



ALGUNAS EXPERIENCIAS, TRES CLAVES Y UNA PROPUESTA PARA INTEGRAR EL MODELO BIM Y EL PRESUPUESTO

G. Valderrama, Fernando (1)
Sánchez Acosta, Enrique (2)

(1) Soft SA fernando.valderrama@presto.es

(2) Universidad Europea de Madrid, Departamento de Informática, Automática y Comunicaciones;
esacosta@gmail.com

RESUMEN

La generación del presupuesto a partir del modelo BIM es una de las grandes ventajas difundidas por los promotores de esta herramienta digital para la redacción del proyecto.

Los autores han colaborado en el desarrollo de numerosos enlaces entre programas de dibujo y modelado de arquitectura, desde mucho antes de que existiera el propio término "BIM", comprobando en qué condiciones esta generación es posible y por tanto qué aspectos son clave para su éxito o su fracaso.

Los aspectos clave están relacionados con el proceso de trabajo de los profesionales, no con las características técnicas de los programas, y son:

1. Pueden existir profesionales distintos en la etapa de modelado y de gestión del coste, con distintos grados de colaboración.
2. El proyecto y el desarrollo se desarrollan en paralelo, no en serie, y el modelo BIM no necesariamente contiene la totalidad del presupuesto.
3. Los usuarios sólo introducen la información que les resulta beneficios a a corto plazo.

Las nuevas tecnologías, aun proponiendo una forma de trabajo mucho más eficiente, deben encajar en el ecosistema existente, o tendrán que esperar a que el ecosistema se adapte, un proceso mucho más lento.

Palabras clave: Mediciones, presupuesto, BIM, integración

1 INTRODUCCIÓN

Existen programas de modelado de arquitectura enriquecidos con información constructiva y documental desde mucho antes de que se definiera y popularizara el término BIM.

En una fecha tan temprana como 1989 uno de los autores dirigió el desarrollo del enlace entre Presto y el programa de modelado en tres dimensiones CadStar, que contenía todas

las características necesarias para ser considerado como un sistema BIM, incluyendo la gestión de información alfanumérica integrada con la definición gráfica y constructiva.

Incluso trabajando con los programas tradicionales de dibujo en dos dimensiones se puede extraer información útil para generar el presupuesto, si se organiza adecuadamente el proceso de trabajo y se siguen algunos criterios básicos. Uno de los autores ha dirigido también el desarrollo de sistemas de importación desde AutoCAD, con dos enfoques, AutoPresto, realizado en 1990 y basado en la programación desde dentro del entorno del programa de dibujo y otro posterior, basado en la lectura directa de archivos DWG y por tanto aplicable a cualquier otro programa que genere el mismo formato. También dirigió un desarrollo similar para el programa Arris, de amplia difusión a finales del siglo pasado, así como enlaces en grado de tentativa para otros programas diversos que no llegaron a tener implantación, como Triforma, de Bentley, o IntelliCAD.

El primer enlace con un sistema integrado de amplia difusión fue el desarrollado para Allplan, de Nemetschek, a partir de 1999, y más tarde el de ArchiCAD, de Graphisoft, completados recientemente con el enlace para Revit, de Autodesk.

Esta experiencia ha permitido reunir un valioso conjunto de conocimientos sobre las posibilidades de estos enlaces y qué se requiere para que sean operativos.

2 EXPERIENCIAS PROPIAS

El desarrollo de los enlaces mencionados anteriormente permitió observar dos aspectos.

Por un lado, el desarrollo de los enlaces requería un alto nivel de tecnología informática. La conexión directa entre programas era difícil, como lo sigue siendo ahora, pero no existían tampoco las facilidades de exportación e importación, conexión en red y otros estándares que ahora son habituales.

Al mismo tiempo, una vez superadas estas dificultades y proporcionando una ayuda informática muy automatizada que permitía extraer la información del modelo, convertirla en mediciones e insertarla en el programa de presupuestos, según las necesidades aparentes de los propios usuarios, muchos de estos sistemas eran poco utilizados en la práctica.

Históricamente, el enlace con más éxito entre los usuarios fue precisamente el que presentaba un menor atractivo a priori: la generación de mediciones a partir de archivos DWG. ¿Cuál podía ser la explicación de este resultado inesperado?

La extracción automática tradicional de las mediciones a partir de un modelo BIM se basa en la idea de un proyectista integrado, que realiza el modelo y en el momento deseado realiza las acciones necesarias para extraer el presupuesto, si es posible “con una sola tecla”.

La lectura de archivos DWG, por el contrario, se realiza por un profesional distinto de quien realizó el modelo BIM. Trabajando directamente desde el programa de presupuestos organiza la información gráfica a su manera, filtra, ordena o elimina las entidades y las

capas, en un proceso dirigido manualmente que reconstruye las intenciones del diseño, corrige errores y completa lagunas. Durante este proceso asigna las unidades de obra a las entidades gráficas, ya que esa información no figura en el archivo de origen, y las traspasa al presupuesto, donde continua realizando ajustes y cambios.

