



building

SMART

Spanish journal of BIM



nº 15/02



Spanish journal of BIM



buildingSMART
Spanish home of openBIM



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

nº15/02

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: Teresa de Torres Sánchez-Simón

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





REHABILITACIÓN
BIM
ECOEFIICIENTE



**“Una vez que una nueva tecnología pasa sobre ti,
si no eres parte de la apisonadora, eres parte de la carretera”**

Steward Brand

BIM Project Management
www.sachconsulting.com



MODELOS BIM AS-BUILT. CASO DE ESTUDIO PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN EDIFICIO UNIVERSITARIO.

Norena. Martin-Dorta

Dpto. Técnicas y Proyectos en Ingeniería y Arquitectura. Universidad de La Laguna, La Laguna, España

Raúl Lluís. Rodríguez-Castells

Doctorado en Ingeniería, Informática y Medioambiental. Universidad de La Laguna, La Laguna, España

RESUMEN:

Los Modelos de Información de Edificios (BIM) se están consolidando como una apuesta segura en la industria de la construcción por las ventajas y beneficios que reportan, sin embargo, se presta menor atención a la fase operativa del inmueble. Este trabajo tiene por objeto abordar cómo BIM se puede utilizar para la gestión de infraestructuras y cómo el método puede ser estandarizado, identificando previamente las variables a tener en cuenta. Todo ello se implementó, como prototipo, en un edificio universitario de la Universidad de La Laguna. Se elaboró el Modelo BIM y se incorporaron todos los parámetros de los equipos a mantener. Además, se creó una base de datos asociada al modelo BIM y un entorno que permite actualizar los datos de las operaciones de mantenimiento. El Modelo de Información incorpora además una aplicación en la que se puede realizar un recorrido virtual mediante fotografías esféricas que contienen diversos puntos de interacción (hotspots).

1 INTRODUCCIÓN

Los nuevos adelantos en Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC's) están modificando también la industria de la arquitectura, la ingeniería y la construcción. Se ha originado un cambio en la metodología de trabajo con softwares más potentes, en los cuales se busca la mayor eficiencia y productividad posible. Aquí desempeña un papel fundamental los Modelos de Información de Edificios (BIM - Building Information Modeling). Se trata de un conjunto de herramientas y procesos usados para sistematizar los diseños, la construcción y el mantenimiento de las infraestructuras.

Una interoperabilidad eficiente en el sector del mantenimiento es de vital importancia. La repercusión de no disponerla supone un coste de aproximadamente 15,8 mil millones de dólares por año en Estados Unidos, según refleja un estudio realizado por la *National Institute for Standards and Technology* (NIST, 2004). Todo ello ha originado el desarrollo del estándar nacional BIM, promovido por organismos como la GSA (General Services Administration) que se encarga de la gestión de los edificios federales.

En lo que respecta a la Unión Europea, destaca Finlandia por su firme apuesta y apoyo del uso de esta tecnología en el sector público. El Gobierno del Reino Unido también se ha sumado a este planteamiento, anunciando su intención de requerir los modelos BIM en los proyectos del gobierno para el año 2016 mediante el documento "*The Government Construction Strategy*" publicado el 31 de mayo de 2011. Además, ha emprendido, junto con la industria, un programa de cuatro años con el objetivo de adoptar Modelos de Información enriquecidos, procesos y metodologías colaborativas que permitirán descubrir formas más eficientes de trabajar en todas las etapas del ciclo de vida de una infraestructura. En España, el nivel de introducción de estos estándares es muy escaso actualmente.

A nivel internacional, la implantación de los entornos BIM es muy importante. Países como Estados Unidos, Reino Unido, Australia, Singapur, Hong Kong y del norte y centro de Europa tienen publicados estándares y guías de estilo para abordar la implantación de esta metodología. Está demostrado que esto ahorraría un coste importante en la ejecución de los proyectos, y en las fases posteriores de gestión del mantenimiento de las infraestructuras. Distintos

estudios reflejan los beneficios potenciales de la integración de BIM y el Facility Management en los edificios (Becerik-Gerber et. al, 2011), (Singh & Wang, 2011), (Sabol, 2008), (Brinda & Prasanna, 2014).

El presente trabajo tiene la finalidad de aclarar cómo BIM se puede utilizar para la gestión de instalaciones empleando un método estandarizado. Se han identificado las variables a tener en cuenta en la gestión de la instalación, tomando como referencia las especificaciones de los "Product Data Templates (PDT)" (CIBSE, 2015). La implementación se llevó a cabo sobre un edificio universitario de carácter administrativo y departamental. Se elaboró el Modelo BIM y se incorporaron los parámetros de las instalaciones y equipos a mantener. Asimismo, se creó una aplicación y una base de datos asociada al modelo BIM y a un entorno, permitiendo actualizar los datos del mantenimiento de la instalación.

2 CASO DE ESTUDIO. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La Universidad de La Laguna, localizada en San Cristóbal de La Laguna, posee 30 edificios distribuidos en cinco campus principales, emplazados en diferentes zonas geográficas. El objetivo de este trabajo ha sido investigar cómo BIM puede soportar las necesidades de mantenimiento de los edificios universitarios. Para ello se ha utilizado el edificio histórico del Campus Central (Figura 1) como puesta piloto por su complejidad e importancia, desarrollando un modelo HBIM (Historical Building Information Modelling) (Nieto Julián, et. al., 2013).



Se parte de la base de que la Universidad de La Laguna no se realiza un mantenimiento preventivo programado de sus infraestructuras. Todas las actuaciones se efectúan mediante partes de mantenimiento a solicitud de los centros, cuya gestión se realiza mediante el uso de los planos CAD de las plantas de los edificios, que están a disposición de la Oficina Técnica universitaria.

Para poder crear un Modelo de Información del Edificio destinado a gestionar las tareas de mantenimiento se debe seguir un flujo de trabajo estructurado en diferentes fases. En la Figura 2 se refleja en esquema este proceso.

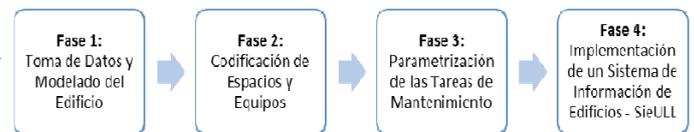


Figura 2. Flujo de Trabajo. Fuente: Elaboración propia

3 FASE 1: TOMA DE DATOS Y MODELADO DEL EDIFICIO

En primer lugar, se realizaron varias visitas al inmueble recogiendo, a partir de los planos CAD, los datos de los usos de los espacios, instalación eléctrica, iluminación e instalación de contraincendios. También se tomaron fotografías esféricas de 360° in situ de las dependencias y medidas de los niveles con un distanciómetro láser Leica DISTO A6.

Figura 1. Situación del Edificio Central del Campus Central. Fuente: Elaboración propia.

5 FASE 3: PARAMETRIZACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO

En esta tercera etapa del proyecto se analizaron las necesidades de mantenimiento que requerían dos de las instalaciones del edificio objeto de estudio: la instalación de iluminación y la de contraincendios, concretamente las luminarias y los extintores. Las variables a tener en cuenta en la gestión de la instalación, se han identificado tomando como referencia las especificaciones de los "*Product Data Templates (PDT)*" (CIBSE, 2015).

En el caso de las luminarias se seleccionaron los siguientes parámetros: IDequipo, Nivel, Estancia, Modelo, Marca, Tipo de luminaria, Fabricante, URL Manual del Equipo, Lámpara, Vida útil, Altura de luminaria, Método de elevación, Método de fijación, Fecha de última revisión, Coste unitario de lámpara, Observaciones.

En el caso de los extintores se seleccionaron los siguientes parámetros: IDequipo, Nivel, Estancia, Presión, Eficacia, Agente Extintor, Volumen, Certificados, Fabricante, URL Manual del Equipo, Empresa Mantenedora, Fecha Última Revisión Trimestral, Fecha Última Revisión Anual, Fecha Última Revisión Quinquenal.

6 FASE 4: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN DE EDIFICIOS

En esta última fase se implementaron los parámetros en el Modelo BIM del edificio. Se consideró que no se introducirían todos los parámetros en los objetos BIM (extintores y luminarias). Aquellos parámetros susceptibles de estar sujetos a modificación por parte de los operarios de mantenimiento se realizarán en la base de datos externa al modelo. El campo clave que vincula los datos es el Identificador del equipo en todos los casos.

Los datos de los objetos BIM (extintores y luminarias en la prueba piloto) se extrajeron mediante un plugin denominado BIMCoder. Este software permite obtener los datos en Excel desde las tablas de planificación de Revit, estableciendo una conexión bidireccional siempre y cuando se mantengan los campos originales. La Hoja de Cálculo se conectó con una Spreadsheet de Google Docs, donde se almacenó la información on-line. Después se creó una web con Google Sites que recoge los datos mediante unos "scripts" implementados en Gadgets y que la muestra de forma estructurada y con la posibilidad de editarla.

A continuación, partiendo de toda la documentación, se elaboró el Modelo HBIM del edificio con el software Revit© de Autodesk, planteándolo con un nivel de desarrollo bajo: LOD 200 (AIA, 2013). El LOD 200 contiene el diseño desarrollado de los sistemas constructivos e instalaciones del edificio, todos ellos con su tamaño, forma, ubicación y orientación. Permite realizar un primer análisis de cantidades y costo de las obras. Se consideró que este nivel de desarrollo era suficiente para el estudio a realizar del levantamiento de las instalaciones de iluminación y de contraincendios como prueba piloto.

4 FASE 2: CODIFICACIÓN DE ESPACIOS Y EQUIPOS

Aprovechando la facilidad que ofrecen los modelos BIM para gestionar los espacios y equipos de una infraestructura, se propuso un sistema de codificación (Tabla 1) para etiquetar cada zona y se refleja en la Figura 3.

Código	Descripción
C1	Código alfanumérico de dos dígitos correspondiente al campus universitario donde se sitúa el edificio: C1: Campus Central, C2: Campus de Guajara, C3: Campus de Anchieta, ...
06	Código de dos dígitos correspondiente al número asignado al edificio: 01, 02, 03, ...
PB	Código de dos dígitos correspondiente al nivel donde se sitúa la estancia y/o el equipo
01	Código de dos dígitos correspondiente a la numeración correlativa de las estancias
EHE1	Código del equipo según la base de datos BEDEC del iTeC. EHE1: Luminaria de techo, EM31: Extintor de Incendios,
001	Código de tres dígitos correspondiente a la numeración correlativa de los equipos

Tabla I. Sistema de Codificación de Espacios y Equipos. Fuente: Elaboración propia.



Figura 3. Codificación de Espacios y Equipos. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 4 muestra el esquema de funcionamiento del Sistema de Información de Edificios de la

Universidad de La Laguna (SieULL).

