



Introducción, no traumática, de herramientas gráficas BIM en la docencia de Grado en Ingeniería de Edificación

A non-traumatic introduction to graphic BIM tools in the teaching of Degree in Building Engineering

David Valverde Cantero ^{1*}, José Manuel Cañizares Montón ², Pedro Enrique Pérez González ³

¹ Departamento de Ingeniería Civil y de la Edificación, Grado en Ingeniería de Edificación. Escuela Politécnica de Cuenca. Universidad de Castilla-La Mancha. Campus Universitario, 16071, Cuenca, España.

^{1*} Autor de correspondencia: david.valverde@uclm.es, 617 350 933.

² Departamento de Ingeniería Civil y de la Edificación, Grado en Ingeniería de Edificación. Escuela Politécnica de Cuenca. Universidad de Castilla-La Mancha. Campus Universitario, 16071, Cuenca, España, jose.canizares@uclm.es.

³ Alumno grupo GB-05, Asignatura Proyectos Técnicos, Grado en Ingeniería de Edificación, Escuela Politécnica de Cuenca. Universidad de Castilla-La Mancha. España, pederly@gmail.com.

Recibido: 25/03/2017 -- Aceptado: 18/05/2017 – Fecha de publicación: : 31/08/2017

DOI:10.20868/abe.2017.2.3559

HIGHLIGHTS

- BIM means a revolution in the professional practice of the Building Engineer.
- GIE studies should adapt/ adapt to the BIM methodology.
- The teaching of graphic tools is a "friendly" to BIM.
- These powerful graphic tools also allow to arrange the rest of subjects.

TITULARES

- BIM supone una revolución en la práctica profesional del Ingeniero de Edificación
- Los estudios de GIE deben adaptar/ adaptarse a la metodología BIM.
- La docencia de herramientas gráficas supone un primer acercamiento "amable" a BIM.
- La potencia de estas herramientas gráficas permite estructurar el resto de materias.

RESUMEN

El cambio de paradigma que representa BIM -Building Information Modeling- en el proceso edificatorio implica la necesidad de dominar tanto metodología como herramientas propias. La metodología BIM es/ será también una demanda clave a la que se enfrentan/ enfrentarán los profesionales que desempeñan su labor dentro del amplio panorama laboral que proporciona la titulación de Grado en Ingeniero de Edificación y, en consecuencia, un reto que debería trasladarse ineludiblemente a ámbitos docentes. La Escuela Politécnica de Cuenca -EPCu-, como parte de la Universidad de Castilla-La Mancha -UCLM-, ha interpretado esta coyuntura como una oportunidad única para repensar no tanto el qué enseñamos en el Grado en Ingeniería de Edificación -GIE- sino el cómo lo hacemos. En este sentido la potencia de la metodología BIM posibilita que pueda acabar vertebrando el plan de estudios y condicionando las estrategias/ metodologías docentes utilizadas. Dentro del programa de implantación BIM de la EPCu se ha priorizado, como primer paso y durante los dos últimos años, una estrategia formativa del profesorado -abierto también al alumnado- y una reconfiguración de equipos/ aplicaciones informáticas/ flujos de trabajo dando prioridad al software libre o educacional. Paralelamente, a menor escala y hasta que sea posible la interconexión de las distintas asignaturas, se ha propiciado la experimentación docente a nivel de asignaturas sin alteración del actual plan de estudios. Este es el caso de Proyectos Técnicos -PPTT-, asignatura de sexto semestre de GIE con un marcado carácter metodológico, donde se viene ensayando desde los dos últimos cursos con la potencia gráfica de las aplicaciones propias del ecosistema BIM como herramientas analíticas útiles a la determinación técnica de las soluciones constructivas.

Palabras clave: *BIM, Docencia, Herramientas gráfica.*

ABSTRACT

BIM -Building Information Modeling- as a paradigm change in the building process implies the need to master both methodology and tools. BIM methodology is/ will also be a key demanded in the professional world of a Building Engineering and, consequently, a challenge that should inevitably be transferred to teaching areas. The Escuela Politécnica de Cuenca -EPCu-, a part of Universidad de Castilla-La Mancha -UCLM-, interpreted this situation as a unique opportunity to rethink not so much what we teach in the Degree in Engineering of Building -GIE- but how we do it. In this sense we believe that BIM methodology can configure the main teaching strategies/ methodologies used in GIE. As a first step in EPCu's BIM implementation program during the last two years a training strategy for teachers has been prioritized -also open to students- and a reconfiguration of equipment/ computer applications/ workflows giving priority to free or educational software. At the same time, on a smaller scale and until the interconnection of the different subjects is possible, the teaching experimentation has been promoted at individual subjects without alteration of the current educational plan. Proyectos Técnicos -PPTT- is a subject placed in the sixth semester of GIE, with a clear methodological character and for the last two years we are working with the graphic power of the BIM applications as analytical tools for the technical determination of constructive solutions.

Keywords: *BIM, Teaching, Graphic tools.*

1. INTRODUCCIÓN

El cambio de paradigma que representa BIM - Building Information Modeling/ Modelado de la Información de la Construcción- para controlar el proceso edificatorio -o ciclo de vida del edificio, abarcando desde la ideación al retorno del mismo-, si es que debiéramos creer en él de acuerdo a las ya múltiples/ insistentes instancias que nos avocan a ello [1], implica la necesidad de dominar la metodología y herramientas propias de dicho entorno de trabajo. Supone, por lo tanto, un reto profesional al que se enfrentan/ enfrentarán los profesionales que desempeñan su labor dentro del amplio panorama laboral que proporciona la titulación de Grado en Ingeniero de Edificación y, en consecuencia, debería trasladarse ineludiblemente a ámbitos docentes tanto para la formación de los futuros graduados como para el reciclaje de los actuales profesionales.