Este proceso con un gran contenido manual, más parecido al tradicional, resulta así más satisfactorio en muchos casos que los sistemas automáticos.

3 OTRAS EXPERIENCIAS

El evidente interés de la extracción del coste a partir de modelos BIM ha dado lugar en los últimos años tanto a productos comerciales como a publicaciones sobre el tema. Estos desarrollos tienden a concentrarse en dos actitudes.

3.1 La sobrecarga del modelo BIM

Esta tendencia trata de insertar la información sobre el coste dentro del modelo BIM, incluyendo especificaciones escritas detalladas y descomposiciones de precios. Esta idea es habitual en los entornos en los que no se han popularizado los programas de gestión del coste o cuando se trata de competir con ellos, tratando de que el sistema BIM sea autosuficiente para generar el presupuesto.

El modelo BIM se convierte así en una base de datos alfanumérica para cuya gestión no está preparado (Farah, 2005, pp. 86 ss.):

- Los datos introducidos no se reutilizan con facilidad entre los sucesivos proyectos
- No se dispone de procedimientos adecuados para su actualización y mantenimiento respecto de la realidad
- No existe una relación integrada con los elementos gráficos a los que corresponden.

Este sistema además requiere un desarrollo informático importante y un esfuerzo inicial de carga de datos por parte del usuario que se superpone al trabajo habitual.

3.2 El uso inadecuado del formato IFC

En este caso, se concede una confianza excesiva a la capacidad del sistema de intercambio *Industry Foundations Classes*, IFC, definido por *buildingSMART*.

Este formato, que trata de recoger la enorme complejidad inherente a un modelo BIM, es un recurso imprescindible para transferir grandes cantidades de información geométrica, y así se utiliza habitualmente. El significado de esta información es relativamente fácil de codificar por el emisor y decodificar por el receptor, ya que apenas es necesario un acuerdo, proporcionado por el propio sistema IFC, sobre la unidad de medida y la notación.

Sin embargo, la transferencia de elementos de información más complejos, aunque esté bien definida a nivel sintáctico, como el nombre del campo y su longitud, requiere un acuerdo semántico entre emisor y receptor que muchas veces no existe. De esta forma, el significado de un código en el sistema de origen puede ser por completo diferente en el de destino, si es que lo tiene (Zhiliang Ma, 2010). En ausencia de este acuerdo, la transferencia de información es inútil, como la correspondencia entre personas que, habiendo elegido cuidadosamente un formato de texto compatible para comunicarse, hubieran olvidado que hablan idiomas distintos.

Tras estos años, ninguno de los dos enfoques ha dado lugar a resultados prácticos.

4 PROCESOS Y CLAVES

La conclusión de estas experiencias, observadas una y otra vez, es que para que un enlace entre dos programas funcione no es suficiente con crear condiciones de interoperabilidad técnicamente adecuadas entre las dos bases de datos respectivas, sino que debe tener en cuenta cómo se desarrolla la relación entre los profesionales implicados.

Es necesario, por tanto, en primer lugar, el análisis de los procesos de trabajo reales de las personas. Sólo cuando se ha identificado un procesos de este tipo se puede escribir un procedimiento específico que tenga utilidad en la práctica.

Las investigaciones realizadas detectan una multiplicidad de comportamientos entre los usuarios BIM. El Cooperative Research Centre de Australia (CRC, 2009) propone tres paradigmas, "Modelado digital", "Colaboración digital unidireccional" y "Colaboración digital bidireccional" o, de forma simplificada, "Modelado", "Colaboración" e "Integración". El CRC asume que estos tres estados representan grados progresivos de mejora y que nos encontramos aproximadamente a mitad de camino de la segunda fase.

Desde el punto de vista específico de la integración del modelo y el coste es posible que esta evolución coexista durante un tiempo con dos procesos extremos, bien diferenciados:

- La integración: Un sólo profesional controla la totalidad del proceso de modelado y la generación del presupuesto. Si participan varios profesionales, colaboran como si compartieran los mismos intereses y puntos de vista.
- La independencia: El profesional que realiza el modelo sólo realiza acciones que redunden en su propio beneficio y a corto plazo, traspasando al otro profesional la información mínima posible para que obtenga el presupuesto. Y viceversa.

Los procesos reales se sitúan en puntos intermedios. Estas descripciones no contienen ningún juicio de valor sobre los dos procesos y no implican que el segundo comportamiento sea necesariamente ineficiente. El hecho relevante es que los dos casos dan lugar a necesidades de interoperabilidad muy diferentes.

El primero ha dado lugar a la mayoría de los desarrollos tradicionales, ya que representa el comportamiento teórico esperado. Los criterios de diseño para este proceso son bien conocidos. Se basan en un trabajo previo en el modelo, diferente al estrictamente necesario para generar la documentación gráfica, que permite obtener el presupuesto con facilidad cuando es necesario. En ese momento se extraen los datos del modelo BIM y se insertan en el presupuesto, en un proceso clásico de exportación-importación. En el caso extremo, este proceso se realiza una sola vez, cuando el modelo está terminado.

