	150,00			150,00	150,00											400,00			800,00			
	i OFFICE	0,00			0,00	0,00											150,00			600,00			
TOTAL FORMACIÓN.		4.800,00	3.500,00	0,00	4.400,00	1.600,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	600,00	3.800,00	600,00	6.350,00	5.550,00	2.800,00	6.400,00	800,00	1.200,00	42.450,00

Figura 1. Propuesta de compra y distribución de licencias. Asignación de formación a profesorado (fragmento).

Se ha realizado una distribución por años de la formación de cada perfil BIM. Las capacidades se distribuyen en tres años, al igual que el presupuesto, según una mejor adaptación a las necesidades formativas y disposición económica. Aunque la distribución habitual para centros educativos es ceñirse al curso escolar, se ha hecho una distribución anual ya que correspondería con los ejercicios económicos de la entidad.

PERFIL BIM		MASTER BIM MANAGER	BIM SPECIALIST	BIM COORDINATOR	DISTRIBUCIÓN ANUAL			
TÍTULO PROFESIONAL		ARQUITECTO	ARQUITECTO	ARQUITECTO	TOTAL PARCIAL	AÑO 2016	AÑO 2017	AÑO 2018
ÁREA DE CONOCIMIENTO		CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN				
ÁREA BIM	SOFTWARE	JESUS	PJ	ARMEN				
	REVIT	250,00			950,00	250,00	700,00	
	ARCHICAD	250,00			1200,00	500,00	700,00	
	SKETCH UP	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	
	DYNAMO	300,00			900,00		600,00	300,00
	LEICA GEOSYSTEMS	400,00	400,00		1200,00			1200,00
	ARCHGIS	400,00	400,00		1200,00	800,00	400,00	
	LUMION	200,00			800,00		200,00	600,00
	GRASSHOPPER	300,00			900,00		300,00	600,00

Imagen 3. Calendario de distribución de la formación personalizada (fragmento)

2 ANÁLISIS Y POSIBILIDADES.

Nuestra primera iniciativa fue observar qué se había hecho y cómo en otros centros. Tuvimos ocasión de contar con la experiencia de la Universidad Europea y fuimos tomando contacto con otros grupos académicos en la UPV y en la UC. En principio, nuestra idea fue simular las diferentes prácticas con el propósito de que las actuaciones, aunque fueran aisladas, acabaran contagiando a otras disciplinas y compañeros.

3 EXPERIENCIAS HASTA HOY.

En la intención de mantener activa la participación y representatividad en cualquier toma de decisiones que se presente, así como para reciclar la percepción del contexto actual, la Escuela ha asistido a diferentes congresos internacionales como BIMMI, BIM SUMMIT o EUBIM, así como diferentes asambleas celebradas por la BSSCH y esBIM INECO. Entre otras actividades, actuaciones e intervenciones llevadas a cabo por la Escuela para la implantación BIM durante, cabrían destacar:

- Organización de talleres y cursos de formación docente y/o de alumnos.
- Adhesiones BIM Académico con otros centros.
- Adhesión a la BSSCH – universidades.
- Creación del CuBIM como asociación entre profesores/alumnos/profesionales.
- Constitución de equipo de trabajo para participación en BIM Valladolid 2016.
- Publicación de artículos y participación en ponencias.

3.1 Formación Personal Aislada

El cuadro profesoral de la titulación está formado básicamente por Arquitectos e Ingenieros de Edificación. La mayoría de ellos gozan de una situación estable de trabajo (titulares o contratados doctores) y el resto son asociados de más de 6 años de estancia en el centro y perfectamente integrados en la dinámica académica del mismo.

El nivel de integración del profesorado en la metodología BIM es desigual, si bien los profesores de gráficas y construcción han tenido antes o después una vinculación más o menos directa con ésta.

Tras evaluar el interés en incorporar BIM en las diferentes asignaturas, en un principio resultó afirmativo de forma masiva, quedando a lo largo del curso reducido al 50-60% de las asignaturas de la titulación.

A comienzos del pasado curso, se trató homogeneizar el disperso nivel de formación y conocimiento del profesorado en herramientas BIM con la realización del curso on-line A1 de modelado básico en Revit y ArchiCAD de Zigurat, que finalmente que ha tenido un seguimiento desigual. Algunos de los profesores continuaron su formación en esta misma academia hasta los perfiles de BIM Specialist (3) y BIM Manager (1)

3.2 Ciclo De Conferencias

La Escuela Politécnica de Cuenca ha llevado a cabo diferentes acciones para abordar la promoción y difusión del BIM entre el alumnado. Entre ellas, el [XXI Ciclo de Conferencias](#) ha acogido durante el curso 15-16 una serie de charlas con una elevada componente práctica de la mano profesionales de referencia en el panorama BIM.

- *Modelado BIM desde SKETCHUP*
- *Panorama internacional y nacional BIM*
- *Redacción de proyectos de edificación desde la metodología BIM*
- *Gestión y programación de obra desde BIM*
- *Gestión y mantenimiento de edificios desde BIM*
- *Los nuevos paradigmas del BIM*
- *Más allá del BIM y del CAD"*

3.3 Casos Prácticos

En el seno de la Escuela, alumnos del centro han llevado a cabo en los últimos cursos el desarrollo de diferentes trabajos tutorizados por docentes.