1.1 EL BIM

La forma de generar la documentación gráfica en el proceso edificatorio no volvió a ser la misma desde la introducción del CAD -Computer Aided Design/ Diseño Asistido por Ordenador- hace ya más de tres décadas [2]. Ahora, con la inminente e inexcusable implementación del BIM en dicho proceso edificatorio, el cambio debería ser más radical si cabe: no sólo cambiará la forma en que generamos la documentación gráfica, sino que también afectará a la forma en que diseñamos, construimos y usamos los edificios.

Si, como parece claro, BIM no es sólo una nueva herramienta sino una nueva forma de trabajar, debería demandar con fuerza adecuar nuestras metodologías tanto profesionales como docentes. Pero BIM está aún lejos de una adopción generalizada en el campo

profesional, en el que aparecen muchas reticencias y, en muchos casos, representa un enorme esfuerzo con inciertos/ ínfimos beneficios reales. Por otro lado en el campo docente el panorama parece más esperanzador y la integración de BIM en determinados niveles educativos empieza a ser una realidad palpable que evoluciona y se perfecciona a la par que las herramientas.

1.2 EL MERCADO LABORAL PARA EL GIE

La evolución de la industria AEC -Architecture, Engineering and Construction/ Arquitectura, Ingeniería y Construcción- hacia BIM implicará una redefinición de perfiles profesionales. Esta lenta pero inevitable transformación del mercado laboral, que se presume abierto y necesariamente adaptativo, acabará afectando tanto a los profesionales en activo como a los alumnos actualmente en formación.

En este sentido estamos asistiendo a la aparición de nuevos roles que, aun no estando oficialmente definidos en nuestro entorno más inmediato, se van configurando en base a la experiencia adquirida [3] ante la creciente demanda de profesionales especializados en BIM, y en consecuencia/ sobretodo capaces de trabajar en entornos colaborativos [4].

En la actualidad, por suerte o desgracia, son las empresas de manera individual y aleatoria las que están dando los primeros pasos para la adaptación necesaria al demandar, infructuosamente en muchos casos, perfiles BIM tanto en el mercado laboral de profesionales consolidados como en los egresados universitarios, circunstancia esta última que parece deba corregirse lo antes posible desde nuestro ámbito de actuación/ influencia.

1.3 LA ESCUELA POLITÉCNICA DE CUENCA

La Escuela Politécnica de Cuenca -EPCu- forma parte de la universidad regional de Castilla-La Mancha -UCLM- y desde sus orígenes, hace ahora 23 años, ha estado íntimamente ligada a los estudios habilitantes para el desarrollo profesional de la Arquitecta Técnica, estudios actualmente redefinidos como Grado en Ingeniería de Edificación -GIE- [5]. La coyuntura expuesta en los puntos anteriores ha sido interpretada en la EPCu como una oportunidad única para repensar no tanto el qué enseñamos sino el cómo lo hacemos, analizando de qué forma la filosofía BIM puede vertebrar el plan de estudios y condicionar las estrategias y metodologías docentes. Fruto de esta reflexión y de un palpable compromiso colectivo, rubricado en la Junta de Centro del ocho de julio de dos mil quince, se puso en marcha la comisión BIM-EPCu para el estudio e implantación de dicha metodología en el plan de estudios de GIE.

1.4 LA ASIGNATURA DE PROYECTOS TÉCNICOS EN LOS ESTUDIOS DE GIE DE LA EPCu

La asignatura de PPTT [6] se formaliza como tal con la implantación de GIE durante el curso 2009-2010; con carácter de obligatoriedad, un peso de 6 créditos ECTS a cursar en el segundo semestre del tercer curso y como requisito previo/ imprescindible para la asignación y elaboración del Proyecto Fin de Grado -PFG-. Por su parte PFG tiene un peso de 12 créditos ECTS, se cursa en el segundo semestre del cuarto y último curso y propone un enfoque integrador del plan de estudios [7].

Desde el punto de vista del temario la asignatura de PPTT no pretende proponer conocimientos propios o novedosos, sino que

persigue la adquisición de procedimientos metodológicos necesarios a la elaboración/ interpretación de la documentación técnica del proceso constructivo [6] -siempre en base a integrar y aplicar los conocimientos adquiridos en el resto de asignaturas del plan de estudios programadas con anterioridad-.

En este contexto PPTT propone, entre sus estrategias fundamentales, la utilización de la normativa técnica, reguladora del proceso constructivo, como herramienta necesaria al proyecto técnico. Entendiendo que dicho uso prestacional parte del conocimiento y comprensión de los objetivos de dicha normativa, de forma que la aplicación de ésta sólo pueda ser entendida como la consecución de los mismos. No habiendo lugar entonces a exigir directamente a los elementos constructivos ni, por tanto, intentar concretar dichas exigencias en posibles aplicaciones prácticas sin antes controlar los motivos que subyacen y justifican a dichas exigencias.

2. OBJETIVOS

Comprobar, tras el segundo año de experiencia académica, si la experiencia de integración del modelado paramétrico BIM como herramienta docente de PPTT contribuye -o no- a ampliar la capacidad de análisis y expresión gráfica del alumno y, fundamentalmente, si contribuye -o no- a una mejor consecución de los objetivos propios de la asignatura. Considerando como tales el desarrollo de la capacidad de lectura de las herramientas necesarias para la redacción del proyecto técnico, así como la capacidad de generar, analizar e interpretar la documentación técnica que caracteriza al proceso constructivo.

Es también objetivo de esta publicación el análisis, desde el punto de vista docente, de las estrategias adoptadas y de los resultados

obtenidos para compartirlos con el resto de la comunidad educativa.