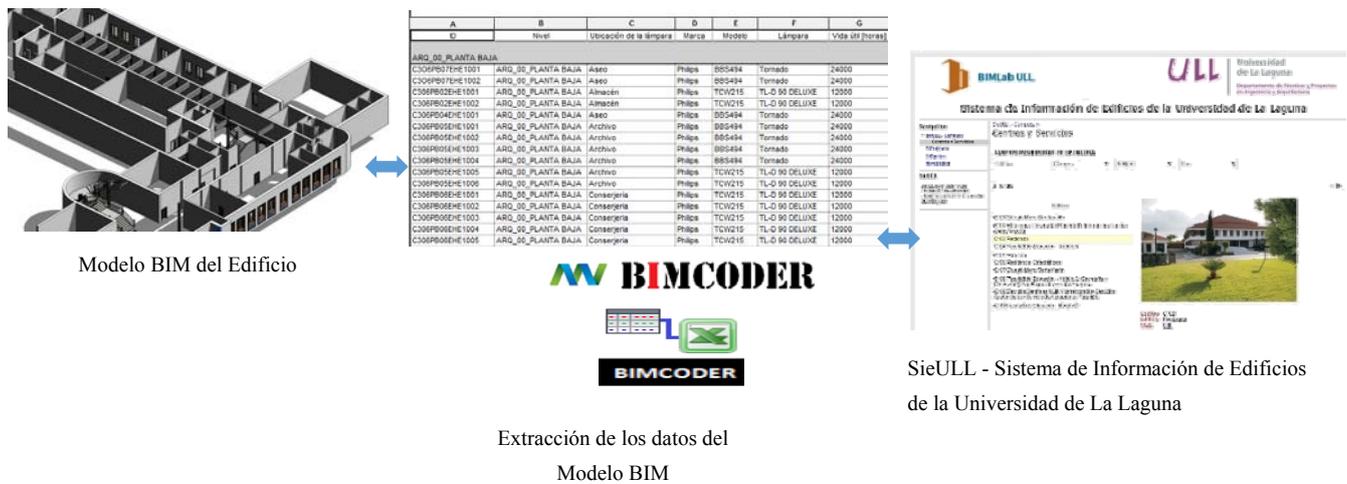


Figura 4. Funcionamiento del Sistema de Información de Edificios de la Universidad de La Laguna. Fuente: Elaboración propia.

Paralelamente, se estableció una conexión telemática web a una aplicación creada que permite realizar un recorrido virtual en 360° del Campus Central, pudiendo interactuar con diferentes puntos (hotspots) que facilitan información tal como fotos históricas, documentación... Para ello, se creó una familia sencilla con una simbología en 2D para colocarla en cualquier vista de modo que, al hacer click, ejecute la aplicación. En la familia se creó un nuevo parámetro al que se denominó "Link", de instancia (INSTANCE), de esta forma no es necesario ir a la familia para acceder al campo de URL de acceso directo (a diferencia del parámetro URL - TYPE-).

En el recorrido se pueden ver fotos esféricas reales y virtuales, consiguiendo la llamada Realidad Mezclada (Puyuelo Cazorla, et. al., 2011).

7 CONCLUSIONES

La utilización de Modelos de Información en Infraestructuras se está consolidando como una apuesta firme y segura, como demuestran numerosos proyectos nacionales e internacionales. Su uso produce mejoras en la planificación, visualización, productividad y documentación de los proyectos. Sin embargo, su integración en las fases de explotación y mantenimiento de edificios está siendo objeto de investigación en los estudios recientes. El trabajo que se muestra en este artículo es un ejemplo de las numerosas posibilidades que ofrecen los modelos BIM en las operaciones de mantenimiento de los edificios universitarios.

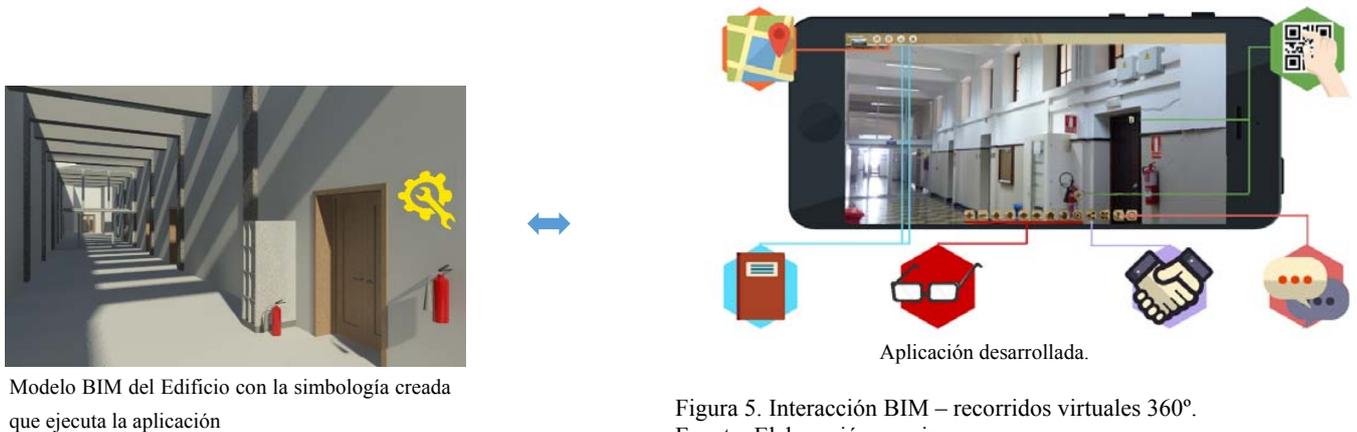


Figura 5. Interacción BIM – recorridos virtuales 360°. Fuente: Elaboración propia.

La comunicación entre la base de datos y el modelo permite automatizar el proceso de codificación de las infraestructuras universitarias, lo que supone un ahorro de coste y tiempo respecto a los sistemas tradicionales.

El Modelo de Información del Campus Central está estructurado como un sistema de gestión organizado y actualizado que puede ayudar a los gestores en la toma de decisiones.

En la planificación del mantenimiento ahora se puede disponer de una organización de las acciones correspondientes.

La toma de datos con fotografía esférica en 360° y el uso de la aplicación, complementa al modelo BIM, constituyendo una potente infografía que muestra el estado de las distintas dependencias.

Actualmente se está trabajando en el desarrollo del SieULL, el sistema web que recoge y permite la planificación de las operaciones de mantenimiento.

8 AGRADECIMIENTOS

El presente estudio ha sido desarrollado al amparo del Proyecto de Investigación “BIMNOTES: Anotaciones de Modelos 3D en el Ciclo de Vida en Entornos BIM”, del Plan Nacional de I+D+I del Ministerio de Economía y Competitividad y del Proyecto de Investigación “BIMCanarias: La Tecnología BIM en el impulso de la industria Canaria de la Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Mantenimiento (AEC/O)”, financiado por la Fundación CajaCanarias.

9 BIBLIOGRAFÍA

AIA (American Institute of Architects), 2013, AIA G202-2013 Building Information Modeling Protocol.

Base de datos BEDEC del iTeC
<http://itec.es/nouBedec.e/bedec.aspx>

Becerik-Gerber, B., Jazizadeh, F., Li, N., Calis, G., 2011, *Application areas and data requirements for*

BIM-enabled facilities management, Journal of Construction Engineering and Management 138(3), 431–442.

Brinda, T.N., Prasanna, E., 2014, *Developments of Facility Management Using Building Information Modelling*, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology 3(4), 11379–11386.

CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers), 2015, *Product Data Templates* [http://www.cibse.org/knowledge/bim-building-information-modelling/product-data-templates-\(ppts\)-faqs](http://www.cibse.org/knowledge/bim-building-information-modelling/product-data-templates-(ppts)-faqs)

Gallagher, M., O'Connor, A., Dettbarn, J., Gilday, L., 2004, *Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry*, NIST GCR 04-867, Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology.

Nieto Julián, J. E.; Moyano Campos, J.J.; Rico Delgado, F.; Antón García, D., 2013, *La necesidad de un modelo de información aplicado al Patrimonio Arquitectónico*, 2-13, Valencia, Universitat Politècnica de València; 1er Congreso Nacional BIM - EUBIM 2013, 24 y 25 de mayo.

Puyuelo Cazorla, M.; Val Fiel, M.; Merino Sanjuán, L.; y Felip Miralles, F., 2011, *Representaciones virtuales y otros recursos técnicos en la accesibilidad al patrimonio cultural*, Expresión Gráfica Arquitectónica, 17, 164-173.

Sabol, L., 2008, *Building Information Modeling & Facility Management*, IFMA World Workplace, Dallas, Tex., USA.

SieULL- Sistema de Información de Edificios <https://sites.google.com/a/ull.edu.es/sieull/home> - En construcción.

Singh, V., Gu, N., Wang, X., 2011, *A theoretical framework of a BIM-based multi-disciplinary collaboration platform*. Automation in Construction 20(2), 134–144.

Máster Internacional en Procesos BIM

Vive la experiencia
más completa en BIM

Universitat Internacional
de Catalunya

School of Architecture

Registro: <http://bimchannel.net/master-internacional-en-procesos-bim-2/>
Más Información: <http://www.uic.es/es/estudis-uic/esarq/master-bim-barcelona>
Contacto: formación@bimetrica.com
Teléfono: +34 932 267 322
+34 932 541 800 (UIC)

Organizadores

UIC
barcelona

 **Bimetrica**
BIM a tu lado

Colaborador

 **buildingSMART**
Spanish home of OpenBIM[®]

Mejoras para la automatización de procesos en la importación de modelos en IFC

Gonçal Costa

Investigador en ARC, Enginyeria i Arquitectura La Salle, Universitat Ramon Llull, Barcelona, España

Agustí Jardí

Ingeniero y consultor BIM en APOGEA Virtual Building Solutions, Tarragona, España

Jesús Valderrama

Arquitecto y consultor BIM en APOGEA Virtual Building Solutions, Malaga, España

RESUMEN

El uso del BIM en la industria de la construcción está permitiendo obtener una mayor productividad y calidad en los flujos de trabajo, reduciendo los costes y el tiempo de inactividad. No obstante, aún existen una serie de retos que deben ser superados. Uno de ellos reside en la problemática existente en el intercambio de información entre los agentes implicados en proyectos constructivos. Desde una perspectiva de BIM abierto (Open BIM), el IFC se presenta como la mejor alternativa de estándar abierto y neutral utilizado para facilitar este intercambio. Sin embargo, aún existe un desconocimiento acerca de cómo éste estándar debe ser utilizado correctamente para el intercambio en cada caso, y sobre las limitaciones existentes en los programas a la hora de permitir su importación y exportación. Este artículo analiza y discute algunas de las dificultades y deficiencias existentes en este proceso de intercambio para el contexto del desarrollo de proyectos en el ámbito nacional. El artículo finaliza con la presentación de un caso de estudio para ilustrar cómo algunos de los problemas en la importación de modelos en formato IFC pueden ser corregidos de una forma automatizada. En concreto, utilizando el complemento Dynamo dentro del programa Revit.