3.3.1 PFG "Parametrización del prototipo SymbCity House en Software BIM" (2)(3)

El Proyecto Fin de Grado “PARAMETRIZACIÓN DEL PROTOTIPO ‘SYMBCITY HOUSE’ EN SOFTWARE BIM (ARCHICAD)” desarrolla bajo metodología BIM la documentación de proyecto de dicho prototipo (propuesta del equipo Plateau Team -UAH y UCLM- en Solar Decathlon Europe. 2014 France), entendido objeto idóneo para una primera toma de contacto con la metodología por su entidad, carácter industrializable y sus marcadas exigencias técnicas junto a un entorno de trabajo con elevadas necesidades de colaboración y coordinación en el que los miembros del equipo desarrollan cada una de las labores del proyecto tanto en fase de diseño como de construcción, en busca de los ya conocidos beneficios BIM.

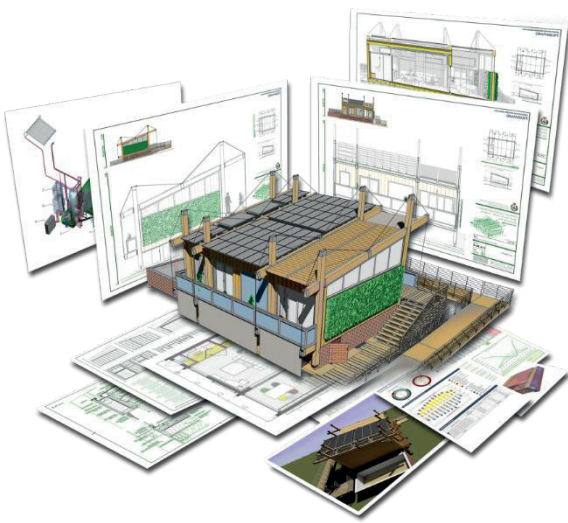


Figura 3.1. SymbCity House

El proyecto de ejecución real de SymbCity House se realiza de forma colaborativa por un equipo de más de 40 miembros que operan siguiendo el “flujo tradicional” impartido en las universidades hasta la fecha (2012-2014) y aún hasta día de hoy, agrupados en las áreas de trabajo habituales, con contenidos distintos y con ello, también de software y formatos de archivo, según habilidades de cada miembro. La problemática: modelados en paralelo con actualizaciones manuales tras cada modificación, solapamiento de funcionalidades del software...

Los marcados plazos de entrega de la competición hacían inviable desarrollar el proyecto de ejecución real en BIM, más cuando implicaba la formación de un gran grupo, en diferentes especialidades, con una notable reducción de rendimiento, y aun cuando la gran mayoría se encuentran aún en curso, inconvenientes que coinciden muy a menudo con los ya conocidos en cualquier implementación: inmediatez de plazos, reducción de la producción por formación y en los primeros proyectos, grandes esfuerzos adicionales, inversiones no asumibles...

Así, el PFG desarrolla, con carácter formativo y experimental, la propuesta de flujo de trabajo para el desarrollo del proyecto con la máxima explotación de las funcionalidades del software BIM, reduciendo los intercambios innecesarios con otras aplicaciones y buscando vías de interoperabilidad con aquellas otras que permitan la exportación inteligente del modelo, partiendo de la centralización del modelo en ArchiCAD v18.

Así, el PFG desarrolla, con carácter formativo y experimental, la propuesta de flujo de trabajo para el desarrollo del proyecto con la máxima explotación de las funcionalidades del software BIM, reduciendo los intercambios innecesarios con otras aplicaciones y buscando vías de interoperabilidad con aquellas otras que permitan la exportación inteligente del modelo, partiendo de la centralización del modelo en ArchiCAD v18.