Los requisitos necesarios para que la generación del presupuesto sea útil en un proceso orientado a la independencia no son contrarios a los anteriores, sino que añaden nuevas necesidades. Estos criterios se describen en el resto de esta comunicación.

4.1 Puede haber profesionales distintos en los procesos de diseño y presupuesto.

El diseñador tiene sus propias necesidades, criterios y conocimientos, que son diferentes a las del responsable del coste. Por tanto, el tipo de información, la precisión y el nivel de detalle introducida en el modelo por el primero no tiene por qué coincidir con lo requerido por el segundo. También pueden aparecer inexactitudes o errores que no afectan al proceso de ejecución pero sí al presupuesto, como apariciones repetidas de objetos superpuestos en la misma situación o discrepancias entre las dimensiones físicas y los textos.

En consecuencia, el responsable del coste no puede utilizar directamente el contenido del modelo. Tienen que existir puntos de verificación y modificación de los datos en los momentos intermedios del trabajo, de forma congruente con los que existen habitualmente entre los profesionales que realizan tradicionalmente la misma tarea.

4.2 El proyecto y el presupuesto se desarrollan en paralelo, no en serie.

El presupuesto no se genera en el último momento del proyecto, sino que existe independientemente y evoluciona simultáneamente con el mismo

Es frecuente oír, tanto en ámbitos comerciales como académicos, que el modelo BIM contiene o debe contener la totalidad del presupuesto. Sin embargo, otros autores creen que no todos los componentes de un presupuesto provienen del modelo BIM. El ya citado CRC 2009 contiene numerosas indicaciones sobre qué elementos no deben modelarse, bien porque para cuantificarlos y especificarlos no merece la pena dibujarlos, porque provienen de otros programas de cálculo o simplemente porque no tienen existencia física. Incluso en la documentación de un programa comercial (Brandstater, 2010) se reconoce directamente *“There are many items in an estimate that are never represented in the BIM model”*.

Esto no se debe a deficiencias superables de los medios digitales actuales, sino a la eficacia histórica de la escritura y de la representación gráfica en dos dimensiones para definir la ejecución de una obra sin necesidad de graficar todos y cada uno de sus componentes, gracias al conocimiento implícito que añaden los sucesivos agentes implicados (Sainz y Valderrama, 1992).

Por otra parte, el proyecto cambia. No siempre se va completando siguiendo una ordenada secuencia; se toman unas decisiones y se deshacen otras. Y la comunicación de los cambios entre los agentes, a diferencia de la interacción entre máquinas, es deficiente.

En consecuencia, el proceso de enlace no puede ser una sola exportación *definitiva*, sino que debe permitir que se reciban los datos del mismo proyecto una y otra vez, sin que estén documentados los añadidos, las eliminaciones y los cambios, pero que puedan integrarse con facilidad en el presupuesto existente.

Y, al mismo tiempo, que este presupuesto pueda completarse manualmente sin que los datos de los distintos orígenes se interfieran.

4.3 Los usuarios sólo realizan tareas que les aporten valor a corto plazo

Los procesos que requieren un importante trabajo previo de preparación, sin obtener resultados inmediatos, sólo son apreciados por los usuarios más entusiastas. Estos usuarios, buscando la máxima eficiencia, suelen incorporar procedimientos muy personales, de cuyos resultados se benefician directamente. Suelen considerar además que los demás profesionales no pueden alcanzar esa eficiencia usando programas comerciales.

Sin embargo, ni el grueso de los profesionales ni los programas comerciales pueden adoptar estos procedimientos *sui generis*.

En consecuencia, durante el proceso de trabajo sólo se deben requerir del usuario los datos que vayan a generar resultados de forma inmediata, utilizables para sí mismos. Los programas de presupuestos y otros que enlazan con el modelo BIM deben proporcionar estos resultados al mejor nivel de detalle posible, aunque no se haya introducido previamente la información específica requerida. La precisión de los resultados debe aumentar progresivamente a medida que esta información va aumentando.

De esta forma, la implantación del sistema BIM resulta atractiva para todos los implicados, aunque el proceso sea diferente del modelo ideal de colaboración integrada.

5 OTRAS OBSERVACIONES

Las experiencias reales con usuarios han sugerido otras ideas, algunas de las cuales son contrarias a lo esperado.

Algunos usuarios de modelos BIM prefieren enviar al exterior versiones simplificadas, bien para evitar la transferencia de *know-how*, para soslayar responsabilidades por posibles errores o porque consideran que el modelo no forma parte del encargo. Este comportamiento es bien conocido en los sistemas de dibujo en dos dimensiones, ya que los responsables del coste reciben frecuentemente planos degradados donde, por ejemplo, los bloques han sido “explotados”. De esta manera, se reciben datos, pero sin la información que debería facilitar su intercambio, como la equivalencia entre tipos de entidades gráficas y unidades de obra. En consecuencia, el programa de presupuestos y otros similares que

tienen que integrar información deben estar preparados para insertar, reconstruir y mantener por sí mismos estos datos que teóricamente deberían proceder del modelo.