3. DESARROLLO

3.1 ESTRATEGIA COMISIÓN BIM-EPCu

Todas las acciones planteadas por la comisión BIM-EPCu, desde su constitución en 2015.09, responden a un esquema de actuación basado en cinco fases:

3.1.1 Análisis

Como paso inicial antes de desarrollar cualquiera de las acciones planteadas. Análisis basados, fundamentalmente, en los datos recopilados mediante encuestas discrecionales donde los docentes y/ o alumnos son cuestionados sobre temas concretos como el horario, temario o sus necesidades formativas, o sobre hardware y software necesario.

3.1.2 Definición de objetivos

Una vez analizados los datos son definidos los objetivos. En un principio de la manera más

pragmática posible pero sin renunciar a

planteamientos más arriesgados en función de la implicación del profesorado y/ o alumnado.

3.1.3 Planificación

Para esta fase resulta crucial la coordinación entre los distintos participantes así como la disposición, no siempre fácil, de los recursos -económicos, personales y de equipamiento- necesarios. Cabría destacar especialmente la predisposición de la Dirección de la EPCu con su apoyo a las actividades planteadas.

3.1.4 Realización de la acción

Precedida de una campaña de difusión/ captación, realización de la acción programada.

3.1.5 Monitorización

Como fase previa a una nueva acción. Imprescindible para valorar la efectividad de la actividad realizada y como feedback necesario al planteamiento de nuevas acciones.

	1er curso	2º curso	3er curso	4º curso	PFG	optativas	
gráfica	2	1	2		2	2	9
materiales/calidad	3	2		1	2		8
construcción	2	1	1		3	3	10
instalaciones		1			1	1	3
estructuras		1			1	2	4
gestión económica				3	1	1	5
organización				1	1	1	3
seguridad			1		2		3
eficiencia energética					2	4	6
rehabilitación			1		2	1	4
urbanismo				1	1		2
proyectos			2		7		9
resto FB	2						2
	9	6	7	6	25	15	

Fig. 1: Encuesta inicial -02/09/2015- entre docentes sobre intención de implementación BIM, número de docentes interesados por áreas y cursos. 2015. Elaboración propia.

3.2 ACCIONES COMISIÓN BIM-EPCu

Las primeras acciones de la comisión consistieron en una recapitulación entre los docentes sobre conocimientos en metodología BIM y de intenciones de su implementación en docencia (Fig. 1), así como evaluar el hardware y software disponible en relación a las necesidades iniciales para abordar el cambio.

De esta primera encuesta cabe remarcar el alto interés, al menos inicial, a la implementación BIM en todas las áreas y cursos. Máxime teniendo en cuenta la escala de la EPCu donde las asignaturas de GIE en las que potencialmente se podría integrar BIM no reúnen más de 20 docentes. A partir de los datos extraídos de la citada encuesta, y condicionados por un presupuesto disponible mermado por compromisos previos, se decidió priorizar la estrategia formativa del profesorado -abierto también al alumnado- y minimizar la inversión en equipamiento con una mínima reconfiguración de equipos y programas dando prioridad al software libre o educacional en base a los flujos de trabajo propuestos por los responsables de las asignaturas.

Conscientes de que los cambios necesitan tiempo y pueden ser extenuantes/ frustrantes, la comisión BIM-EPCu programó un curso 15-16 destinado principalmente a la formación del profesorado y a sentar las bases necesarias para generar una masa crítica suficiente [8], entre el colectivo de profesores y alumnos, capaz de producir a corto-medio plazo un efecto dinamizador en el proceso de implementación BIM y que no descarta la participación de los colectivos profesionales interesados ajenos a la universidad. Concretando las acciones realizadas durante el presente curso 15-16 podemos agruparlas en base a dos estrategias bien diferenciadas:

A) FORMACIÓN DOCENTE

Con la formación de cuerpo docente como prioridad se diseñó un programa que permitiera establecer una base de conocimiento común sobre BIM y que, en una segunda fase, pudiera dar pie a una formación individualizada más específica de cada docente en función de los conocimientos adquiridos y de sus necesidades concretas.

Dentro de la primera fase se buscó, de manera externa, formación genérica/ común en metodología BIM para un grupo de 15 profesores y 5 alumnos. Finalmente se encargó dicha formación, en base a un programa de diseño específico, por 28 h y de forma presencial, a BIM LEARNING [9] por su experiencia contrastada tanto en BIM como en gestión de proyecto/ obra y por aportar un enfoque cercano a las necesidades del futuro Ingeniero de Edificación. En el temario propuesto se buscó un enfoque generalista sobre metodología -por encima de las herramientas- que abarcara procesos y flujos de trabajo, roles, trabajo colaborativo o estándares así como una introducción básica a aplicaciones específicas.

De manera previa dentro de esa primera fase, y como formación genérica/ común en aplicaciones BIM, 11 profesores realizamos el curso de modelado básico de 50 h en modalidad online BIM A1 de ZIGURAT [10]. En este curso se abordaron las cuatro principales plataformas de modelado paramétrico BIM- REVIT, ARCHICAD, ALLPLAN y AECOSIM- y tuvo una valoración notable por parte del profesorado. Además, como complemento a este curso, también se realizó un taller y certificación oficial de AUTODESK para REVIT ARCHITECTURE.

Una vez lanzada la primera fase es turno de la especialización. En la fase de formación específica/ individual en aplicaciones BIM 4 profesores continuamos, como decisión personal, con la propuesta formativa de ZIGURAT, 3 con el perfil BIM "specialist" -175 h- y 1 con el de BIM manager -600 h-. El resto de docentes responden a una casuística mucho más dispersa, la mayoría de ellos manifiestan no estar siguiendo ningún plan formativo BIM y, sólo en algunos casos, se reconoce una autoformación no reglada.

En cualquier caso esta segunda fase de formación específica/ individual, todavía vigente, está siendo costeada, al menos parcialmente, por los propios interesados.