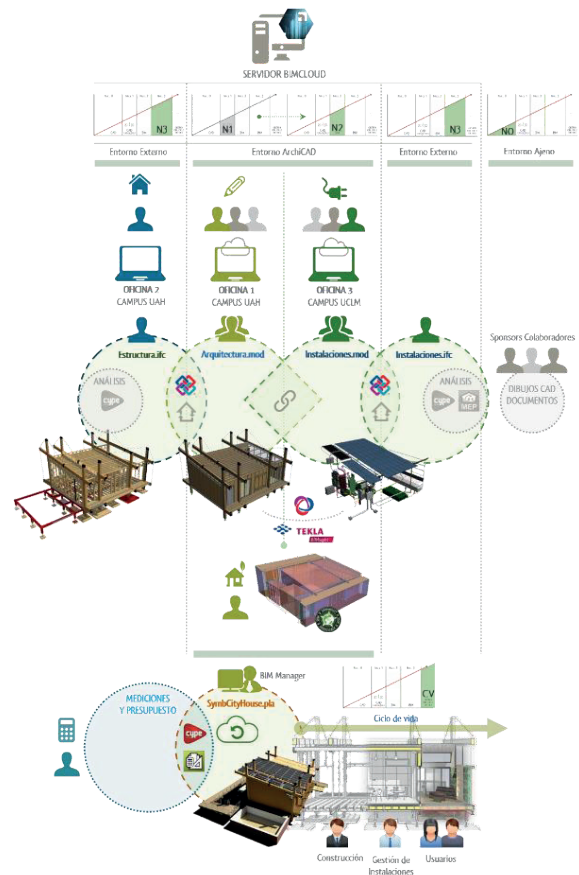


Figura 4. Flujo de trabajo Proyecto SymbCity House

3.3.1.1 Estrategia de trabajo

La estrategia simula un entorno colaborativo relacionando algunos de los principales estándares BIM; esto es, Fase del Proyecto según Curva de MacLeamy, LOD's y Niveles de Adaptación, según se trabaje en entorno interno de ArchiCAD o se requiera de exportación.

Se establecen diferentes colectivos: diseño arquitectónico y energético, en estrecha relación con el de diseño estructural, Otro colectivo realiza el diseño MEP y otro individuo realiza las labores de compra y contratación, ediciones y presupuesto. De entre todos ellos, un miembro asume el rol de BIM Manager, que

gestiona los intercambios y mantiene las referencias para asegurar por la actualización de la documentación del proyecto. Tras la fase de proyecto ciertos miembros toman el papel de responsables de la construcción, de entre los cuales uno es el Gestor de Instalaciones.

3.3.1.2 Colaboración Interna e Interoperabilidad

Conforme a los Niveles de Adaptación del estándar británico, el PFG desarrolla una metodología BIM propia del Nivel 2 de integración (colaboración interna) y prepara el modelo para afrontar el Nivel 3 (interoperabilidad).

En el entorno de ArchCAD, los individuos de cada disciplina, con iguales competencias y permisos, operan en Teamwork sobre archivos diferentes, integrados en la nube y referenciados entre sí (formato .mod). Así, cada archivo es independiente al de referencia, evitando la interacción inconsciente o accidental sobre contenidos ajenos de igual modo que lo permitiría un flujo sobre archivo único, pero a la vez que se reducen las tareas de gestión de permisos y disminuye el tamaño del archivo, mejorando su manejabilidad y operatividad, y manteniendo las referencias constantemente actualizadas. Para ello, se habilita el servidor y se administran los roles y permisos para cada uno de los usuarios, en este caso, alumno y tutor.

La mensajería interna Teamwork, además de acompañar al proceso de gestión de permisos sobre los elementos, permite al tiempo establecer una vía activa de comunicación fluida e instantánea.

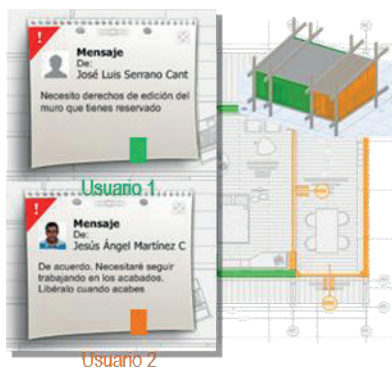


Figura 5. Intercambio de permisos Teamwork.

En cuanto al flujo de intercambio externo al entorno de ArchCAD, se prepara la información del modelo para la exportación .ifc con el traductor correspondiente, cada una de las disciplinas comprueba su lectura desde el software de cálculo en cuestión y retorna de nuevo a ArchCAD los resultados y modificaciones oportunas a través de esta misma vía.

De este modo, el equipo de diseño arquitectónico y estructural prepara el modelo definiendo criterios de clasificación IFC para filtrar los datos a exportar, de forma que a partir del modelo arquitectónico se puedan exportar otros simplificados como es el caso del estructural, mejorando el reconocimiento de sus elementos desde los programas de destino y facilitando el intercambio de modelos, haciendo más eficiente el proceso de colaboración. Por el contrario, el modelo MEP admite cierta independencia debido a la especificidad de sus elementos, requiriendo tan sólo el modelo arquitectónico de ArchiCAD como referencia en CYPECAD MEP para su posterior importación a ArchiCAD, agilizando intercambio y asegurando una mayor compatibilidad.

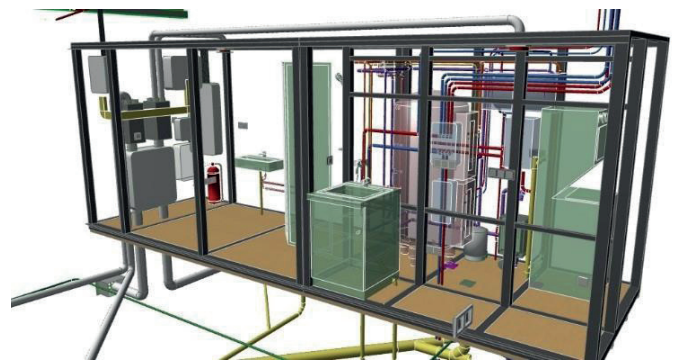


Figura 6. Modelos vinculados. Arquitectura+MEP para detección de colisiones.