Al mismo tiempo, los objetivos de los usuarios deben estar alineados de forma natural con las posibilidades y los recursos de los programas implicados.

En este sentido es interesante el debate sobre la forma de las mediciones generadas. Todos los sistemas BIM generan una enumeración cuantificada de las entidades gráficas y, en todos los sistemas conocidos, esta cuantificación es suficiente, sin duda, para asignar un precio unitario a cada entidad y obtener así el presupuesto o coste estimado de la parte del proyecto contenida en el modelo.

Sin embargo, se exige a los sistemas BIM que la precisión, la presentación y el desglose de estas mediciones imiten el formato tradicional de estos documentos en España, que proviene del siglo XIX. Por ejemplo, si el sistema BIM genera una expresión aritmética exacta, coherente con la forma geométrica de elementos que no siempre son paralelepípedos, debe ser reemplazada por cuatro valores que encajen en las columnas “Nº”, “Longitud”, “Altura” y “Altura”. O se consideran inaceptables los sistemas que miden por el eje la longitud de los muros compuestos, olvidando que en fase de presupuesto estas diferencias son irrelevantes frente al grado de incertidumbre de los precios.

Los programas de presupuestos, complementando los resultados de los sistemas BIM, tratan de resolver estos problemas de forma práctica. Sin embargo, algunos usuarios potenciales tienen expectativas de los sistemas BIM que van más allá tanto de los criterios de diseño de cada programa como de sus propias capacidades profesionales.

Por una parte, el resultado del sistema BIM en este aspecto se limita a las mediciones, que representa sólo una parte del trabajo de elaboración de un presupuesto; la más pesada, sin duda, pero también la que menor valor aporta y la que menos conocimientos requiere. Para completar el presupuesto son necesarias las mismas competencias, con o sin BIM.

Por otro lado, cada sistema BIM tiene su campo de aplicación. Los intentos de reorientar sus funcionalidades mediante procedimientos poco naturales y utilidades artificiosas de sus recursos dan lugar a procesos poco sostenibles en el tiempo. Los sistemas BIM están muy orientados a la representación gráfica y no están igualmente preparados para la gestión de otros aspectos del proyecto, como los costes o los tiempos. Por eso siguen siendo necesarios los programas especializados en estos aspectos.

6 LA PROPUESTA

Los autores han colaborado en el desarrollo de nuevos sistemas de enlace que teniendo en cuenta los criterios anteriores se pueden adaptar a una gran variedad de procesos de uso. Estos sistemas se aplican directamente a los programas Revit y Allplan pero su base es compatible con cualquier otro sistema BIM capaz de cuantificar el modelo.

Se describe a continuación un ejemplo de los procesos soportados.

- La selección de unidades de obra se puede realizar directamente desde el sistema BIM a partir de catálogos previamente generados por el programa de presupuestos, que pueden contener un cuadro de precios completo o una selección de partidas específicas de un proyecto concreto.

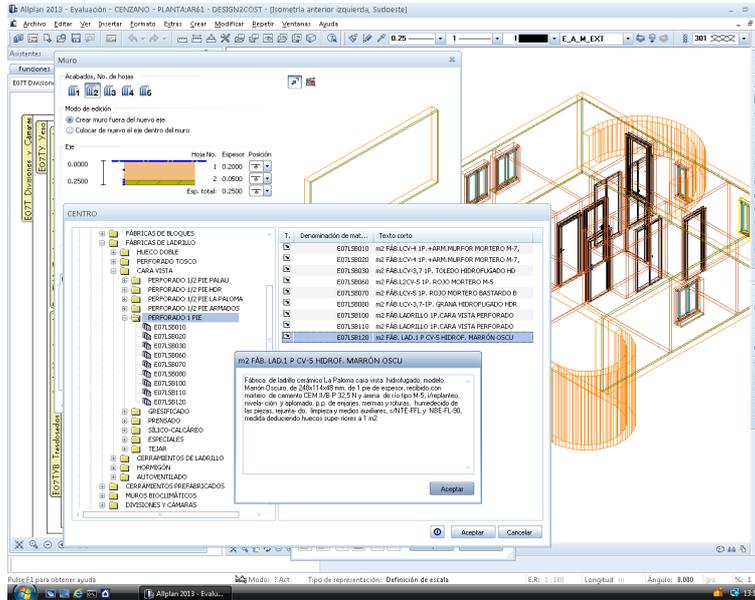


Fig. 1 Asignación de la unidad de obra a un tipo de entidad. 2013. Allplan

- Los datos que genera el responsable del modelo se pueden verificar íntegramente antes de enviarse al responsable del coste, mediante herramientas integradas en el sistema BIM o con otros recursos. Si el catálogo anterior incluye costes unitarios, en esta fase ya se puede conocer el importe de la parte modelada del proyecto .