1 ESTÁNDARES Y ESPECIFICACIONES PARA LA GESTIÓN DEL BIM

La necesidad de intercambio de datos entre aplicaciones del sector de la construcción surge, básicamente, de la naturaleza colaborativa para el desarrollo de proyectos. El uso del BIM permite obtener una mayor productividad y calidad en los flujos de trabajo para estos desarrollos, reduciendo los costes y el tiempo de inactividad. Sin embargo, la adopción del BIM por parte de la industria se presenta todavía como un reto, con una curva de aprendizaje empinada, y obligando a un cambio de paradigma en los modelos de negocio para ser capaces de aprovechar sus ventajas.

Para facilitar la gestión de los procesos de trabajo a través del BIM, un gran número de estándares y metodologías han ido surgiendo a lo largo de los últimos años con el objetivo de hacer más fácil, ágil y flexible la colaboración. Unos de estos estándares es el IFC, creado por buildingSMART Internacional

como solución para un intercambio abierto de información entre las aplicaciones. Sin embargo, el uso de este estándar se enfrenta a una serie de dificultades para cumplir con el objetivo para el cual fue diseñado: capacidad de los programas para su correcta interpretación, imposibilidad de representar todas las reglas de modelado en un único esquema, etc. Esto lleva a una serie de resultados no deseados: la información tiene que ser remodelada, llega incompleta, con parámetros innecesarios, y muchas veces sin propagar las correspondientes restricciones, entre otros inconvenientes. Otro estándar abierto para la gestión y coordinación del BIM es el formato BCF (BIM Collaboration Format), diseñado para facilitar las labores de inspección y comprobación del modelo virtual. El estándar permite informar de los posibles errores y cuestiones relacionadas con los detalles de los elementos del modelo, de forma visual.

Por otro lado, recientemente han surgido un conjunto de estándares y guías en respuesta a la necesidad de especificar cómo la información debe ser intercambiada en las diferentes fases de un proyecto

constructivo. Este tipo de información suele definirse en documentos contractuales, antes de empezar el proyecto, y donde todas las partes afectadas especifican cuáles son sus requerimientos de información. La respuesta a la necesidad de disponer de una especificación para el intercambio de información entre los diferentes agentes, a lo largo de proyectos desarrollados en BIM, fue el BEP (BIM Execution Plan). Una de las primeras guías reconocidas internacionalmente, y desarrollada para este tipo de especificación, fue la “BIM Project Execution Planning Guide”, creada en la Universidad Estatal de Pennsylvania a partir de las conclusiones de la tesis desarrollada por Chitwan Saluja (2009). En la guía se afirma que con una buena documentación del BEP *“se asegurará de que todas las partes sean claramente conscientes de las oportunidades y responsabilidades asociadas con la incorporación del BIM en el flujo de trabajo del proyecto”*. Otros países (Reino Unido, Australia, Nueva Zelanda, Singapur, y otros) han desarrollado guías en base al BEP, adaptadas a sus propias necesidades. Sin embargo, no hay constancia de que actualmente exista ninguna iniciativa de especificación BEP adaptada para el ámbito a nuestro país.

Una manera de anticipar los problemas de interoperabilidad que puedan surgir en el desarrollo de proyectos en BIM, es establecer una categorización del nivel de detalle de la información a intercambiar en el BEP. Para dar respuesta a esta necesidad, Vico Software introdujo en el 2005 el término LOD, que corresponde a la abreviación en inglés de *“Level Of Detail”*, para un tipo de clasificación que luego fue generalizada por la AIA (American Institute of Architects) como nivel de desarrollo (en inglés, *“Level Of Development”*) en la guía “E202-2008: Exhibit Building Information Modeling Protocol”, publicada en 2008. En este nuevo enfoque generalizado, se asigna un número único para definir el nivel de definición de la información de los elementos del modelo para cada una de las etapas del ciclo de vida del proyecto. La mayoría de guías sugieren una clasificación basada en 6 o 7 niveles, la cual puede ir creciendo en función de las necesidades de cada proyecto. La mayoría de las guías suelen venir acompañadas por documentos tipo plantillas, en el que se incluyen tablas para la especificación del LOD, como un documento más del BEP.

2 BARRERAS PARA LA IMPLANTACIÓN DEL BIM EN EL ÁMBITO NACIONAL

Todos estos estándares expuestos anteriormente están llegando al sector de la construcción en España de manera muy escalonada, y a veces sin un pleno

conocimiento de las implicaciones que conllevan su uso. Este último aspecto puede ser atribuido, en cierta medida, a una falta de formación de una gran parte de los profesionales, los cuales están todavía poco familiarizados con las metodologías basadas en el BIM. Por otro lado, una gran parte del sector sigue concibiendo el BIM como una versión de CAD en 3D que permite una documentación muy coordinada, pero no como una metodología. Esta percepción viene muy condicionada por la forma de trabajar en este país. En otros países, por ejemplo, la función de los despachos de arquitectura se focaliza más en la parte del diseño del edificio, desarrollando lo que aquí se denomina un Proyecto Básico, mientras que la fase del Proyecto Ejecutivo suele ser desarrollada por las constructoras, con un mayor conocimiento de los medios para realizar la construcción del edificio.

El hecho de que en España se incluya la fase de Proyecto Ejecutivo como una responsabilidad de aquellos agentes que luego no se responsabilizan de la construcción, algo habitual en los proyectos de licitación de obra pública, con actores y contratos diferentes, en muchas ocasiones dificulta la obtención de los beneficios esperados del BIM para esta fase de construcción, y menos todavía para la fase de operación y mantenimiento. Aquí el problema más común suele ser la falta de precisión de la información contenida en el modelo. Este problema puede ser atribuido a dos causas principales. Por un lado, a la falta de definición en aspectos que requieren del conocimiento sobre las necesidades de los sistemas constructivos para su puesta en obra, así como información específica facilitada por los fabricantes. Por el otro, a la falta de experiencia en la planificación y en los procesos de construcción del edificio, ambas decididas muchas veces por los constructores y que pueden suponer cambios en el proyecto. Esto lleva a una ineficiencia en la obtención de los beneficios del BIM para la fase constructiva, e incluso la de mantenimiento.

Otro factor particular de la construcción nacional es la oportunidad que tienen las empresas constructoras de aprovechar los errores y omisiones del proyecto, para presentar ofertas complementarias — comúnmente llamadas “Precios Contradictorios”—, que pueden suponer a la empresa constructora un incremento económico de su contrato. En gran parte, esto es una consecuencia, y algunos lo justifican, por el hecho de tener que compensar el bajo coste al que dichas constructoras se ven obligadas a ofertar para la adjudicación de los contratos de obra. En otras ocasiones, los problemas vienen dados por las retenciones de los despachos de arquitectura en encontrar una forma adecuada de compartir el BIM con las constructoras. Desde una visión empresarial, la pro-

ducción del BIM implica invertir en costes y conocimientos para su elaboración. Esta percepción lleva muchas veces a estas empresas a actuar en el sentido contrario a las ventajas que supuestamente deberían obtenerse de hacer un uso colaborativo del BIM, facilitando solo información sesgada del modelo, por ejemplo, a través de documentos en formato PDF.

Esta situación puede ayudar a explicar por qué la penetración de la implantación del BIM en nuestro país es menor que en otros. Según el informe “The Business Value of BIM for Owners” (2014), editado por McGraw-Hill, el 65% de los promotores del sector público y el 70% del sector privado en el Reino Unido, aseguran que van a requerir el BIM para el desarrollo de sus nuevos proyectos. Aunque no existen datos confiables para el caso de la industria en España, se estima que éste porcentaje es muy bajo y viene condicionado además por la posible participación de las empresas en proyectos internacionales. Por otro lado, en el mismo informe se indica que en Estados Unidos las constructoras hacen un mayor uso del BIM que los despachos de arquitectura.

3 FASES DONDE EL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN ES MÁS CRÍTICO

Considerando que el sector de la construcción está formado por una industria fragmentada, con distintos grados de madurez en el uso de BIM, y donde una parte importante todavía tiene un desconocimiento sobre las ventajas que supone trabajar con un modelo virtual del edificio, muchos siguen utilizando programas de CAD en 2D y herramientas que no han sido diseñadas para este fin.

Actualmente, los despachos de arquitectura e ingeniería que están implantando el BIM para el desarrollo de sus proyectos, suelen utilizar programas de grandes proveedores de software internacionales (Autodesk, Nemetschek, Graphisoft, Tekla, Bentley, entre los más utilizados) para llevar a cabo el modelado en las distintas disciplinas (arquitectónico, estructural, instalaciones, etc.). No obstante, para llevar a cabo el cálculo en cada una de estas disciplinas, estos despachos utilizan programas específicos mucho más adaptados a las normativas estatales (CTE, EHE, RITE, REBT, etc.). En la mayor parte de los casos, estos programas han sido desarrollados por empresas de ámbito nacional, con una larga trayectoria y experiencia adquirida en su especialidad a lo largo de los años. Los grandes programas de modelado, en cambio, proporcionan actualmente funcionalidades muy limitadas para el cálculo (ej.: dimensionado de los elementos). Esto obliga a establecer un flujo de intercambio entre ambos tipos de programas. Para garantizar que el intercambio entre

ambas herramientas se produce sin problemas, la elección de la herramienta es un factor a tener en cuenta, el cual debe fijarse antes de empezar el proyecto.

Actualmente, en las fases de proyecto ejecutivo y construcción es donde existe una mayor complejidad a la hora de establecer cómo debe llevarse a cabo este intercambio. Por un lado, esto es consecuencia del gran volumen de información sobre el modelo del edificio que debe gestionarse. Por el otro, a la variedad de agentes participantes procedentes de diferentes disciplinas.

3.1 Intercambio en las fases de entrega del proyecto ejecutivo y construcción

Para una mayor comprensión del contexto en el que se desarrolla el intercambio de información en las fases de entrega del proyecto ejecutivo y construcción, a continuación se describen los principales escenarios que han sido identificados. Estos escenarios son analizados y discutidos considerando el rol del agente responsable de dicho intercambio:

1. Fase de proyecto de ejecución. En este escenario los despachos de arquitectura son los responsables de la gestión de la información. Estos piden, principalmente, ingenieros de estructuras y de instalaciones (instalaciones de ventilación, calefacción, protección contra incendios, telecomunicaciones, salubridad, fontanería y domótica, etc.), su contribución en el desarrollo del modelo, donde la información suele ser intercambiada básicamente a través del formato IFC, o del formato nativo del programa que ellos utilicen, previamente acordado en el documento contractual. No obstante, las condiciones para el intercambio son diferentes en cada caso. Por ejemplo, cuando se requiere el cálculo de estructuras, el IFC suele ser más utilizado como formato de intercambio que en el caso de las instalaciones. Por ejemplo, programas como Cypcad o Tricalc disponen de ciertos mecanismos para la importación y exportación a través de este formato. Sin embargo, el uso de este formato no es tan común en el intercambio entre programas de modelado y cálculo de instalaciones, con una mayor complejidad y volumen de información del modelado a intercambiar (volumetría, flujos, caudales, etc.). En cuanto al intercambio con programas de cálculo energético, el estándar “.gbxml” suele ser el más utilizado, sin embargo.