En paralelo, para chequear la calidad de los modelos de distintos software y su interrelación, y determinar el grado de compatibilidad del modelo SymbCity House en formato IFC fuera del entorno nativo, se realiza una comprobación de forma externa mediante Solibri Model Checker, dando pie a la puesta en práctica del formato de colaboración BFC, que queda integrado el entorno de ArchiCAD mediante el plug-in que establece conexión bidireccional entre éste y SMC.

Además, el flujo de interoperabilidad permite establecer otras diferentes prácticas de chequeo ya de forma interna desde ArchiCAD, como el Gestor de Cambios de Modelo IFC (elementos nuevos, eliminados y modificados) y la Detección de Colisiones entre modelos, entre otros.

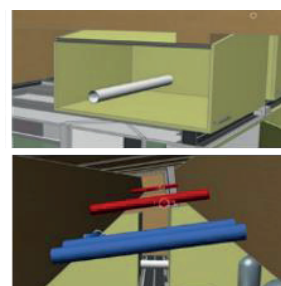


Figura 6.1. Detección de colisiones

La razón de ser del prototipo SymbCity House implica el análisis iterativo del comportamiento energético y sostenible mediante la Evaluación de Energía de Graphisoft ya desde la fase de diseño conceptual. Definido el esquema básico de elementos constructivos, con un nivel de desarrollo cercano al LOD 200, básico pero suficiente, comienzan las primeras iteraciones con el entorno externo para el análisis estructural. Afianzado el funcionamiento de la estructura y definidas las estrategias principales de diseño energético se esbozan las instalaciones y se consolida el modelo arquitectónico hasta el LOD 300. Cada flujo de trabajo acompaña al modelo iterativamente hasta el final del diseño, muy próximo a un LOD 350. El diseño del prototipo se completa con el modelado de Objetos específicos GDL tales como herrajes, perfiles, piezas especiales...

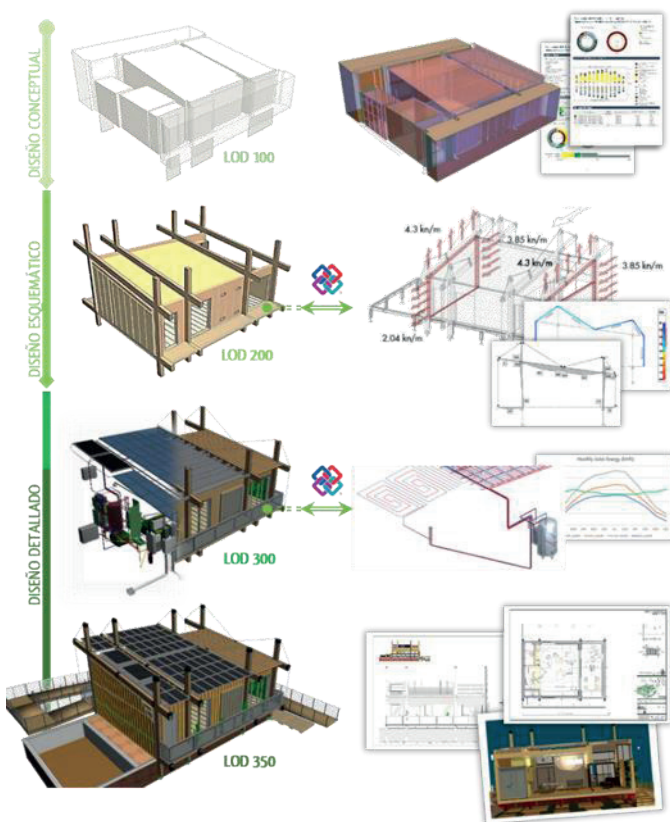


Figura 7. Evolución del LOD y relación con disciplinas

3.3.1.3 Desarrollo del proyecto SymbCity House. DIM 3D. Parametrización y especificaciones.

Definida la metodología, se procede a realizar el modelo del prototipo, entendido no sólo como modelo 3D, sino como modelo BIM paramétrico basado en propiedades IFC, que supone buena parte del grueso de tiempo requerido para la elaboración de este PFG, ya no sólo por la mayor o menor complejidad en el uso del software, sino porque el cambio en la metodología de trabajo supone un cierto esfuerzo extra, previsiblemente menor según se adquiera experiencia.

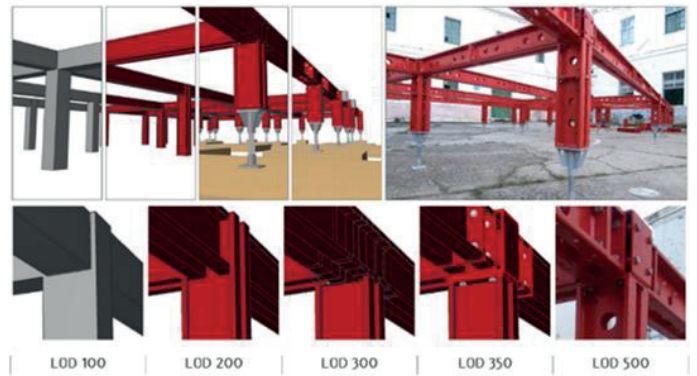


Figura 8. SymbCity House LODs.