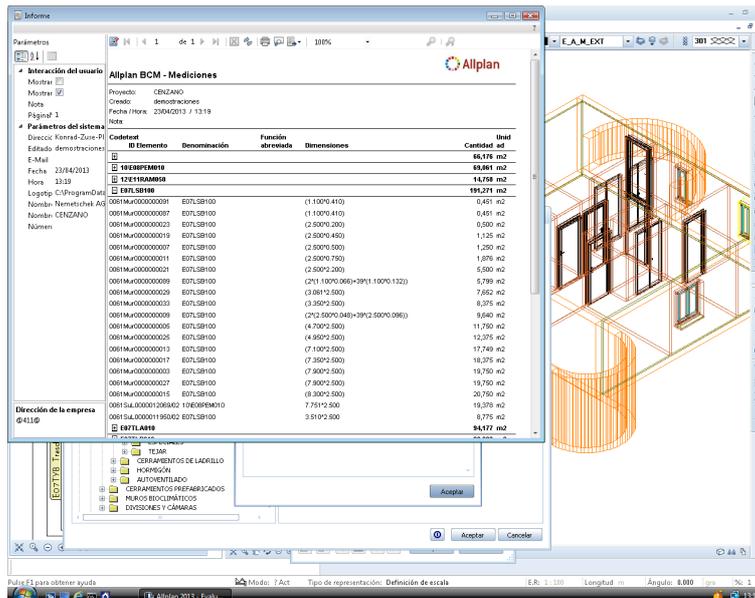


Fig. 2 Comprobación de la exportación previa a la entrega. 2013. Allplan



- El responsable del coste puede verificar y modificar los datos recibidos antes de su inserción en el presupuesto, sin necesidad de disponer del programa que gestiona el modelo BIM ni conocer su uso.

NatC	Código	Ir	It	Resumen	CanPres	Ud	Pres	ImpPres	Nota
1/0				Rac_advanced_sample_project	1		2.048.908,87	2.048.908,87	
2/1	+1	2001180		Aparcamiento	1	0	0	0	
3/1	+2	2001360		Vegetación	1	1.658,34	1.658,34		
4/1	-3	2000032		Suelos	1	145.834,63	145.834,63		
5/2	+3.1	E03HRB070		Fojado reticular 30+5	3.106,36	m2	40,63	126,21	41
6/2	3.2	2000032_000310		Suelo - standard timber-wood finish	239,40	m2		0	
7/2	3.3	B1010		Suelo - metal sunscreen	30,00	m2		0	
8/2	+3.4	E03HLEA115		Ha-25/p/20 encofrado metálico lossas e=15cm	1.759,90	m2	11,15	19,62	29
9/1	+4	2000011		Muros	1	1.414.571,82	1.414.571,82		
10/2	+4.1	E07BHV030		Fab.Bloq.Horm.Liso gris 40x20x20 c/v	781,74	m2	42,36	33.114,51	
11/2	+4.2	E16KEA010		Muro cortina modular	2.446,84	m2	425,82	1.041.913,41	
12/2	+4.3	E16KCB010		Muro cortina estructural	122,17	m2	488,94	59.733,80	
13/2	+4.4	E07TY0010		Tabique estructura doble (13x2+46x2+13x2) e=144mm/600	2.886,07	m2	44,71	129.036,19	
14/2	+4.5	E03PM130		Muro prefabricado alveolar e=20cm/h=3,00m	377,19	m2	92,78	34.995,69	
15/2	+4.6	E16KDB010		Muro cortina ventilado	176,19	m2	527,83	92.977,25	
16/2	+4.7	E04MA045		Hormigón armado ha-30/p/20/1 2 caras 0,25 v.Grua	63,84	m3	202,83	12.948,57	
17/2	+4.8	E07BH0600		Fab.Bloq.Horm.Estruido blanco 40x20x20	170,19	m2	9,78	9.352,26	
18/1	+5	2000170		Panels de muro cortina	1		282.144,66	282.144,66	
19/1	+6	2000035		Cubiertas	1		114.208,38	114.208,38	

Fig. 3 Comprobación de los datos recibidos previa a la importación. 2013. Presto

- Cuando cambia el modelo, la nueva información recibida se compara con la existente para detectar los elementos añadidos, los eliminados y los modificados, presentando sólo la información relevante para la toma de decisiones. De esta forma se pueden integrar sucesivamente nuevas versiones de los datos sin perder el trabajo realizado, aunque no vengán documentados explícitamente.