2. Fase constructiva. En esta fase el constructor es el responsable de gestionar la información y las posibles modificaciones en el modelo. Una vez adjudicada la obra a un contratista, hay varios motivos que pueden condicionar cambios en el modelo (deficiencias en los estudios geotécnicos, errores debido a una falta de información por parte del proyectista, descoordinación entre sistemas constructivos incluidos en el proyecto, soluciones aportadas por el constructor debido a su experiencia o acuerdos con industriales específicos, etc.), los cuales obligan a sustituir o incluir nuevos elementos en el modelo del proyecto para desarrollar el modelo constructivo.

Una vez verificado el modelo, el responsable de su coordinación transmite la información necesaria, dependiendo del caso, a los colaboradores o industriales subcontratados (ej.: instalador de conductos de ventilación). Se pueden distinguir tres escenarios básicos para estos casos:

- a) Planos en CAD y listado de mediciones: esta es la solución más utilizada actualmente. La desventaja que presenta es que no aprovecha la información modelada en el BIM. A través de una visualización del modelo tridimensional resulta mucho más rápido y sencillo comprender e interpretar lo que hay que construir y de qué manera, disminuyendo la probabilidad de errores.
- b) Modelo en un formato nativo (ej.: Revit): esta solución puede ser requerida en proyectos en donde se exige que todos los participantes trabajen con modelos nativos, normalmente, debido a la complejidad que implica intercambiar el modelo. Actualmente, disponer de un modelo nativo es también un requerimiento que los promotores suelen exigir, así como los futuros responsables del mantenimiento de los edificios. El motivo viene justificado por la necesidad de disponer de una bidireccionalidad eficiente entre el software de mantenimiento (FM:Interact, Archibus, AssetWORKS, IBM Tririga, etc.) y el modelo BIM utilizado para el diseño y la construcción, especialmente cuando se trata de grandes edificios e instalaciones, donde los cambios deben ser actualizados sin problemas. Sin embargo, recientemente han empezado a aparecer en el mercado algunas aplicaciones para el mantenimiento basadas en IFC (Vizelia, Ryhti, Rambyg, ActiveFacility, FIS, entre otros).
- c) Modelo en formato IFC: esta solución presenta una serie de ventajas: 1. Responde a los

criterios de interoperabilidad abierta, 2. Preserva la información relacionada con la propiedad intelectual del modelo nativo, 3. Para el constructor le supone una mayor facilidad para integrar y combinar el modelo devuelto con otros modelos, independientemente del programa (ej.: Solibri, Navisworks, etc.).

La conclusión es que cada uno de los escenarios descritos anteriormente tiene su propia casuística. No obstante, es difícil establecer cuáles deben ser los métodos de intercambio de información más apropiados en cada caso. La forma de trabajar con el BIM en cada proyecto suele ser muy específica, determinada por los usuarios, el software y los procesos que intervienen en el mismo. Estas condiciones suelen definir una forma óptima de llevar a cabo este intercambio en cada uno de los escenarios.

4 PROBLEMÁTICA EXISTENTE EN LA INTERPRETACIÓN DE LOS ELEMENTOS

Un escenario de interoperabilidad abierta a través del estándar IFC —tercer caso introducido en el apartado anterior—, presenta una serie de ventajas, pero también ciertos inconvenientes que todavía no han sido resueltos. Uno de los principales problemas radica actualmente en la capacidad de los programas de modelado para interpretar correctamente la información de los elementos importados desde ficheros IFC. En este apartado se introduce esta problemática a través de algunos ejemplos concretos.

4.1 Contexto para el intercambio

Considerando el intercambio a través de IFC, un escenario típico podría ser aquel en el que un arquitecto requiere de un colaborador que trabaja con un software específico (ej.: programa de cálculo de estructuras), el cual permite exportar la información mediante este formato. En este flujo de trabajo, el arquitecto suele facilitar un modelo arquitectónico. En el caso de que el colaborador sea un estructurista, la información del modelo suele incluir, principalmente, pilares y forjados. El estructurista, entonces, realiza sus cálculos con los cambios necesarios en el modelo —siguiendo criterios acordados previamente—, para luego enviarlo de vuelta al arquitecto, quién debe validarlo de acuerdo con su responsabilidad. Para asegurarse de que el modelo encaja con los criterios arquitectónicos establecidos en el proyecto, el arquitecto puede utilizar diferentes programas de visualización y comprobación (ej.: Tekla BIMsight, Solibri, Navisworks, etc.). Este proceso sería muy parecido para el caso del diseño de las instalaciones, salvo algunas peculiaridades concretas. Por ejem-

plo, en cuanto a las decisiones en la ubicación de los terminales para la conexión de los sanitarios, y otros componentes de las instalaciones, en donde el arquitecto es el encargado de decidir su ubicación final.

4.2 *La interpretación de los elementos en el modelo*

Para la importación de un modelo IFC dentro de un programa de modelado, el primer paso es definir las equivalencias entre las categorías del IFC y las del propio programa. Cada programa de modelado suele disponer de tablas donde se configuran estas equivalencias. En la mayoría de los casos, estas equivalencias vienen definidas por defecto, por lo que algunas veces deben ajustarse según las necesidades. El problema viene cuando habiendo hecho este paso correctamente, las categorías de cada elemento (ej.: pilares, tubos, etc.) son interpretadas correctamente en la importación, pero solo los elementos que son de tipo pilar, forjado y pared de hormigón, son autogenerados como elementos nativos. A pesar de que utilizando el traductor apropiado en el programa de origen (ej.: seleccionando en Archicad la exportación de IFC para Revit), se puede llegar a mejorar la interpretación de parámetros, aún existe un desconocimiento sobre las razones por las cuales hay elementos pertenecientes a la disciplina del programa de modelado que no son generados como nativos. En programas como Revit, la falta de reconocimiento de estos elementos como nativos impide trabajar de forma eficiente con el modelo, ya que es difícil llevar a cabo operaciones globales sobre todos los elementos de un mismo tipo, cuando éste no está reconocido por el programa.

4.3 *La utilización de los datos importados en formato IFC*

En la fase de proyecto ejecutivo, el arquitecto utiliza la información que ha recibido en formato IFC, integrándola en su proyecto con un claro objetivo que es el de incluir en el proyecto toda la información necesaria y transmitirla al constructor. Sin embargo muchas veces este objetivo se centra más en la generación de documentación oficial que se requiere para la tramitación del proyecto, actualmente desarrollada en 2D. En la fase de construcción, en cambio, la documentación es generada con el objetivo de que la puesta en obra sea más eficiente, con frecuencia a través de una producción industrializada de los componentes constructivos, más rápida y sin interferencias externas. En este caso es importante, por ejemplo, poder personalizar la información visual (ej.: etiquetas, datos de fabricación, datos de puesta en obra, planificación de ensayos, agregar enlaces de certificados de los materiales, etc.). Sin embargo, la falta de interpretación de un elemento como nativo

—reconocido por la propia plataforma de modelado—, supone un hándicap para este tipo de operaciones de personalización.

En conclusión, operaciones habituales y necesarias a la hora de obtener la información de cada elemento, siguiendo los procedimientos, técnicas y herramientas estándares del software, no funcionan. Esto lleva a tener que variar la estrategia habitual en el uso del software en operaciones como: la agrupación de parámetros para la generación de listados, o en el etiquetado de los elementos para mejorar la identificación visual e interpretación en las diferentes vistas, para luego sirven para generar los planos.

5 CASO DE ESTUDIO: TRASLACIÓN DE PARÁMETROS A TRAVÉS DE DYNAMO

Las deficiencias que existen actualmente en el proceso de importación de la información procedente de un modelo definido en formato IFC —para el contexto de intercambio introducido en el apartado anterior—, llevan a la necesidad de reorganizar la información dentro del programa, lo cual puede implicar tener que invertir una gran cantidad de horas. Sin embargo, en muchos casos, las operaciones suelen ser de naturaleza repetitiva. Bajo esta perspectiva, y con la intención de que los usuarios de los programas de modelado pueden automatizar este tipo de operaciones, sin tener que ser expertos en programación, en los últimos años han aparecido en el mercado diferentes programas y complementos desarrollados para este propósito.

En el caso de la plataforma Revit, en el cual se centra el caso de estudio que se presenta a continuación, una de las necesidades es poder transportar parámetros entre los distintos subniveles de información de cada elemento. En Revit, los elementos se organizan por familias, donde cada una tiene definido al menos un tipo. De esta forma, para cada tipo existe un conjunto de propiedades cuyo valor es el mismo para todos los objetos del modelo, los cuales son llamados “ejemplares” (instancias de tipo). Considerando esta organización, en el caso que se presenta hay ciertos parámetros que deben ser transportados a través de estos subniveles con el fin de etiquetar los elementos del modelo.

5.1 *El etiquetado de elementos*

Existen varias formas de etiquetado en Revit. A la hora de etiquetar elementos podemos hacerlo mediante:

1. Etiqueta de categoría (etiquetas específicas para cada categoría).
2. Etiqueta multicategoría (para etiquetar parámetros comunes a todas las categorías).

En ambos casos existe la opción, además, de añadir nuevos parámetros a las etiquetas definidos como parámetros compartidos.

El problema surge al intentar etiquetar por categoría ciertos elementos que han sido importados desde un fichero en formato IFC. Esto se debe a que Revit no es capaz de interpretar estos elementos como nativos, y por lo tanto, no se puede cargar un tipo de etiqueta de categoría para los mismos. Por otro lado, al intentar etiquetarlos mediante la herramienta de *etiqueta multicategoría*, sucede que los valores que deberían aparecer en los respectivos parámetros de ejemplar o de tipo, aparecen en nuevos parámetros de ejemplar creados por Revit durante el proceso de importación del IFC. En el caso del ejemplo que presentamos, estos son:

1. IfcDescription
2. NameOverride
3. ObjectTypeOverride

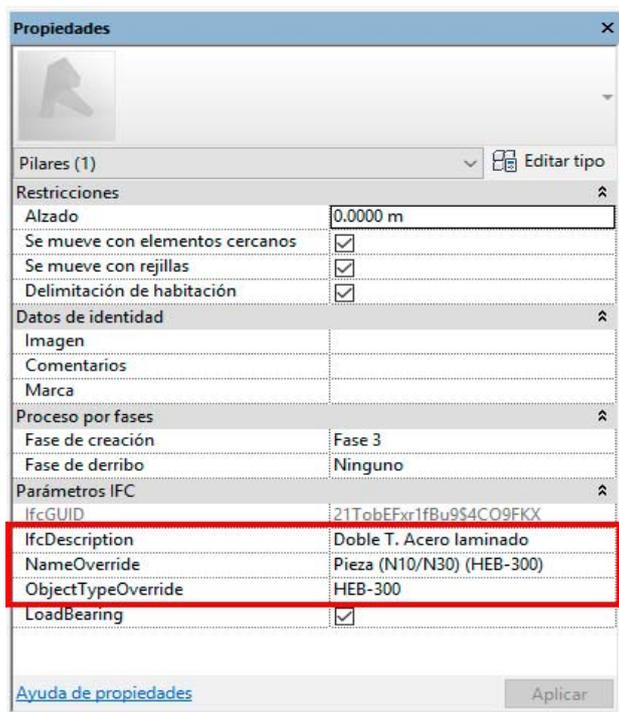


Figura 1. Parámetros en conflicto después de la importación.