B) INVESTIGACIÓN/ DIFUSIÓN

Dentro de los objetivos de la EPCu, como centro de educación superior universitaria que se precie, y por lo tanto de la comisión BIM-EUPC, se encuentra la investigación y, como no puede ser de otro modo, la difusión de los resultados de la misma, objetivo que poco a poco va cristalizando en publicaciones como esta.

En este sentido los primeros artículos y comunicaciones científicas se desarrollaron/ están desarrollando a la par que el programa diseñado por la comisión BIM-EPCu va avanzando. Desde el principio se apuntó la necesidad de que este tipo de investigaciones tenga repercusión tanto en la docencia de GIE como representación en los foros BIM nacionales e internacionales.

Desde el punto de vista de la difusión se aprovechó la repercusión del más que consolidado Ciclo de Conferencias de Información Técnica de la EPCu, que en el año

2015-2016 alcanzaba su vigesimoprimera edición [11], para incluir una serie de conferencias seleccionadas -7- sobre la metodología BIM y su inserción en las distintas fases del ciclo de vida del edificio a cargo de profesionales de reconocido prestigio. Aunque el objetivo primigenio del ciclo es el de complementar la formación que reciben los alumnos de la EPCu en los últimos años, y a raíz de su difusión mediante el canal propio de YouTube, se han convertido también en una interesante opción para alumnos de otras universidades o profesionales -en su mayor parte hispanoparlantes-.

Además se han producido alianzas estratégicas que amplifican los horizontes iniciales como con la BUILDINGSMART [12] y a su Foro Académico BIM -esFAB-.

3.3 EXPERIENCIA PILOTO EN PPTT 2015-2016 Y 2016-2017

De forma paralela a todo lo anterior, dentro de una estrategia de cambios a pequeña escala, se ha propiciado la experimentación docente en determinadas asignaturas sin menoscabo de la aplicación del plan de estudios actual.

Es el caso de PPTT, de marcado carácter metodológico, donde se pretende ensayar con la potencia gráfica de aplicaciones BIM como herramienta analítica [13] útil a la determinación de las soluciones constructivas intervinientes en un determinado proceso constructivo -en concreto, en relación a las prestaciones y su integración en el proceso constructivo-.

Esta experimentación docente ha partido de recopilar mediante encuestas el estado de conocimientos de los alumnos en tecnología BIM y, concretamente, en herramientas de modelado paramétrico. Pues el desarrollo de

PPTT exige al alumno la restitución gráfica de un proceso constructivo -edificio- concreto, propuesto sólo a nivel de esquema y que será la base sobre la que desarrollar las diversas fases de análisis abordadas en la asignatura.

En esa fase previa, la contribución de PPTT -en función de sus objetivos y limitación de carga

docente -sólo puede dirigirse a implementar estrategias de modelización resistentes a la ausencia de definición constructiva, basadas en la adecuada utilización de criterios de restricción y vinculación- o leyes propias impuestas al proceso constructivo- (Fig. 2).

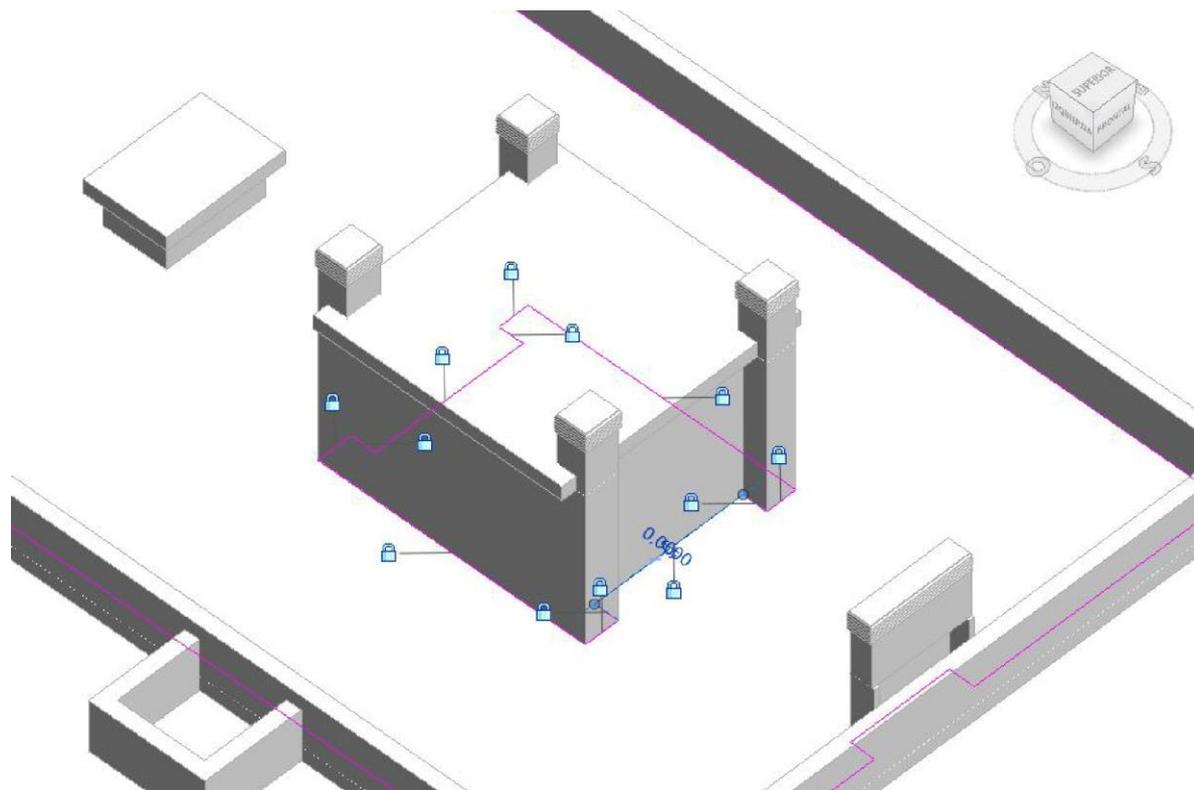


Fig. 2: Establecimientos de restricciones y vínculos geométricos en la fase de modelado. 2016. GB-05 PPTT 15-16.