El modelado es más o menos sencillo según la fase de diseño del prototipo en cada momento y su Nivel De Desarrollo LOD. Según avanza la fase de diseño, aunque el conocimiento sobre el software es mayor, a su vez también se requiere un mayor esfuerzo para el modelado de los elementos y con ello, en el manejo de éste y sus herramientas

3.3.1.4 BIM 4D. Planificación y programación

Así mismo se plantea someramente la estrategia de planificación para el proyecto SymbCity House mediante el ‘Simulador de Edificación’ asignando tiempos de inicio y final a cada una de las tareas a planificar para simular el proceso de construcción en el modelo 3D

3.3.1.5 BIM 5D. Estimación de costes

Centralizada la información en el modelo, y teniendo en cuenta ciertos condicionantes de modelado, la elaboración de listados, recuentos y medición de los elementos de SymbCity House se realiza mediante Esquemas, que además sirve a su edición para completar información, reclasificarlos, o detectar y corregir errores o inconsistencias resultado de una entrada de datos errónea o de cierta descoordinación del trabajo de diferentes miembros en el mismo proyecto,

Además de los habituales, se elaboran aquellos específicos para la definición y medición de la estructura del prototipo, en base a la que realizar el presupuesto según multitud de parámetros y combinaciones de éstos, que permiten acotar y filtrar los elementos a listar, así como la información que de cada uno de ellos se quiera hacer constar. En paralelo, se habilita la conexión ArchiCAD – Arquímedes para la asignación de partidas a los diferentes elementos a presupuestar y su posterior exportación a Arquímedes en .bc3

3.3.1.6 BIM 6D. Evaluación de energía y sostenibilidad

El Evaluador de Energía asiste a la simulación energética de forma dinámica para evaluar diferentes alternativas de diseño y tomar decisiones teniendo en cuenta la sostenibilidad y el ahorro de energía.

Tenidas en cuenta ciertas consideraciones de modelado y definidas las áreas interiores y exteriores, así como la definición de materiales, orientación del proyecto y los diferentes Bloques Térmicos, se procede a realizar la Revisión del Modelo Energético, que detecta, clasifica y analiza energéticamente las estructuras delimitadoras y aberturas (transmitancias, infiltraciones...). Otros aspectos a definir son los Perfiles de Operación, Definiciones del entorno y sistemas de acondicionamiento, así como los factores de Origen de la Energía, especificando las emisiones de CO2 para cada origen de y costes de las diferentes fuentes de energía.

La herramienta calcula para cada elemento los valores U y R en función de la asignación de propiedades a cada uno de los distintos materiales (espesor, conductividad térmica, densidad y capacidad calorífica), y coeficientes de transferencia térmica externa e interna y el efecto por puente térmico.

3.3.1.7 Conclusión

Afrontar el desarrollo del PFG con una metodología que no responde a la adquirida según los contenidos docentes de cada una de las materias, para demostrar, a pequeña escala, que a día de hoy existen herramientas aún en desarrollo que nos permiten evolucionar en la forma de trabajo tradicional a la que estamos acostumbrados, lo convierte en una oportunidad única de autoaprendizaje a la vez que despierta inquietud y sensación de reto. La motivación recae en el afán por conocer aquello que como alumno se considera de interés para completar la formación recibida, desarrollando nuevas aptitudes y aplicando los conocimientos adquiridos.

3.3.2 Proyectos Técnicos

La flexibilidad que hubo para establecer los flujos de trabajo en BIM permitía a uno de los grupos de trabajo de la asignatura de proyectos técnicos investigar sobre todo el potencial de las herramientas de esta metodología. Así mismo, se explicará la elaboración de una de las entregas usando la herramienta de modelado Revit.

La meta era analizar las exigencias que el CTE imponía al edificio y para ello se debía pasar por un procedimiento hasta llegar a las soluciones constructivas más adecuadas:

- Análisis de la normativa.
- Identificación de los elementos afectados.
- Parametrización de dichos elementos.
- Filtrado en base a esos parámetros.
- Clasificación de los elementos en una tabla de planificación.
- Definición de soluciones constructivas.

A	B	C	D	E	
Código	Tipología	HS Impermeabilidad	DB-HS 1	HS Sistema Constructivo	SI Resistencia
M1	Muro contacto Terreno - No Habitable	Grado de impermeabilidad =	I2+D1+D5 HS-1 (Tabla 2.2)		
M2	Muro contacto con Exterior - Habitable	Grado de impermeabilidad =	R1+C2 HS-1 (Tabla 2.7)		
M3	Muro contacto con Exterior - No Habitable	Grado de impermeabilidad =	R1+C2 HS-1 (Tabla 2.7)		
M4	Muro contacto con Exterior - Riesgo especial	Grado de impermeabilidad =	R1+C2 HS-1 (Tabla 2.7)		
FA1	Fachada - No Habitable	Grado de impermeabilidad =	R1+C2 HS-1 (Tabla 2.7)		
FA2	Fachada - Habitable	Grado de impermeabilidad =	R1+B1+C1 HS-1 (Tabla 2.7)		
FA3	Entre viviendas Protegido - Habitable	Grado de impermeabilidad =	R1+C2 HS-1 (Tabla 2.7)		
FA4	Entre viviendas Protegido - Protegido	Grado de impermeabilidad =	R1+C2 HS-1 (Tabla 2.7)		
P11	Fachada - Habitable				EI 90 S11 (Tabla 2.2)
P12	Fachada - No Habitable				EI 90 S11 (Tabla 2.2)
P13	Fachada - Protegido				EI 90 S11 (Tabla 2.2)
P14	Muro contacto con Exterior - Riesgo especial				
P15	Zona Común - Protegido				
P16	Zona Común - Habitable				