La información de los parámetros de ejemplar, indicados en la Figura 1, son en realidad, en el caso de *IfcDescription* y *ObjectTypeOverride*, información propia que suelen contener los parámetros de tipo Descripción y Marca de Tipo respectivamente. Estos parámetros han sido reconocidos en el proceso de importación del IFC como nuevos parámetros de

proyecto, lo que facilita que puedan ser utilizados en tablas de planificación. Sin embargo, Revit no permite utilizar parámetros de proyecto en etiquetas de elementos de modelo.

La solución a este problema pasa por introducir manualmente la información en los parámetros de 'tipo' antes mencionados, para su correcto etiquetado. Sin embargo, aquí aparece otro problema: Revit no reconoce todos los elementos que originariamente son del mismo tipo una vez importados desde un modelo en IFC. En su lugar, crea un tipo diferente por cada uno de los ejemplares, lo cual genera una dificultad obvia en su parametrización. En consecuencia, la asignación de información de 'tipo' para cada uno de los elementos debe hacerse uno por uno, lo cual supone una pérdida de tiempo, así como también un aumento en el riesgo de que se produzca un fallo humano en la introducción de los datos.

5.2 *Uso de Script como solución – Traslación de parámetros*

La solución a este tipo de situaciones consiste en realizar un trasvase de información entre parámetros. Para el caso de las etiquetas —introducido anteriormente—, la información debe ser transferida de un parámetro, el cual Revit no permite etiquetar, a otro, el cual si permite esta posibilidad. Esta transferencia requiere de un proceso manual y tedioso, seleccionando uno por uno los elementos, y copiando la información de los necesarios, dado que cada elemento pertenece a un tipo distinto. Para evitar este proceso manual, una solución es hacer uso de las capacidades del programa Dynamo, el cual permite automatizarlo.

5.3 *¿Qué es Dynamo?*

Dynamo es un entorno de programación visual para BIM que amplía las capacidades paramétricas de Revit con el entorno de datos y la lógica de un editor gráfico de algoritmos. Es un proyecto de código abierto para desarrolladores y diseñadores con el objetivo de involucrar a toda la comunidad de usuarios en la construcción de la herramienta.

La potencia de Dynamo radica, principalmente, en dar capacidad al usuario para:

1. Conectar los flujos de trabajo con diferente software.
2. Acceder a la API de Revit.
3. Automatizar procesos.

5.4 Script de Dynamo en Revit

El objetivo del script que ha sido diseñado es claro: transferir la información de elementos a etiquetar de un parámetro no etiquetable a un parámetro etiquetable. Esta información se define de la siguiente manera:

1. Categoría de elementos a importar: *Pilares*.
2. Parámetro (no etiquetable) contenedor de información a etiquetar: *Object Type Override*
3. Parámetro (etiquetable) receptor de información: *Marca*

El script de Dynamo se basa en tres acciones fundamentales:

1. Selección de aquellos elementos a manipular, proporcionados a través de una lista. Para el

caso que se ilustra en el ejemplo los elementos a seleccionar son columnas que presentan el mismo problema una vez importados. A través del acceso a la API de Revit, Dynamo permite obtener una selección de todos los elementos de la categoría Pilares.

2. Seleccionar de la anterior lista de elementos de Pilares, la información contenida en el parámetro "ObjectTypeOverride", obteniendo así una nueva lista con el mismo orden que la anterior, con los datos respectivos.
3. Traspaso de información en cada uno de los elementos, indicando el parámetro donde volcarla. En este caso, la información es asignada en el parámetro de ejemplar "Marca".

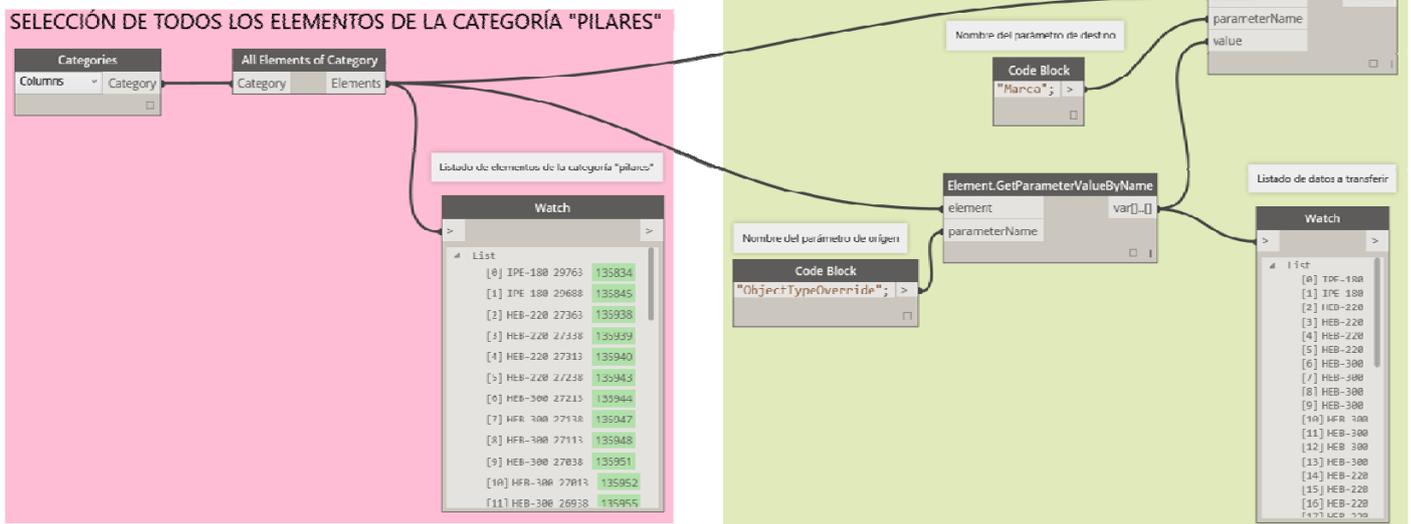


Figura 2. Definición del script de Dynamo para la transferencia de información entre parámetros.

Como se puede observar en la Figura 2, el script utilizado en Dynamo resulta de fácil comprensión para usuarios que no disponen de conocimiento de programación. Este script permite transferir el contenido entre diferentes parámetros de un mismo elemento, de forma repetitiva. La figura 3 muestra el resultado una vez ejecutado el script, comparando los datos obtenidos para el mismo elemento indicado en la Figura 1:

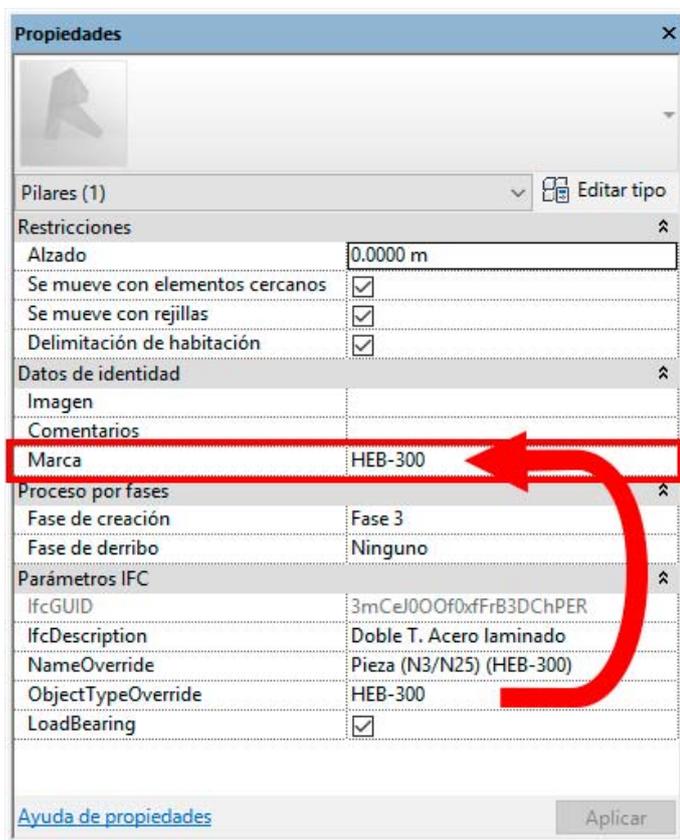


Figura 3. Parámetro transferido tras la ejecución del script en Dynamo.

Es posible que este ejemplo pueda ser resuelto a través de una especificación más adecuada de la información definida inicialmente en el fichero IFC, que luego es importado dentro del programa Revit. Sin embargo, el objetivo del caso de estudio es mostrar al lector como este tipo de problemas pueden ser corregidos a través de automatismos creados con Dynamo.

6 CONCLUSIONES

Este artículo analiza brevemente los principales problemas y deficiencias en el intercambio de información en proyectos basados en BIM, a través de un análisis del estado actual de los estándares y guías existentes, y cómo estos se están aplicando para la mejora de la colaboración en los proyectos constructivos. Fruto de este análisis, una primera conclusión es que muchas de las tecnologías y estándares para el trabajo colaborativo aún se encuentran en una fase embrionaria, especialmente en nuestro país. Aun así, existen una serie de problemas genéricos que presentan las grandes plataformas de software de modelado a la hora de interoperar a través de estándares abiertos. Este artículo ha mostrado un ejemplo en el que algunas deficiencias en la importación de modelos en IFC pueden ser corregidas a través de herramientas alternativas, en este caso Dynamo, para

permitir dotar a los programas de modelado, en este caso Revit, de un mayor grado de flexibilidad en la gestión de los datos internos de la aplicación. Este tipo de herramientas de soporte hacen más viable el uso del formato IFC para un intercambio de información más allá de la simple coordinación y comprobación del modelo.

Parte de las conclusiones expuestas en este artículo son fruto de la experiencia profesional de los autores y la revisión del material publicado referente a la temática del BIM. Las principales cuestiones que han sido descritas y discutidas en el mismo, tienen por objetivo fomentar el debate entre los profesionales del sector de la construcción acerca de cómo lograr hacer un uso más eficiente del BIM, en este caso, considerando la propia idiosincrasia de la industria en el ámbito nacional.

7 AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría dar las gracias a Luis Manuel Sagredo Santamaría (Arquitecto técnico) y José Gómez Jiménez (Arquitecto), por su colaboración en la edición de este artículo. Asimismo, agradecemos a la empresa CYPE Ingenieros S.A. haber facilitado la licencia del programa CYPECAD, con el que ha sido desarrollado una parte del ejemplo presentado en este artículo.

8 BIBLIOGRAFÍA

American Institute of Architects, 2013, AIA Contract Document G202-2013, Building Information Modeling Protocol Form, <http://www.aia.org/digitaldocs>

American Institute of Architects, 2013, AIA Contract Document E203-2013, <http://www.aia.org/digitaldocs>

BIMforum, 2015, Level of development specification, April 2015 Draft for Public Comment, <http://bimforum.org/wp-content/uploads/2015/04/Files.zip>

BuildingSMART International, <http://www.buildingsmart.org> Computer Integrated Construction Research Group. 2009. BIM project execution planning guide. The Pennsylvania State University.