Partida	Resumen	ResumenAct	Capa	Elemento	Nota	N Longitud	Altura	Cantidad	Ud	DePres	RCL	VarPres
1	2000011/E07BH Fab.Bloq.Horm.Liso gris 40x 01 - Entry Level	Muro básico	03 - Floor	139854	8,4 x 0,3 x 11,4	5	[91,11]	95,55	m2	✓	✓	4.047,57
2	2000011/E16KE Muro cortina modular 01 - Entry Level	Muro cortina	03 - Floor	139855	8,31 x 11,4			93,61	m2	✓	✓	39.861,48
3	2000011/E16KE Muro cortina modular 01 - Entry Level	Muro cortina	03 - Floor	139856	8,26 x 11,4			92,41	m2	✓	✓	39.348,13
4	2000011/E07BH Fab.Bloq.Horm.Liso gris 40x 01 - Entry Level	Muro básico	03 - Floor	139857	20,71 x 0,3 x 11,4			190,97	m2	✓	✓	8.089,68
5	2000011/E16KE Muro cortina modular 01 - Entry Level	Muro cortina	03 - Floor	139858	2,72 x 11,4	1	2,72 11,40	31,02	m2	✓	✓	13.209,66
6	2000011/E16KE Muro cortina modular 01 - Entry Level	Muro cortina	03 - Floor	140003	49,23 x 11,4	1	49,23 11,40	551,17	m2	✓	✓	238.955,65
7	2000011/E07BH Fab.Bloq.Horm.Liso gris 40x 01 - Entry Level	Muro básico	03 - Floor	144837	8,33 x 0,3 x 3,8			27,66	m2	✓	✓	1.171,60
8	2000011/E07BH Fab.Bloq.Horm.Liso gris 40x 01 - Entry Level	Muro básico	03 - Floor	148769	20 x 0,3 x 11,4			173,88	m2	✓	✓	7.365,44
9	2000011/E07BH Fab.Bloq.Horm.Liso gris 40x 01 - Entry Level	Muro básico	03 - Floor	150980	14,13 x 0,3 x 11,4	1	14,13 11,40	161,11	m2	✓	✓	6.824,69
10	2000011/E07BH Fab.Bloq.Horm.Estruido blar Roof	Muro básico	03 - Floor	167548	11,03 x 0,29 x 0,6	1	14,00 0,60	6,40	m2	✓	✗	-486,28
11	2000011/E07BH Fab.Bloq.Horm.Estruido blar Roof	Muro básico	03 - Floor	167548	11,03 x 0,29 x 0,6	1	11,03 0,60	6,62	m2	✓	✗	383,09
12	2000032/B1010 Suelo - metal sunscreen	Suelo	03 - Floor	200929				36,20	m2	✓	✓	835,78
13	2000032/B1010 Suelo - metal sunscreen	Suelo	03 - Floor	201054				5,80	m2	✓	✓	133,84
14	2000032/B1010 Suelo - metal sunscreen	Suelo	03 - Floor	201078				21,00	m2	✓	✓	484,81
15	2000032/B1010 Suelo - metal sunscreen	Suelo	03 - Floor	201128				19,10	m2	✓	✗	-441,11
16	2000032/B1010 Suelo - metal sunscreen	Suelo	01 - Entry Level	201146				42,90	m2	✓	✗	-990,66
17	2000032/B1010 Suelo - metal sunscreen	Suelo	01 - Entry Level	201155				9,13	m2	✓	✗	-210,87
18	2000032/B1010 Suelo - metal sunscreen	Suelo	01 - Entry Level	201164				45,79	m2	✓	✗	-1.057,26
19	2000032/B1010 Suelo - metal sunscreen	Suelo	01 - Entry Level	201173				19,20	m2	✓	✗	-443,29
20	2000032/B1010 Suelo - metal sunscreen	Suelo	01 - Entry Level	201173				5,80	m2	✓	✓	133,84
21	2000032/B1010 Suelo - metal sunscreen	Suelo	02 - Floor	201191				51,34	m2	✓	✗	-1.185,43
22	2000032/B1010 Suelo - metal sunscreen	Suelo	02 - Floor	201191				36,20	m2	✓	✓	835,78
23	2000032/B1010 Suelo - metal sunscreen	Suelo	02 - Floor	201200				21,00	m2	✓	✗	-484,95
24	2000032/B1010 Suelo - metal sunscreen	Suelo	02 - Floor	201200				5,80	m2	✓	✓	133,84
25	2000032/B1010 Suelo - metal sunscreen	Suelo	02 - Floor	201209				33,67	m2	✓	✗	-777,49
26	2000032/B1010 Suelo - metal sunscreen	Suelo	02 - Floor	201209				21,00	m2	✓	✓	484,81
27	2000032/B1010 Suelo - metal sunscreen	Suelo	02 - Floor	201218				30,06	m2	✓	✗	-694,01
28	2000032/B1010 Suelo - metal sunscreen	Suelo	02 - Floor	201218				5,80	m2	✓	✓	133,84

Fig. 4 Detección de cambios entre versiones sucesivas del mismo modelo BIM. 2013. Presto.

- Al recibir versiones sucesivas, los datos de los elementos gráficos pueden insertarse automáticamente en sus unidades de obra aunque este dato no provenga del modelo BIM, ya que el programa de presupuestos conserva las equivalencias de importaciones anteriores. También pueden prepararse plantillas de asignaciones



predefinidas para recibir datos de modelos BIM en los que no se ha realizado el trabajo previo de asignación. Se resuelven así procesos de uso en los que existe una elevada independencia entre el responsable del modelo y el del coste.