Figura 9. Agrupación de exigencias.

Lo más conveniente era que el modelado corriera a cargo de una sola persona y las demás se dedicaran a un exhaustivo análisis de la normativa a aplicar pero no se debían sectorizar mucho estos roles por la interdependencia que existían entre estos.

De esta manera se llega a la conclusión de que los elementos afectados se dividen en horizontales (cubiertas, suelos, soleras...) y verticales (muros, tabiquería...). Una vez introducidos los parámetros necesarios en base al CTE podemos generar una tabla en la que agrupar los elementos y simplificar sus exigencias.

El resultado de todo esto es un control de estos elementos para poder asignar las soluciones constructivas que sean oportunas ya que, al clicar en una de las filas de la tabla, se nos seleccionan todos los elementos correspondientes a esa fila lo que nos permitirá cambiar su tipo.

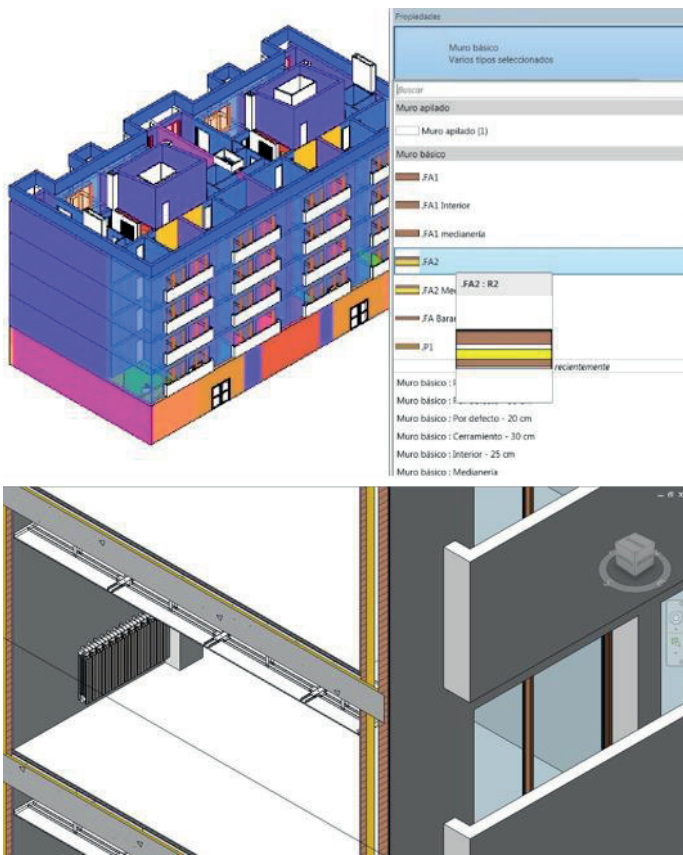


Figura 9.1. Visualización del modelo.

4 PROPUESTA INTEGRAL DE IMPLANTACIÓN.

En nuestra estancia en EUBIM 2016 conocimos la Tesis Doctoral de Inmaculada Oliver (1), a partir de la cual comenzamos a pensar que disponer de un Plan de Implantación BIM completo para el Grado podría darnos una hoja de ruta clara y estructurada. Sometido el procedimiento en la Junta de Reflexión Docente del curso, quedó como propuesta a aprobar en Junta de Centro una vez se acabara consensuando con el resto de compañeros. En esta propuesta se hace una trasposición de los supuestos de Oliver a nuestro caso.

4.1 Estructura completa para el grado: Talleres BIM por curso.

La herramienta fundamental que Oliver propone es la incorporación de unos *Talleres de Gestión de Proyectos con BIM* en cada uno de los cursos de la titulación, donde una serie de asignaturas por curso participen en estos talleres y aportan actividad a los mismos. No se trata de que pierdan contenido, sino que parte éstos que ya se imparten en la asignatura se realicen con metodología BIM y de forma integrada en el mismo proyecto con lo que aporten otras asignaturas.

Tampoco es necesario que todo el profesorado aprenda todos los procedimientos BIM, sino que habrá un profesor coordinador del taller que ayudará a diseñar los trabajos a realizar con los profesores de las asignaturas participantes.