Así, los parámetros que caracterizan cada uno de los elementos del modelo -todavía no elementos constructivos- tienen propiedades exclusivamente geométricas, y no obstante el modelo debe resistir, sin alteración de sus condiciones básicas, las adecuaciones geométricas derivadas de la futura concreción constructiva de sus elementos.

A partir de ese modelado geométrico -o de fase previa-, la utilización dirigida de herramientas de modelado paramétrico BIM adquieren un importante potencial analítico. Dicho componente analítico está basado, casi exclusivamente, en la parametrización de los elementos del modelo de acuerdo a distintos niveles de información y en la obtención de resultados gráficos -de manera casi inmediata/

automática- en los que poder sustentar el análisis pretendido.

En la primera fase de análisis propuesta por PPTT, la tecnología BIM proporciona al alumno estrategias para la modelización del comportamiento de la geometría del edificio. De

dicha estrategia debe derivar, de forma comprensiva (Fig. 3), nuevos parámetros -ya no simplemente geométricos sino físicos- a cada uno de los elemento del modelo -ejemplares- comprometidos con el comportamiento necesario.

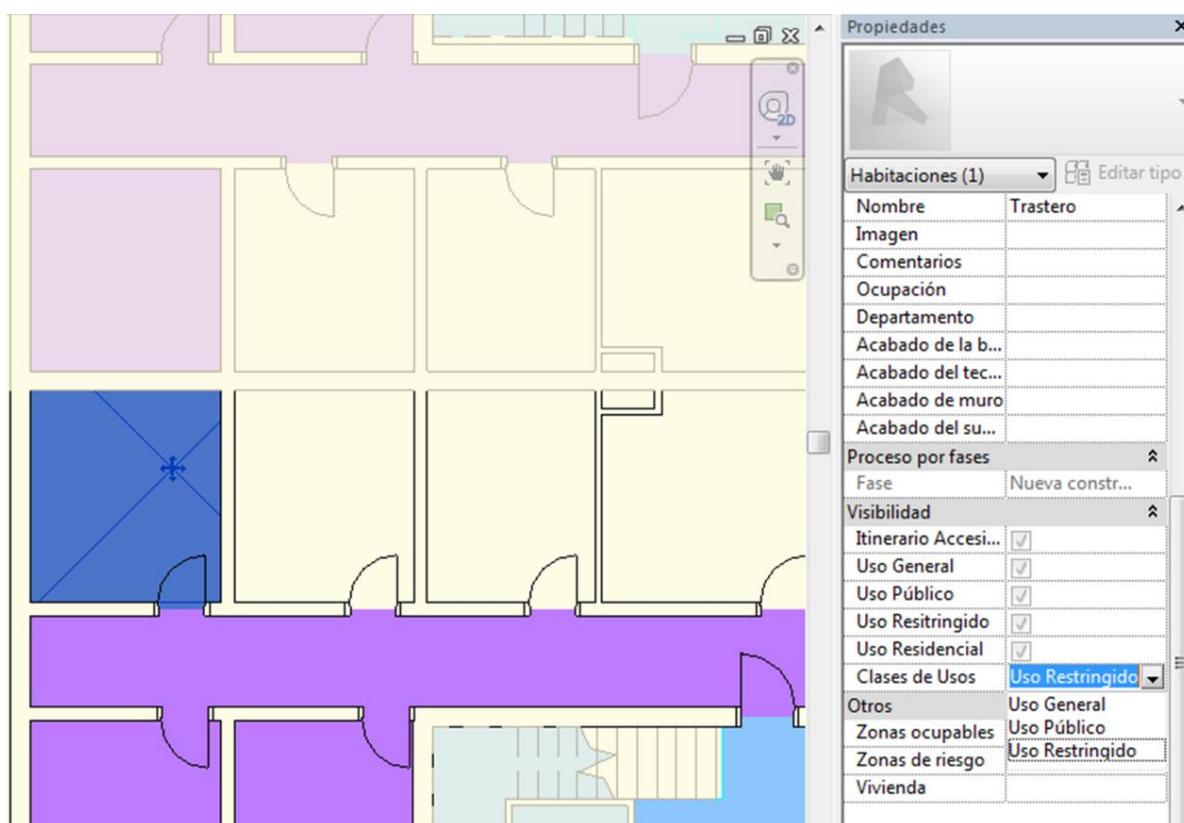


Fig. 3: Generación de parámetros de uso, según DBs, y asignación a ejemplares de habitación para análisis gráfico del edificio. 2016. GB-05 PPTT 15-16.

Es decir parámetros que todavía, y únicamente, se deben traducir/ el alumno debe entender, en forma exigencias (Fig. 4), absteniéndose todavía de su traducción directa como soluciones constructivas.

En una segunda fase de análisis propuesta por la asignatura de PPTT, a partir de la adición ordenada de las exigencias a cada uno de los

elementos del modelo, entendidos todavía en esta fase como ejemplares a efectos de sumar información al modelo -parámetros-, la tecnología BIM proporciona al alumno herramientas de filtrado/ visualización muy útil de la información introducida.