Dynamo. <http://dynamobim.com/> Industry Foundation Classes (IFC), <http://www.buildingsmart.com/bim>

Ley, L. O. E. (1999). 38/1999, de 5 de noviembre, de ordenación de la edificación. Publicado en el BOE, (266).

McGraw Hill Construction, 2014, The Business Value of BIM for Owners, Smartmarket Report, Bedford.

Ministerio de la Vivienda, 2006, Código Técnico de la Edificación (CTE): Real Decreto 314/2006, <http://www.codigotecnico.org/>

Open Green Building XML Schema (GBXML), <http://www.gbxml.org/>

Real decreto 2512/1977, de 17 de junio, por el que se aprueban las tarifas de honorarios de los arquitectos en trabajos de su profesión.

The logo for Ibim Building Twice, featuring the lowercase letters 'ibim' in a bold, sans-serif font. The letters are rendered with a 3D effect, appearing as if they are made of a dark, reflective material with a slight shadow underneath.

BUILDING TWICE

FORMACIÓN IMPLEMENTACIÓN CONSULTORÍA

info@ibim.es www.ibim.es

PROFESIONALES DEL BIM APLICADO

Ibim Building Twice, SL es una empresa de servicios de consultoría relacionada con el uso y la implementación de la tecnología BIM. 8 años de experiencia integral en este campo: arquitectura, estructuras, instalaciones, mediciones, gestión, auditoría e integración de bases de datos con modelos BIM.

Open BIM: Los archivos IFC en la gestión de la obra de la Ciudad de la Justicia de Córdoba (España)

Miguelángel Gea Andrés

Arquitecto, socio fundador de Miguelángel Gea & Arquitectos S.L.P.; cofundador y Director General de Total BIM Consulting S.L, Sevilla, España.

1 INTRODUCCIÓN

La realización del modelo BIM del PED (Proyecto de Ejecución Definitivo), previo al inicio de la obra, de la Ciudad de la Justicia de Córdoba, ha sido ya explicado en otro artículo anterior, publicado en el nº 15/01 de esta revista, y por lo tanto se da por conocido o remitido al mismo. En él se explicaban las características del proyecto y los distintos agentes intervinientes, que se omiten ahora para evitar reiteración.

Se trata ahora, pues, de explicar, en la fase de ejecución de la obra, el procedimiento de gestión que se sigue, utilizando el modelo BIM del PED, con las modificaciones que se le van introduciendo al solucionar los conflictos detectados.

Conviene antes, mostrar algunos conceptos básicos y datos sobre la tecnología y evolución del BIM, transcribiéndolos de otros documentos divulgativos (buildingSMART), para que, los contenidos de este artículo, puedan ser también comprendidos, fácilmente, por profesionales no iniciados, todavía, en esta nueva tecnología.

BIM (Building Information Modeling) es, como dice The National Building Information Model Standard Project Committee, “una representación digital de las características físicas y funcionales de una edificación”.

Un modelo de información del edificio (BIM) es una fuente de conocimiento compartido, que, conteniendo toda la información de la edificación, constituye una base fiable para la toma de decisiones du-

rante su vida útil, es decir, desde el inicio de su concepción hasta su demolición.

Se define Open BIM como un método universal para el trabajo colaborativo de diseño, construcción y explotación de una edificación, basado en estándares abiertos para la organización del trabajo, que hace posible la colaboración, interdisciplinar y deslocalizada, de diferentes equipos profesionales, utilizando distintas aplicaciones informáticas

Open BIM es una iniciativa de buildingSMART, organización internacional no gubernamental, sin ánimo de lucro, autoridad que conduce, a nivel mundial, la transformación del sector de la construcción a través de la creación y adopción de estándares internacionales abiertos de datos, conjuntamente con los principales líderes mundiales, fabricantes de software, que adoptan estos estándares de buildingSMART, denominados IFC.

El formato IFC (Industry Foundation Class), como se ha dicho, es un formato de datos de especificación abierta. Fue desarrollado por el IAI (International Alliance for Interoperability), predecesora de la actual buildingSMART, con el propósito de convertirse en un estándar que facilite la interoperatividad entre programas informáticos del sector de la construcción.

Industry Foundation Class (IFC) BuildingSMART es todo un sistema para el intercambio de la información entre los miembros de los equipos que intervienen en un proyecto, a través de las aplicaciones software que comúnmente utilizan para el diseño, construcción, mantenimiento y explotación del edificio. La interoperatividad de los datos es la llave que permite alcanzar la meta en un proceso BIM.

BuildingSMART ha desarrollado, pues, un esquema común de datos (IFC) que hace posible tomar e intercambiar los datos relevantes entre diferentes aplicaciones de software

Las clases y objetos IFC constituyen un modelo de información, tanto geométrico como alfanumérico, formado por un conjunto de más de 600 clases, en continua ampliación. Todos los programas de software que soportan IFC pueden leer y escribir información e intercambiarla con otros programas. De este modo comunicamos “objetos” con funcionalidad y propiedades.

Obviamente, hoy en día, la funcionalidad no es total entre las diferentes aplicaciones de software, pues cada programa suele tener su parcela propia: se puede leer información de un muro, pero no sus propiedades acústicas (por ejemplo). Sin embargo, el sólo hecho de poder traspasar, de un programa a otro, un muro y sus relaciones geométricas ahorra muchísimo tiempo y es una herramienta eficaz para el desarrollo del proyecto, la construcción, la documentación as-built o la gestión del mantenimiento. No obstante, la tendencia actual, de las diferentes aplicaciones importantes del mercado, es obtener el correspondiente certificado de BuildingSMART, que les acredite la correcta exportación e importación de datos, a través de IFC, para poder así dialogar con las demás aplicaciones, que se utilizan en la tecnología BIM, a lo largo del proceso de vida útil de una edificación.

Existen actualmente en el mercado una amplia gama de aplicaciones para el modelado BIM que, prescindiendo de las distintas estrategias comerciales de implantación, se diferencian en las capacidades y limitaciones internas propias de cada una, según la estructura utilizada de multiarchivos o monoarchivo, que las hacen más o menos capaces, y en el tratamiento de los elementos, proporcionándoles una mayor o menor operatividad y fiabilidad en la obtención de datos.

Las principales aplicaciones del mercado, para el modelado BIM, ordenadas alfabéticamente, son:

- Allplan Architecture del Grupo Nemetschek
- ArchiCAD de Graphisoft (Grupo Nemetschek)
- Bentley Architecture de Bentley
- Digital Project de Gehry Technologies
- Revit Architecture de Autodesk
- Vectorworks Architect de Nemetschek North America

Existe la falsa creencia, entre los profesionales del sector que utilizan aplicaciones de CAD, que, para introducirse en la metodología BIM, les facilitará mucho el trabajo utilizar la aplicación BIM correspondiente a la misma firma comercial de la aplicación CAD con la que trabajan actualmente. Ello es debido, independientemente de las estrategias comerciales de las firmas, a que los profesionales piensen, por falta de conocimiento, que existe un transvase de información directo entre las aplicaciones de CAD y BIM. Esto no es cierto, ya que, en el BIM, sea cual sea la aplicación utilizada, se parte siempre de cero. Por lo tanto, los criterios, para la selección de la herramienta adecuada, deben ser más complejos, buscando la mayor o menor capacidad operativa y la correcta inter operatividad de la aplicación que se vaya a utilizar.

Hay que tener presente que, al realizar el modelo BIM con una de estas aplicaciones base indicadas, con las que normalmente se modelan la estructura y arquitectura del proyecto, hay que también utilizar otras aplicaciones distintas para el cálculo de la estructura (Scia Engineer, CYPECAD, Tricalc, etc.) y el cálculo y modelado de las instalaciones (DDS-CAD, AX3000, CYPECAD-MEP, etc.) que toman los datos de partida del modelo geométrico inicial, recibido en IFC (si no, ha de ser mediante plug-in), cuyos resultados de cálculo y trazados se devuelven al modelo inicial base, también vía IFC; o bien se funden los diferentes modelos IFC, estructura, arquitectura e instalaciones (MEP), en un único modelo, llamado fundido o federado, con aplicaciones específicas para tal fin (Solibri Model Checker, Tekla BIMsight, etc.).

Además, hay que utilizar otras aplicaciones para las mediciones y presupuestos (Presto, Arquímedes, etc.) y la gestión y programación de las obras (Aconex, BIM+, Project Center, Google Drive, etc. y Synchro, Microsoft Project, ORACLE Primavera, etc.) o para la posterior gestión y explotación del edificio (Allfa, ARCHIBUS, etc.), que también obtienen los datos necesarios de los modelos nativos BIM.

Es, pues, imprescindible y necesaria una correcta inter comunicación bidireccional entre el conjunto de las aplicaciones que en cada caso se utilicen. Si no existiese el formato estándar IFC, u otros similares, la comunicación bidireccional entre todas estas aplicaciones no sería posible.

Entre los múltiples beneficios del IFC puede destacarse dos: el posibilitar la comunicación entre los diferentes agentes, que intervienen en el proceso constructivo, lo que permite dar soporte a la interac-

ción entre ellos, mediante un formato estándar; y el permitir validar el modelado de los BIM nativos.

De esta forma, los datos relativos al modelo constructivo son definidos solamente una vez por cada agente responsable, y son compartidos por los demás agentes intervinientes. Todo ello consigue un aumento de la calidad, una reducción de los costes, así como una consistencia en la información tanto en la fase de proyecto como en la de construcción y en la posterior de explotación de la edificación.

Los modelos nativos BIM, realizados con las aplicaciones base, tanto de modelado como de cálculo, son especialmente sensibles y pueden ser alterados fácilmente, por lo tanto necesitan estar protegidos para evitar la modificación de sus datos. Habitualmente se protegen mediante permisos de acceso, a los diferentes tipos de archivos, otorgados a cada uno de los profesionales que trabajan conjuntamente en red, en un mismo servidor; por ejemplo: los que modelan o calculan estructuras no tienen acceso a archivos de instalaciones, etc. Además, los modelos nativos contienen el patrimonio de conocimiento de la firma que los elabora y por lo tanto, su entrega, supondría el desarbolado del conocimiento propio de cada empresa, cuya propiedad intelectual debe ser protegida sin menoscabo de los derechos del cliente.

En consecuencia, hoy en día, los modelos en formato estándar IFC son los adecuados para la gestión operativa interdisciplinar y deslocalizada de los modelos nativos BIM, ya que contienen toda la información alfa numérica, con todos los datos, parámetros y atributos, de todos los elementos, que pueden ser leídos y medidos por cualquiera, sin poder ser alterados; además, permiten el intercambio interdisciplinar de la información, al poder ser incorporados a cualquier aplicación certificada para importar formatos IFC.

Por lo tanto los modelos en formato estándar IFC hacen posible el Open BIM lo que ayuda a la transparencia, abriendo el flujo de trabajo, permitiendo a los miembros de un equipo profesional participar en cualquier proyecto, independientemente de la herramienta de software que ellos usen.