4.2 Integración progresiva de las asignaturas en el taller.

Como podemos observar en la tabla adjunta, si tenemos en cuenta que el color azul, amarillo, verde y rojo, corresponden a los talleres de primero a cuarto curso, y si le añadimos que los recuadros en las asignaturas indican en qué taller participan, nos será fácil de entender que la distribución actual y la propuesta no coinciden en absoluto. Sin embargo, lejos de tratarse de una dificultad, vamos a tratar de hacer de aquello virtud.

Los alumnos rara vez están matriculados en un único curso. Realmente esto sólo pasa una vez en su historia académica: “primero de primero”. A partir de ahí todos los alumnos se encuentra a caballo entre dos o más cursos. Por lo tanto, su participación en el taller de un curso o de otro sólo dependerá de su situación personal. De hecho, nada le impide participar en un curso en más de un taller.

Por otro lado, la circunstancia de que en el mismo taller concurren alumnos de diferentes cursos, puede ser una estupenda oportunidad de integración intergeneracional dentro de la Escuela. Esta integración y colaboración entre alumnos con distintos perfiles de formación, puede ser muy buena para el trabajo colaborativo, consiguiendo las competencias transversales de trabajo en equipo para el acercamiento a la realidad profesional posterior.

Figura 10. Propuesta de implantación de metodología mediante talleres por curso en el grado GIE de la EPCu UCLM.

En cuanto a la dedicación que cada asignatura debería incorporar a los talleres de gestión por curso de metodología BIM, se ha realizado un cuadro por profesores y asignaturas de manera que cada uno pueda visualizar su situación y la cantidad de créditos que “cedería” al taller, o dicho de otro modo, los que “evaluaría de su contenido con metodología BIM integrada junto con otras asignaturas”.

Esta cuestión es de vital importancia porque supone que:

- No hay aumento de carga docente para el profesor.
- Las asignaturas dejan de ser tan estancas y personalizadas, algo muy favorable para el alumno.
- Se abre la lectura de la docencia de una manera más flexible y sin la rigidez de asignaturas y cursos.
- Esta metodología docente no impide el desarrollo de los conocimientos propios de cada asignatura, ya que se limita a un porcentaje de “cesión” de entre el 15 y el 25% de los créditos de cada asignatura participante.

Según estas premisas y llevándolo a un cuadro en el que se pueda visualizar el Plan de Estudios por asignatura, profesor y taller de curso, tendríamos la siguiente tabla.

4.3 BIM LAB como motor de implantación e integración de los talleres.

La materialización de los Talleres de Gestión de Proyectos se llevaría a cabo en el Aula sede del BIM-Lab. La intención es contar con un punto de encuentro, consulta, reunión, exposición y desarrollo de los proyectos en metodología BIM. La figura del Coordinador de curso que el centro ya posee pasaría a ser el responsable del Taller BIM por curso, de manera que la integración de la aportación de cada asignatura al taller fuera razonable y coordinada con el resto.

La segunda misión del BIMLab sería la de centro de formación permanente para alumnos y profesores con menor nivel de conocimientos.

La tercera misión sería la de analizar el software especializado para cada área para que quedara integrado con el resto de herramientas BIM. En definitiva, asesorar de manera integrada a los profesores de cada área de manera que se evite, en lo posible, que cada uno haga la “guerra por su cuenta”.

4.4 PFGs en empresa constructora para inocular el BIM en PYMES.

Además de la estrategia académica y territorial indicada, consideramos que el alumno debe entrar en contacto con la realidad del sector AEC Regional desde entorno académico de la propia escuela. Esta tradición, mantenida mientras el número de obras en marcha durante el curso académico era abundante, tuvo que suspenderse por la crisis del sector ya antedicha; perdiéndose una actividad docente muy apreciada por los alumnos y el profesorado.

El momento actual de crisis y cambio metodológico, puede hacer que esta dificultad se convierta en ventaja si volvemos a entrar en contacto con las empresas del sector.

- Se pretende reanudar las prácticas de los alumnos en la empresa.
- Se deben contabilizar estas prácticas tanto para el alumno como para la empresa:
 - El alumno resolverá su periodo de prácticas y su Proyecto Fin de Grado con un desarrollo del mismo en metodología BIM.
 - La empresa tendrá a un alumno en prácticas que la iniciará en esta metodología “a coste 0”. Podrá experimentar sus ventajas y virtudes en el desarrollo de su propia actividad, sin interrupciones bruscas y sin decrecimiento en la actividad habitual.

Previsiblemente, la experiencia sería satisfactoria para ambas partes: alumno y empresa, con lo cual, esta práctica puede significar un estupendo avance para ambos: La empresa comenzará su implantación del BIM y el alumno conseguirá un periodo de práctica profesional en empresa (experiencia profesional) dentro de sus cursos de Grado.