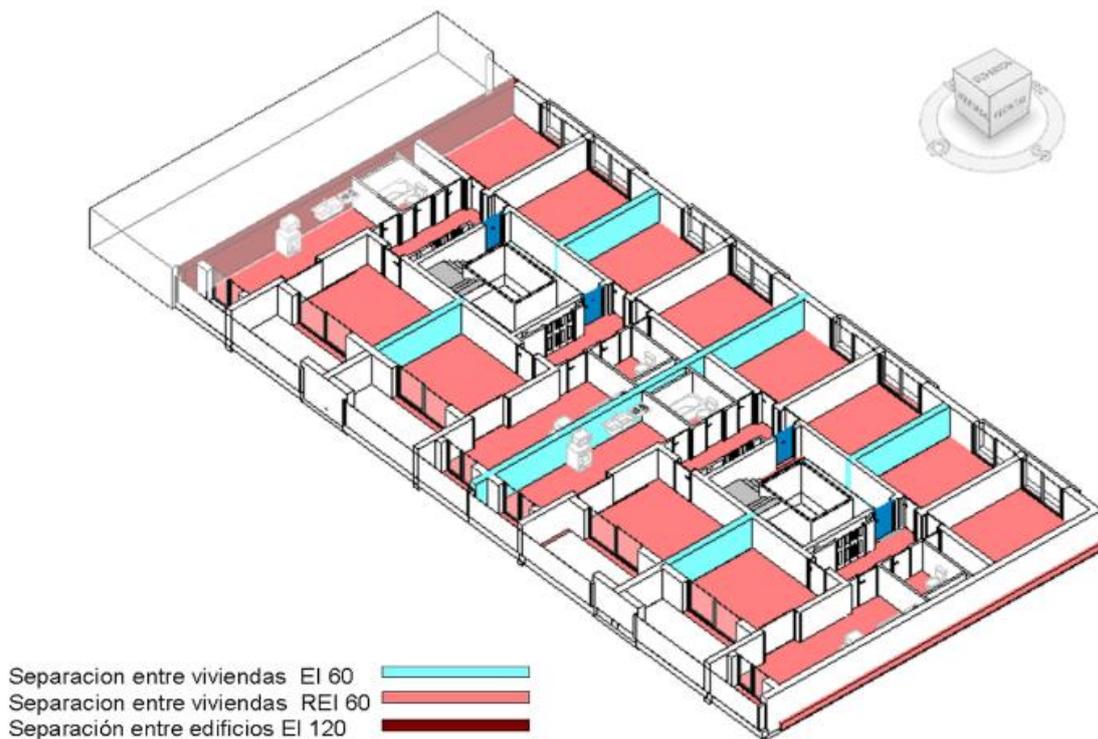


Fig. 4: Establecimientos de exigencias, según DB SI, y asignación a ejemplares de muros y suelos para análisis gráfico del edificio. 2016. GB-05 PPTT 15-16.

Y, con ello, la posibilidad de identificar los elementos del modelo asociados a una misma combinación de exigencias que, en consecuencia, son susceptibles de reunirse y

clasificarse como soluciones constructivas comunes -tipos- antes incluso de abordar su definición constructiva completa.

Tabla de planificación: Exigencias Muros - Edificio PPTT_GB-05 (Grupos Rotos).rvt					
< EXIGENCIAS MUROS >					
A	B	C	D	E	F
Código	Tipología	HS Impermeabilidad	DB-HS 1 HS Sistema Constructivo	SI Resistencia	DB-SI SI Reacción
M1	Muro contacto Terreno - No Habitable	Grado de impermeabilidad =	I2+I3+D1+D5 HS-1 (Tabla 2.2)		Interior C-S2, d0 SI1 (Tabla 1.4) / Exterior B-
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)		Interior C-S2, d0 SI1 (Tabla 1.4) / Exterior B-
FA1	Fachada - No Habitable	Grado de impermeabilidad =	R1+C2 HS-1 (Tabla 2.7)		
FA2	Fachada - Protegido	Grado de impermeabilidad =	R1+B1+C1 HS-1 (Tabla 2.7)		B-S3, d2 SI1 (Apdo. 1.4)
FA3	Entre viviendas Protegido - Habitable	Grado de impermeabilidad =	R1+B1+C1 HS-1 (Tabla 2.7)		B-S3, d2 SI1 (Apdo. 1.4)
FA4	Entre viviendas Protegido - Protegido	Grado de impermeabilidad =	R1+C2 HS-1 (Tabla 2.7)		
PI1	Fachada - Habitable			EI 90 SI1 (Tabla 2.2)	C-S2, d0 SI1 (Tabla 4.1)
PI2	Fachada - No Habitable			EI 90 SI1 (Tabla 2.2)	B-S1, d0 SI1 (Tabla 4.1)
PI3	Fachada - Protegido			EI 90 SI1 (Tabla 2.2)	
PI4	Muro contacto con Exterior - Riesgo especial				
PI5	Zona Común - Protegido				C-S2, d0 SI1 (Tabla 4.1)
PI6	Zona Común - Habitable				C-S2, d0 SI1 (Tabla 4.1)
PI7	Entre viviendas Protegido - Habitable			EI 60 SI1 (Tabla 1.1)	
PI8	Entre viviendas Protegido - Protegido			EI 60 SI1 (Tabla 1.1)	
PI9	Tabiquería interior				

Fig. 5: Tabla con agrupación de exigencias, según DBs-CTE, extracto. Fuente: GB-05 PPTT 2015-16.

Este proceso puede/ debe llevarse a cabo de dos formas; la más evidente a nivel gráfico como resultado de una combinación de las distintas "vistas" complementarias que se pueden recabar fácilmente del modelo y de una segunda manera, igual de fácil/ gratuita que la anterior, a nivel analítico, trabajando con datos "puros" no gráficos mediante las "tablas de planificación" (Fig. 5).

Por otra parte, la identificación gráfica o no de dichas soluciones constructivas en el modelo, todavía, insistimos, no resueltas, pondrá también, e inmediatamente, de manifiesto posibles errores o incongruencias en la asignación de exigencias a la par que evidenciará aspectos relacionadas con otros criterios de continuidad e interacción entre las diversas soluciones constructivas que -en base, a las propias capacidades previamente adquiridas por el alumno en las asignaturas previas a cursar PPTT- deban imprimirse al proceso constructivo.