El Open BIM crea un lenguaje común para los procedimientos de licitación, ampliamente referenciado, que permite a la industria y gobiernos adjudicar proyectos con contratación comercial transparente, igualdad en los servicios de evaluación y seguridad en la calidad de los datos.

Mantiene inalterable los datos del proyecto, para poderlos utilizar a lo largo del activo ciclo de vida del edificio, evitando múltiples entradas de datos y los errores consecuentes.

Pequeñas y grandes plataformas de suministradores de software pueden participar y competir, con sistemas independientes, para aportar la mejor solución del mercado.

El Open BIM dinamiza el mercado de productos “online” con la precisa búsqueda de las exigencias de los usuarios y la introducción directa del dato del producto dentro del BIM.

Hechas todas estas precisiones conceptuales pasamos a explicar, en líneas generales, el procedimiento de gestión que se está llevando a cabo, durante la ejecución de la obra, en la construcción de la Ciudad de la Justicia de Córdoba, utilizando los modelos en archivos IFC, tanto unitariamente como conjuntamente fusionados o federados en archivos SMC (Solibri Model Checker), obtenidos de los modelos nativos BIM de arquitectura, estructuras y MEP que se realizaron y actualizan con Allplan y DDSCAD.

2 OBJETIVO ESTABLECIDO.

Se ha establecido, pues, un procedimiento basado en el concepto Open BIM, mediante el cual, utilizando los modelos en archivos IFC, se gestiona la ejecución de la obra, de forma eficaz y rápida, resolviendo anticipadamente los conflictos, de tal manera que todos los agentes intervinientes: Administración, UTE Adjudicataria, Dirección Facultativa, UTE Constructora, incluidas todas las subcontratas e instaladores, y Master BIM, disponen de la misma fuente de información actualizada y pueden, conjuntamente de forma precisa y operativa, dar solución anticipada a cualquier conflicto que se presenta.

3 BASES DEL PROCEDIMIENTO

El procedimiento establecido, formulado por técnicos y asesores del Servicio de Obras y Patrimonio de la Dirección General de Infraestructuras y Sistemas de la Consejería de Justicia e Interior de la Junta de Andalucía, tiene dos soportes documentales. Por un lado, la fusión (SMC) de los modelos IFC, obtenidos de los modelos BIM nativos, con la construcción virtual de la obra, de donde se obtiene la información tridimensional (3D) para la toma de decisiones y resolución de los conflictos, y la infor-

mación bidimensional (2D) de los planos, editados desde los modelos nativos BIM, para la ejecución de la obra. Por otro lado, la utilización de un modelo de plan de gestión para la resolución, validación y trazabilidad de toda la información, gestionado con Project Center.

4 SECUENCIAS DE ELABORACION

En Project Center se ha creado un árbol para la gestión y archivo de toda la documentación, tanto de

los modelos IFC (3D) como de los documentos gráficos (2D) y escritos (actas, notificaciones, valoraciones, etc.), definiendo el procedimiento para la elaboración y aprobación de la documentación válida para la obra.

En el punto 06-Recursos se incluye el organigrama establecido para la modificación y actualización del modelado BIM y los organigramas de los flujos de gestión, para todas las partes implicadas, en cada una de las fases de trabajo, que se generan en este procedimiento.

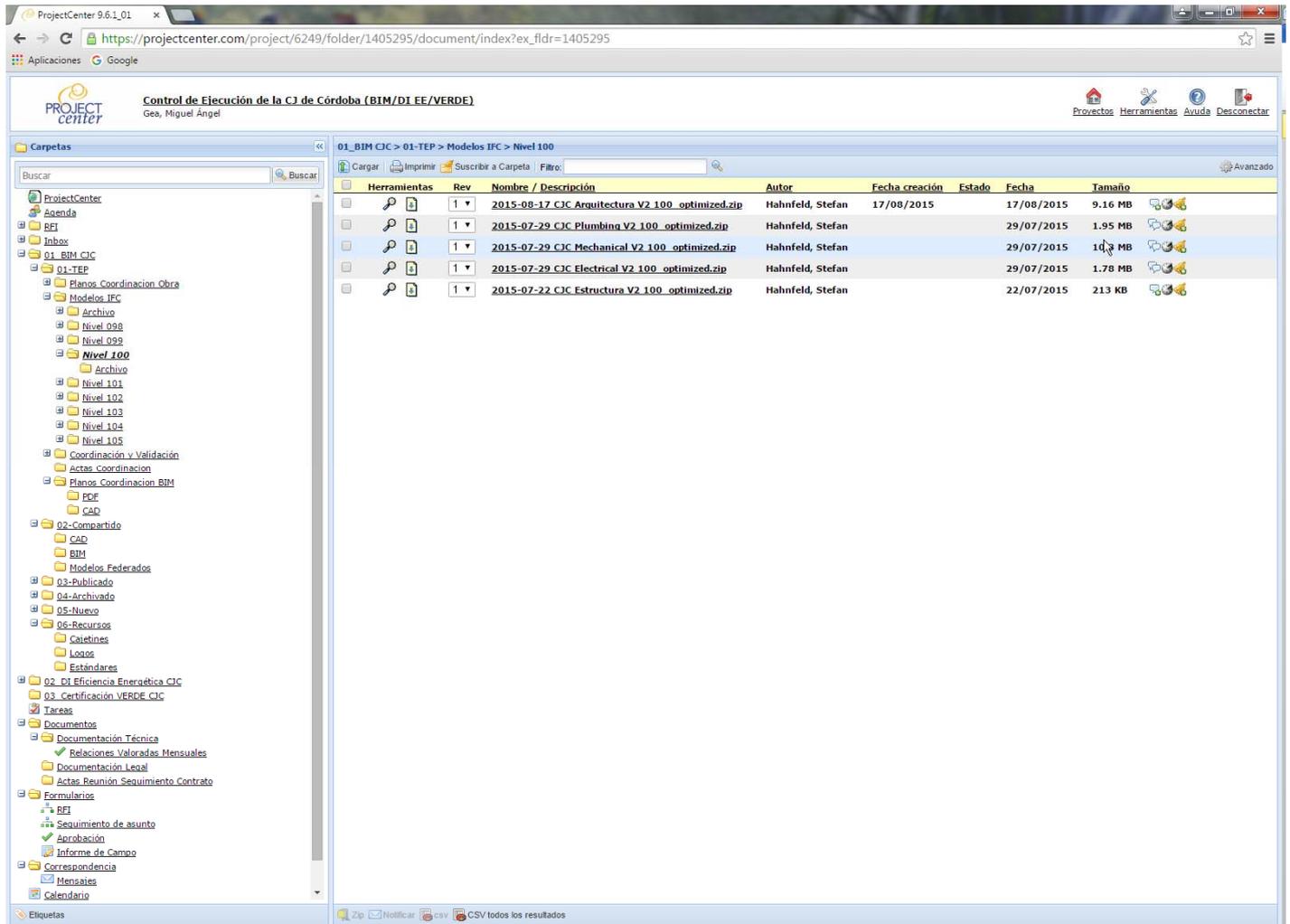


Figura 1. Árbol creado en el Project Center

5 ACTUALIZACIÓN DE LOS MODELOS

Al realizar el modelo BIM del PED (Proyecto de Ejecución Definitivo) se detectaron múltiples conflictos entre la estructura, arquitectura y MEP que han sido necesario resolver, al inicio de la obra, modificando parte del diseño de la estructura de la es-

pina central del edificio, así como los trazados de las diferentes redes MEP, que interferían con la estructura y tabiquería en las distintas plantas.

En el siguiente organigrama (Figura 2) se establece el procedimiento para la modificación del modelado BIM y para la aprobación de la documentación nueva que ello genera.

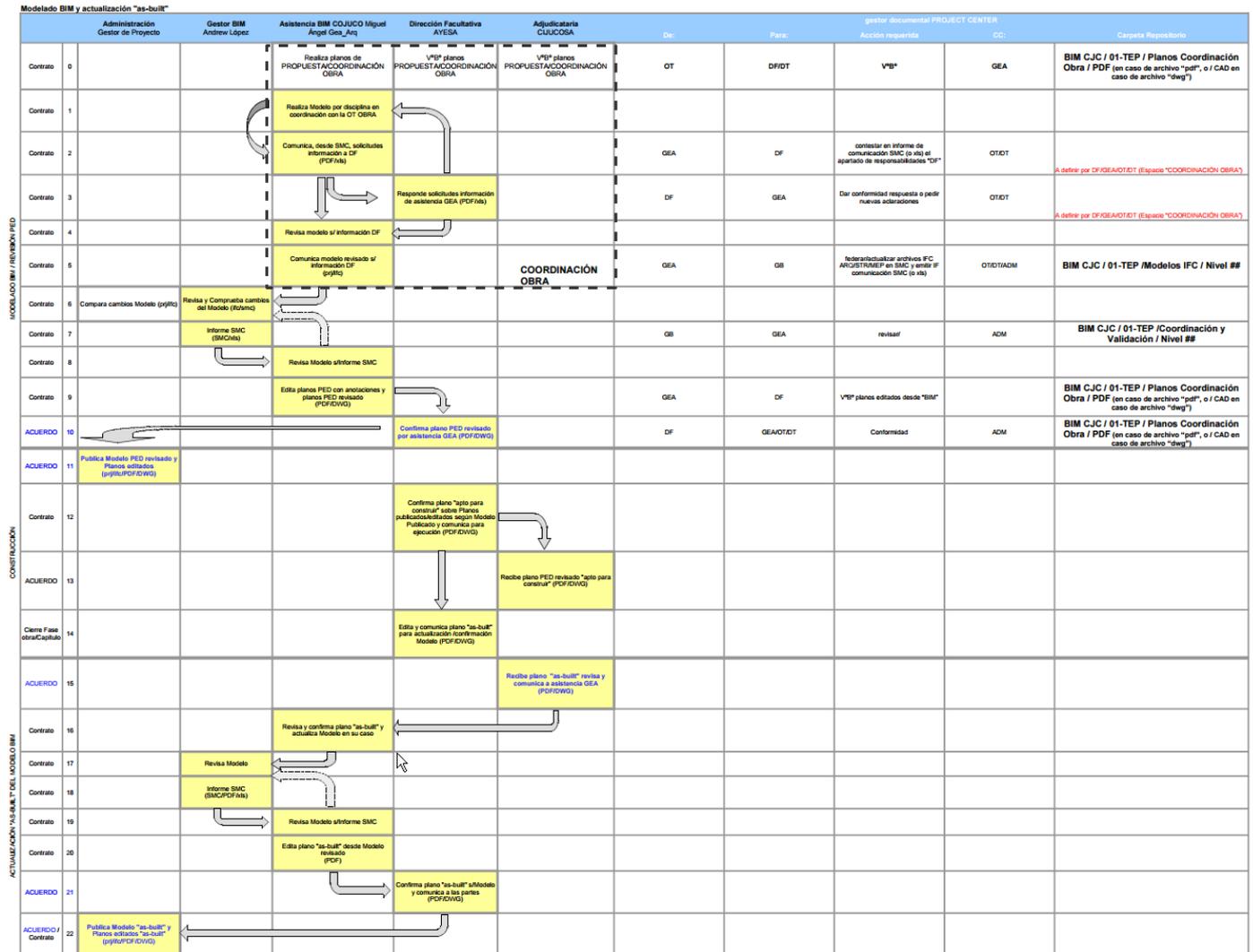


Figura 2. Organigrama para la modificación del modelo BIM y para la aprobación de la documentación nueva que ello genera.