5 CONCLUSIONES:

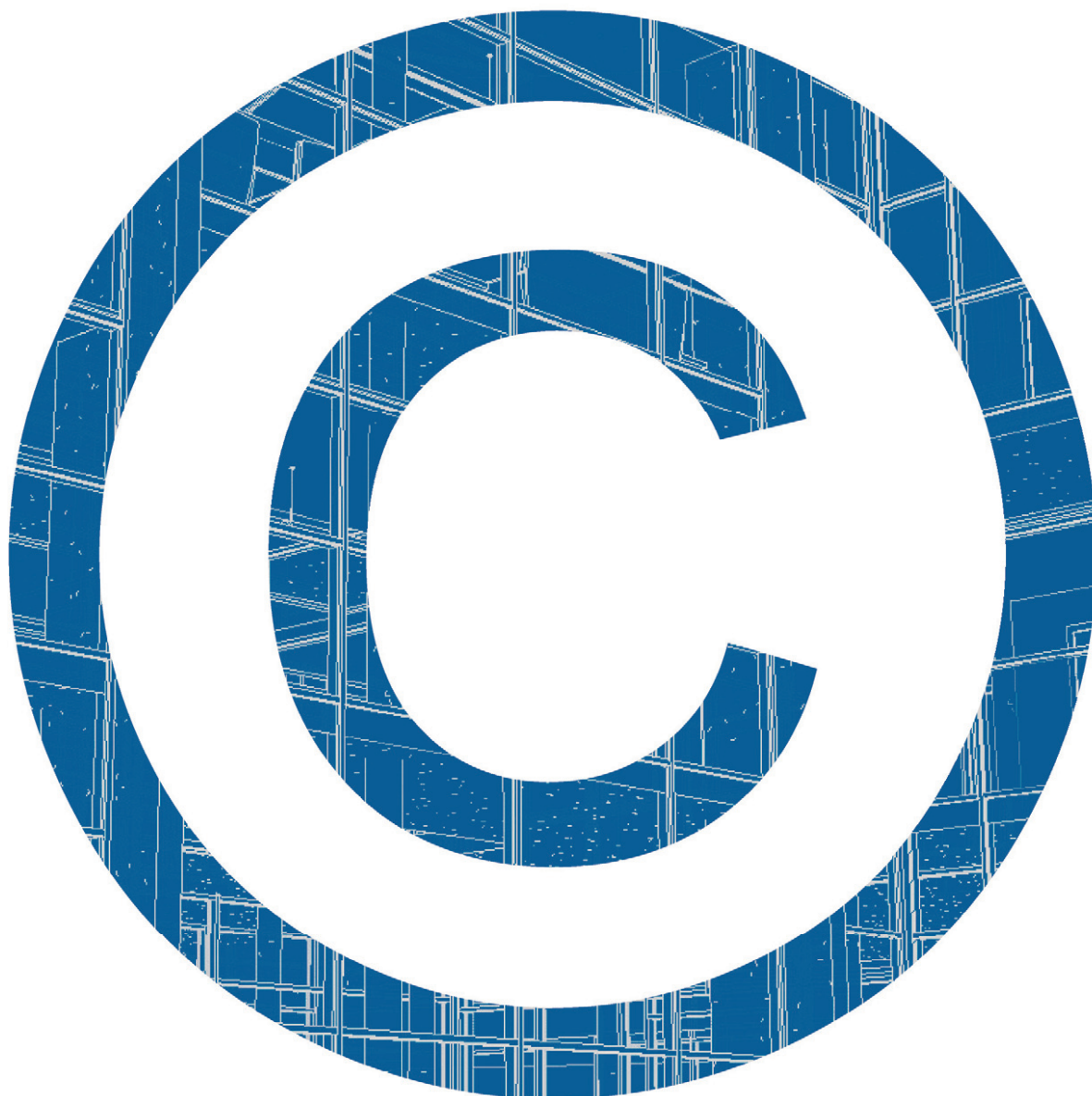
- Consideramos que la implantación integrada en la totalidad del Grado proporciona una estructura conocida inicial que puede facilitar y animar a la implantación progresiva
- La colaboración de la administración del centro y de las instancias superiores de la universidad son fundamentales para alcanzar el éxito en la implantación.
- Uno de los grandes activos que todo centro tiene para la implantación del BIM son sus propios alumnos: serán los más entusiastas y tendrán una gran capacidad de arrastre. Contar con ellos desde el principio es fundamental.
- La incorporación del tejido empresarial regional del sector AECO, proporcionará medios, credibilidad, beneficio recíproco y facilitará la llegada de la metodología a la gran bolsa de las PYMES. Nada cambiará si sólo las grandes empresas cambian.
- Todo camino, por largo y difícil que parezca siempre comienza con un primer paso.



Figura 11.

6 BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- (1) Oliver Faubel, Inmaculada, 2015, *Integración de la metodología BIM en la programación curricular en los estudios de Grado en Arquitectura Técnica/Ingeniería de Edificación. Diseño de una propuesta*, Valencia, Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Valencia
- (2) GRAPHISOFT, 2014, *ArchiCAD 18 Guía de Referencia*.



BIM COPYRIGHT

¿Proteges los derechos de autor de tus archivos BIM?
Consulta nuestros servicios legales

Más información en:
www.bimcopyright.com
info@bimcopyright.com

bimchannel!

Espacio multimedia de información BIM

Actualidad
Opinión
Tendencias BIM



bimchannel!

La plataforma multimedia
donde encontrarás todas
las novedades del
mundo BIM

www.bimchannel.net



building**SMART**.
Spanish home of openBIM®