Gracias a las posibilidades gráficas que brindan las herramientas de modelado paramétrico BIM el alumno emplea su tiempo -o, si prefiere verse así, recupera el tiempo invertido en el modelado/ parametrización- de una manera eficaz en el análisis de su enunciado y en la asignación de exigencias.

Sólo tras estas dos fases de análisis, de acuerdo a la metodología que pretende transmitir la asignatura, procede la definición de cada solución constructiva. Únicamente cuando ésta ya pueda entenderse -al menos en el contexto de la docencia, en la que no puede suponerse al alumno la adquisición de otros procedimientos no deductivos- como respuesta global óptima acorde al perfil técnico que debiera requerírsele. Esta última fase propuesta por la asignatura de PPTT -destinada al control

de la definición constructiva- resulta extremadamente simple al trabajar con herramientas BIM. Consiste exclusivamente en definir la estructura/ composición constructiva de los tipos ya clasificados y complementar sus parámetros de prestaciones (Fig. 6), pues de la restitución geométrica gráfica/ no gráfica del modelo se ocupa directamente la herramienta -la resistencia derivada de la modelización, antes referida, es en este sentido determinante ante las variaciones geométricas inducidas por la definición completa/ concreta de los tipos-.

4. RESULTADOS

4.1 IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA EPCu

Los dos últimos cursos académicos han servido para que la mayoría de asignaturas implicadas en la implantación BIM hayan llevado a cabo distintas prácticas/ pruebas piloto con dispares resultados que, normalmente, pecaron de ambiciosas en el primer año y que este segundo han servido para afianzar los conocimientos del profesorado y acotar/ afinar el alcance previsto.

Por otro lado el fin último de la comisión BIM-EPCu -implantación BIM en el plan de estudios de GIE como herramienta vertebradora [14] y [15]- es imposible sin el consenso y compromiso de los agentes implicados. Una vez resuelto esto deberán aplicarse herramientas de coordinación docente que incluso podrían derivar en un plan de innovación docente. Las acciones desarrolladas en los dos cursos pasados no abordan, ni lo pretenden, esa problemática. Su objetivo no es otro que preparar -formación- a los agentes para saber digerir y orientar los cambios que se avecinan.

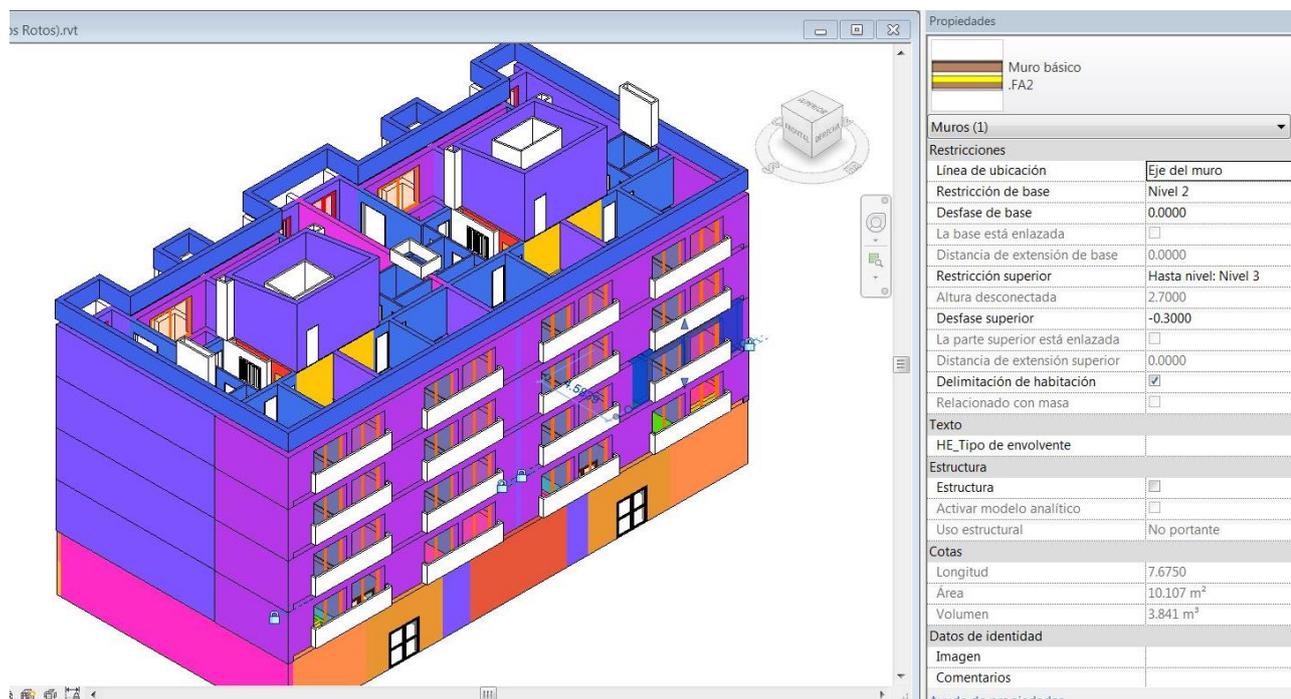


Fig. 6: Definición de tipologías (soluciones constructivas reales parametrizadas) y asignación a ejemplares de muros para análisis gráfico del edificio. Fuente: GB-05 PPTT 2015-16.

4.2 EXPERIENCIA PILOTO EN PPTT

La experiencia piloto descrita en PPTT se ha dirigido al conjunto de los alumnos matriculados en los dos años académicos estudiados -de 2015 a 2017- que han seguido la docencia reglada de la asignatura -30 alumnos de media- apoyándola mediante tres sesiones teóricas de 2 horas y la propuesta de una práctica dirigida basada en la modelización BIM -REVIT a partir de una plantilla de proyecto suministrada al alumno-. Además en el curso 2016-2017, fuera del horario lectivo y aprovechando el infrutilizado hueco de las tutorías propias de la asignatura, se ha trabajado en el propio enunciado del curso de manera colaborativa -a nivel de grupo y con la clase completa como "ultragrupo"- con la idea de analizar/ dirigir las dinámicas propias del trabajo.