NatC	Código	lr	lt	Resumen	CanPres	Ud	Pres	ImpPres	Nota
1/0	-			Rac_advanced_sample_project	1		1.741.547,44	1.741.547,44	
2/1	+ 1			Aparcamiento	1		0	0	
3/1	+ 2			Vegetación	1		1.658,34	1.658,34	
4/1	+ 3			Suelos	1		149.011,81	149.011,81	
5/1	- 4			Muros	1		1.104.033,21	1.104.033,21	
6/2	+ 4.1			Fab.Bloq.Horm.Liso gns 40x20x20 c/v	781,79	m2	42,36	33.114,51	
7/2	+ 4.2			Muro cortina modular	1,00	m2	488,94	59.723,80	
8/2	+ 4.3			Muro cortina estructural	122,17	m2	488,94	59.723,80	
9/2	+ 4.4			Tabique estructura doble (13x2+46x2+13x2) e=144mm/600	2.896,07	m2	44,71	129.036,19	
10/2	+ 4.5			Muro prefabricado alveolar e=20cm/h=3,00m	377,19	m2	92,78	34.995,69	
11/2	+ 4.6			Muro cortina ventilado	176,15	m2	527,83	92.977,25	

Actividad	Comentario	N	Altura	Longitud	Cantidad	Elemento	Origen	Pres	CanPres	Nota
1	01 - Entry Level	01 - Entry Level 140006 Exterior Curtain Wall	11,40		11,40	140006	Revit	✓	5,65 x 11,4	
2	01 - Entry Level	01 - Entry Level 140009 Exterior Curtain Wall	11,40	20,12	229,37	140009	Revit	✓	20,12 x 11,4	
3	01 - Entry Level	01 - Entry Level 145547 Exterior Curtain Wall	11,40	16,44	187,42	145547	Revit	✓	16,26 x 3,8	
4	01 - Entry Level	01 - Entry Level 148422 Exterior Curtain Wall	11,40	16,44	187,42	148422	Revit	✓	16,44 x 11,4	
5	01 - Entry Level	01 - Entry Level 149877 Exterior Curtain Wall	11,40	2,72	31,01	149877	Revit	✓	25,61 x 11,4	
6	01 - Entry Level	01 - Entry Level 153616 Exterior Curtain Wall	6,05	2,60	15,73	153616	Revit	✓	40,98 x 11,4	
7	01 - Entry Level	01 - Entry Level 155419 Exterior Curtain Wall	1	11,40	29,64	155419	Revit	✓	2,6 x 11,4	
8	01 - Entry Level	01 - Entry Level 156264 Exterior Curtain Wall	6,05	3,22	19,48	156264	Revit	✓	5,99 x 11,4	
9	01 - Entry Level	01 - Entry Level 156281 Exterior Curtain Wall	6,05		6,05	156281	Revit	✓	10,6 x 11,4	
10	01 - Entry Level	01 - Entry Level 156316 Exterior Curtain Wall	6,05	16,44	99,46	156316	Revit	✓	7,76 x 11,4	
11	01 - Entry Level	01 - Entry Level 156408 Exterior Curtain Wall	6,05	2,72	16,46	156408	Revit	✓	833,44 x 11,4	
12	02 - Floor	02 - Floor 169402 Exterior Curtain Wall	11,40	2,60	29,64	169402	Revit	✓	2,89 x 7,6	
13	02 - Floor	02 - Floor 169602 Exterior Curtain Wall			20,06	169602	Revit	✓	49,70 x 2,89 x 7,6	
14	01 - Entry Level	01 - Entry Level 196713 Exterior Curtain Wall			56,42	196713	Revit	✓	16,26 x 3,8	
15	01 - Entry Level	01 - Entry Level 196855 Exterior Curtain Wall			62,61	196855	Revit	✓	8,24 x 11,4	

Fig. 5 Datos verificados, editados e insertados en el presupuesto general, 2013. Presto.

- El programa de presupuestos mantiene internamente toda la información del modelo BIM que sea relevante para la asignación del coste, para la especificación o para la identificación de cada elemento. De esta forma se consigue la trazabilidad entre modelo, presupuesto y obra ejecutada, ya que cada entidad queda identificada unívocamente en todos estos ámbitos. El sistema BIM puede mostrar visualmente las entidades gráficas que corresponden a cada elemento del presupuesto.

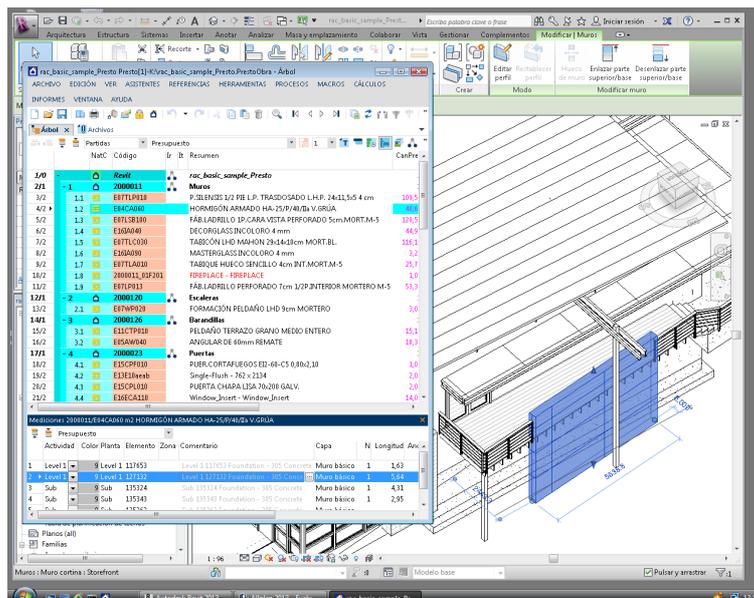


Fig. 6 Identificación gráfica del elemento del presupuesto. 2013. Presto y Revit.

- El programa de presupuestos mantiene localizados los datos que provienen del modelo BIM y los introducidos manualmente por el responsable del coste, que se

pueden modificar por separado sin interferencias entre ambos, permitiendo la introducción de los componentes del presupuesto que no provienen del modelo.

Puesto que el programa de presupuestos puede generar nuevamente un catálogo basado en el presupuesto del proyecto en cualquier momento y enviarlo al responsable del modelo, éste puede realizar las nuevas asignaciones con mayor precisión y eficacia. Si ese catálogo incluye el coste se obtiene un proceso en el que los profesionales trabajan independientemente pero deciden hacerlo de forma colaborativa.

Esta posibilidad, junto con la trazabilidad recíproca, representan la vuelta de información desde el presupuesto hacia el modelo, cerrando el círculo por cual este proceso deja de ser simplemente una importación unidireccional o un enlace y puede llamarse propiamente una integración o un proceso de interoperabilidad.

7 CONCLUSIONES

El proceso de proyecto y la forma de trabajar de los agentes implicados no cambian a corto plazo sólo porque una nueva tecnología lo permita.

La tecnología, aun proponiendo una nueva forma de trabajo mucho más eficiente en sí misma, debe encajar en el ecosistema existente, o tendrá que esperar a que el ecosistema se adapte, un proceso mucho más lento.

Afortunadamente, el momento es el adecuado. La pasada burbuja inmobiliaria y constructiva ha dado paso a una actitud más abierta al aprendizaje, más receptiva a los cambios, con unos profesionales y unas empresas más sensibles a los tres aspectos que definen la gestión de un proyecto:

- La calidad, representada por los sistemas BIM, como forma de garantizar el cumplimiento de las especificaciones y la satisfacción del cliente.
- Los tiempos, respecto a los que se ha despertado un interés que con seguridad dará lugar por fin a la aplicación sistemática de programas de planificación, generalmente despreciados en España.
- Los costes, para cuya gestión tenemos programas únicos en el mundo, con una excelente integración con las dos categorías anteriores.

En realidad, es sorprendente que el sistema tradicional de definir el proyecto mediante dibujos en dos dimensiones haya durado tanto tiempo. Cualquier predicción realizada en los inicios de la informática profesional hubiera resultado muy errada (Valderrama, 1987). Hoy los sistemas BIM no tienen nada de experimental y lo asombroso es que haya profesionales que no los utilicen.

Al mismo tiempo, los objetivos iniciales del BIM deben estar alineados con sus posibilidades, más orientadas a lo gráfico y a servir como referencia, no como depósito excluyente, de la

información necesaria para generar el presupuesto, la planificación y otros documentos del proyecto.

Quienes estamos especializados tanto en el desarrollo de herramientas digitales como en la formación debemos insistir en que los profesionales aprovechen las ventajas tácticas, inmediatas, de los nuevos medios. Las ventajas estratégicas ya se impondrán con el tiempo, si son coherentes con la evolución del sector de la construcción, sea cual sea.

8 REFERENCIAS

- [1] Brandstater, M. (2010). *BIMHighway Estimator for Autodesk Revit*.
- [2] buildingSMART alliance (2009). *AECOO-1 Testbed Draft Information Delivery Manual (IDM) for Quantity Take-Off (QTO) Thread. Integrating Communication, Process and Decision Making (CPD)*. Open Geospatial Consortium Inc.
- [3] CRC (2009). *National Guidelines for Digital Modelling*. Australia: Cooperative Research Centre, CRC, for Construction Innovation
- [4] Farah T. (2005). *Review of current estimating capabilities of the 3D Building Information Model software to support design for production/construction*. Tesis doctoral presentada en el Worcester Polytechnic Institute.
- [5] Sainz J. y Valderrama F. (1992). *Infografía y arquitectura: Dibujo y Proyecto Asistidos con Ordenador*. Madrid: Editorial Nerea.
- [6] Valderrama F. (1987). *Objetivos de la representación integrada de la arquitectura en el ordenador*. Barcelona: I Simposio de Diseño Asistido por Ordenador ArcDAO.
- [7] Zhiliang Ma, Xiude Zhang, Song Wu et al. (2010). *Framework Design for BIM-Based Construction Cost Estimating Software*. El Cairo: Proceedings, CIB W78 2010: 27th International Conference.