Sólo 2 grupos de alumnos -6 alumnos- en cada uno de los curso de esta prueba piloto han podido desarrollar la totalidad de su enunciado mediante tecnología BIM sin menoscabo del contenido docente propio de la asignatura y, en todos los casos, al menos parcialmente, partían de una base previa en el dominio de las herramientas de modelado paramétrico BIM.

5. CONCLUSIONES

La limitación de carga docente de la asignatura de PPTT -6 créditos ECTS- no permite ampliar sus objetivos para incluir la implementación básica de aplicaciones de modelado paramétrico BIM, que entendemos debería abordarse en asignaturas de carácter obligatorio previas a PPTT y no, como ocurre ahora, en asignaturas optativas. Consideramos

que la implementación previa de aplicaciones de modelado paramétrico BIM es absolutamente determinante para poder abordar eficazmente su utilización como herramienta analítica -o de cualquier otro tipo- de acuerdo al enorme potencial de dichas aplicaciones.

Las impresiones subjetivas del profesorado, basadas en las defensas/exposiciones y entregas parciales y finales del trabajo por curso, denotan que el grado de comprensión/desarrollo de los enunciados propuestos es independiente de la tecnología utilizada por el alumno. Paralelamente, los resultados de la encuesta directa/ anónima del alumnado que se realiza el último día de clase confirman la buena acogida por su parte de esta iniciativa aunque apuntan a la falta de conocimientos previos sobre herramientas BIM y al exigente temario propio de la asignatura como las principales causas para no seguir el itinerario BIM propuesto.

Aunque la presente comunicación tampoco pretende ir más allá del análisis de la experiencia piloto realizada en esta asignatura cabe resaltar la predisposición del alumnado así como prever la necesidad del efecto dinamizador de éste en el proceso de adopción de la metodología BIM en el plan de estudios.

REFERENCIAS

[1] Fuentes, B. (2014). Impacto de BIM en el proceso constructivo español. Valencia: Servicios y Comunicación LGV. ISBN 978-84-942593-1-9.

[2] Valverde, D. (2010). Aplicaciones CAD - diseño asistido por ordenador". In AA.VV., (ed.) Actas del X Congreso Internacional expresión

gráfica aplicada a la edificación. Alicante: APEGA, 149-158. ISBN 978-84-268-1528-6.

[3] Ledesma, J. (2015). Conflicto por las atribuciones profesionales. Cercha, Revista de la Arquitectura Técnica, 125: 10-15. ISSN 9943-7376.

[4] Zaragoza, J.M., Morea J.M. (2015). Guía práctica para la implantación de entornos BIM en despachos de arquitectura. Madrid: Fe de erratas. ISBN 978-84-15890-32-4.

[5] Plan de estudios GIE de la Escuela Politécnica de Cuenca 2016/2017 [Recurso electrónico]:

https://www.epc.uclm.es/ep/?page_id=51.

Fecha última consulta: 15 de julio de 2017.

[6] Cañizares, J.M., Valverde Cantero D. (2010). Docencia de Proyectos Técnicos en Ingeniería de Edificación. En AA.VV. Actas de VI INTERCAMPUS. Evaluación de competencias en los nuevos Grados, Cuenca 2010. Ciudad Real: Vicerrectorado de Ordenación Académica y Formación Permanente de la Universidad de Castilla-La Mancha, 100-114. ISBN 978-84-693-1832-4.

[7] Valverde, D., Arteaga, J.J., Alfaro, J. (2012). Coordinación multidisciplinar de PFG en la titulación de grado en Ingeniería de Edificación". En AA.VV. Actas del XVI Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos AIEPRO, Valencia, 11-13 julio 2012. Valencia: AEIPRO, 2520-2528. ISBN: 978-84-616-0047-2.

[8] Santamaría, L., Hernández, J. (2017). Salto al BIM: Estrategias BIM de calidad para empresas punteras del sector AEC. (ed.) SaltoalBIM.com.

[9] Formación BIM LEARNING [Recurso electrónico]: <http://bimlearning.es>. Fecha última consulta: 15 de julio de 2017.

[10] Curso BIM A1 de ZIGURAT [Recurso electrónico]: <http://www.e-zigurat.com/bima1>. Fecha última consulta: 15 de julio de 2017.

[11] XXI Ciclo de conferencia de la Escuela Politécnica de Cuenca 2015/2016 [Recurso electrónico]:
https://www.epc.uclm.es/ep/?page_id=4808.
Fecha última consulta: 15 de julio de 2017.

[12] Comisión es.BIM. [Recurso electrónico]:
<http://www.esbim.es/>. Fecha última consulta: 15 de julio de 2017.

[13] Valverde, D., Cañizares, J.M. (2014). El lenguaje gráfico como herramienta analítica en la asignatura de Proyectos Técnicos. In AA.VV., ed. Actas del XII Congreso Internacional expresión gráfica aplicada a la edificación. Madrid: APEGA, 395-404. ISBN 978-84-7207-226-8.

[14] Oliver, I. (2015). 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. Valencia: Universitat Politècnica de València. Disponible en <http://hdl.handle.net/10251/61294>.

[15] Alfaro, J., Cañizares, J.M., Martínez, J.A., Enrique, P., Valverde, D. (2016). Estrategia de implantación BIM en Grado en Ingeniería de Edificación. Experiencias y propuestas de la Escuela Politécnica de Cuenca. Spanish Journal of Building Information Modeling 16, 56-65.