6 FLUJOS DE GESTIÓN

En los siguientes organigramas (Figuras 3 a 5) se establecen los procedimientos para los flujos de gestión de cada una de las fases de diseño y construcción.

Flujo de gestión

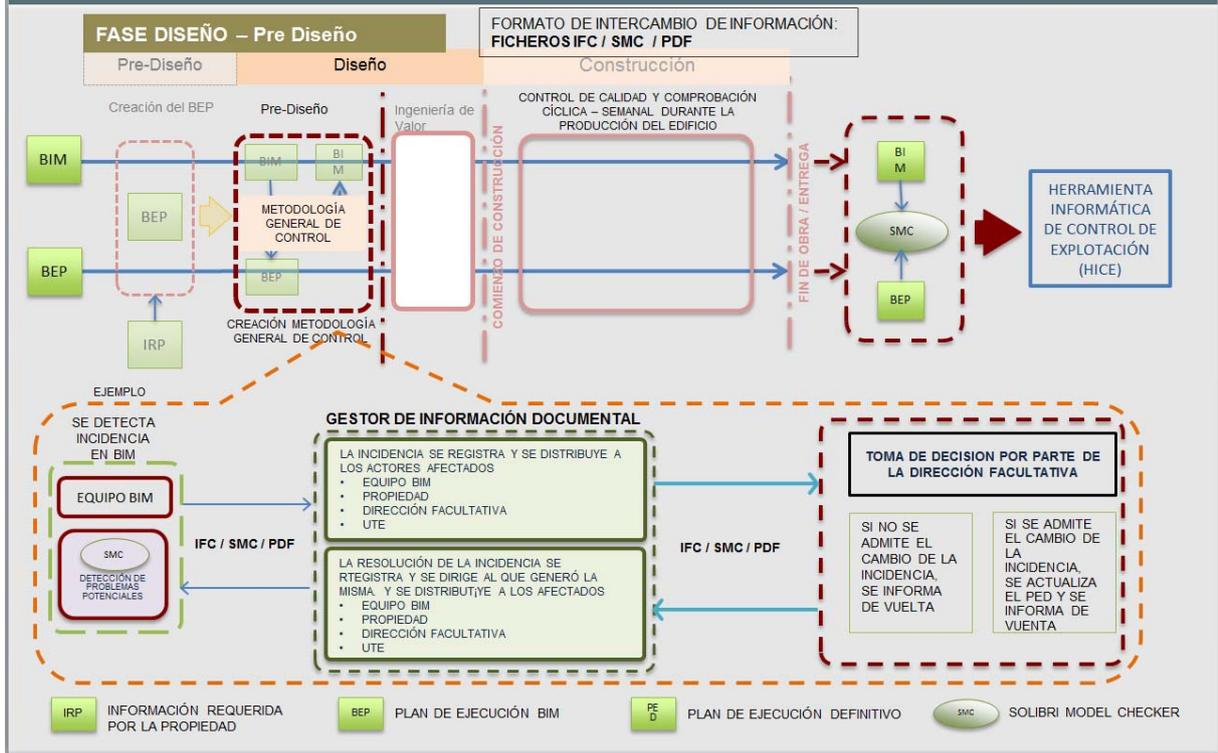


Figura 3. Flujo de gestión en el Pre-Diseño.

Flujo de gestión

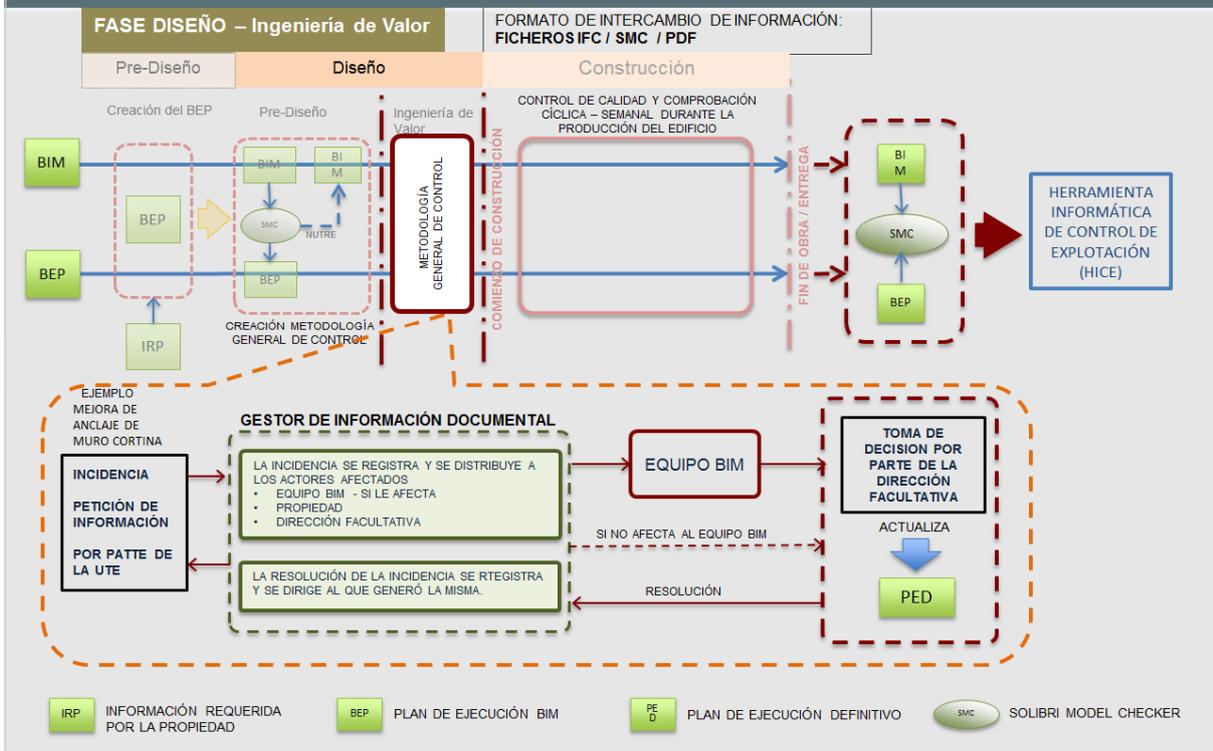


Figura 4. Flujo de gestión para la Ingeniería de Valor.

Flujo de gestión

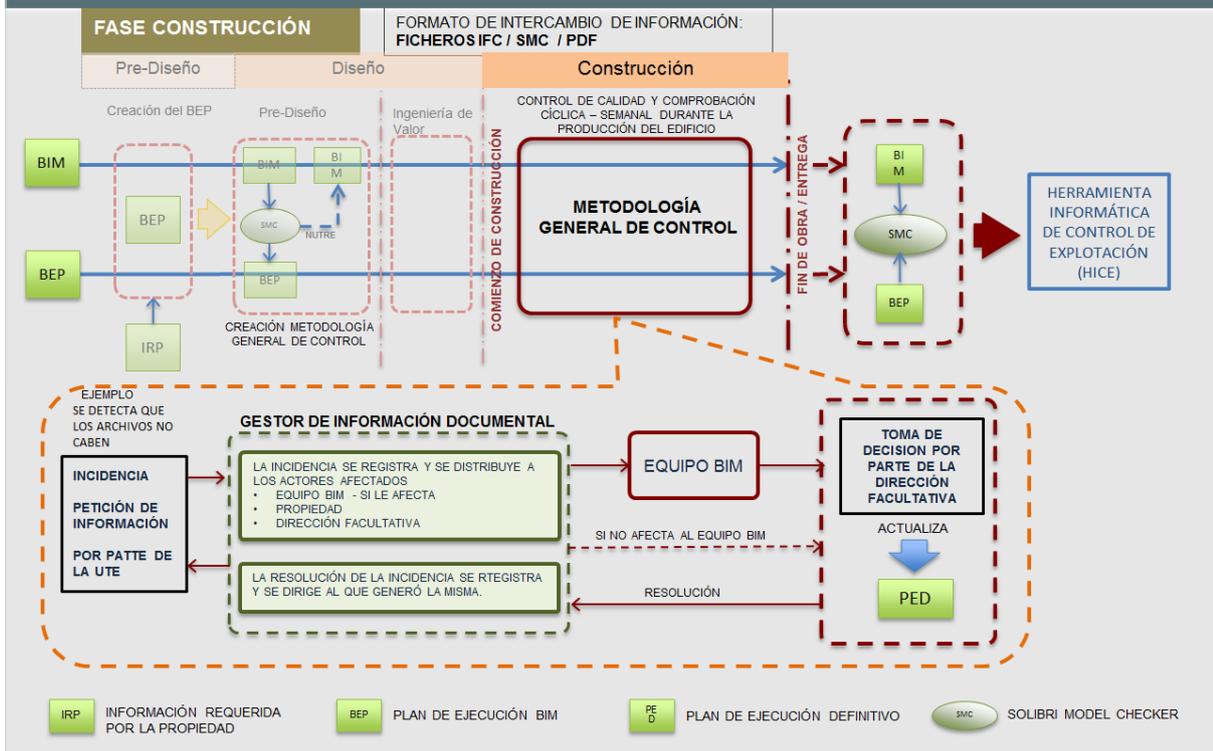


Figura 5. Flujo de gestión en la fase de construcción.

7 VEHICULOS PARA EL INTERCAMBIO DE LA INFORMACIÓN

En estos organigramas, de flujos de gestión, se comprueba que el intercambio de la información se establece mediante ficheros IFC, SMC y PDF. Estos tres tipos de ficheros son los vehículos utilizados para el intercambio de la información entre todas las partes intervinientes en el procedimiento. Como se ha reiterado, son archivos estándar, que contienen toda la información de los modelos nativos BIM, y no pueden ser alterados.

8 TRAZABILIDAD DE LA TOMA DE DECISIONES

Utilizando los archivos IFC de los modelos nativos BIM modificados de estructura, arquitectura y MEP, bien de la totalidad del edificio o de cada una de sus plantas, se obtienen los modelos de archivos fusionados SMC (Solibri Model Checker) con los que, todas las partes intervinientes, analizan, indivi-

dualmente o en reuniones conjuntas, el modelo virtual del edificio, resolviendo los conflictos que se detectan o determinando los criterios para resolverlos.

Se muestran a continuación, como ejemplo, una pequeña serie de imágenes de archivos SMC con diferentes conflictos, solucionados mediante el procedimiento expuesto, durante el periodo transcurrido previo al inicio de las obras hasta la actualidad, con la obra en ejecución para terminar en enero de 2017, donde se muestran los contenidos, responsabilidades y trazabilidad.

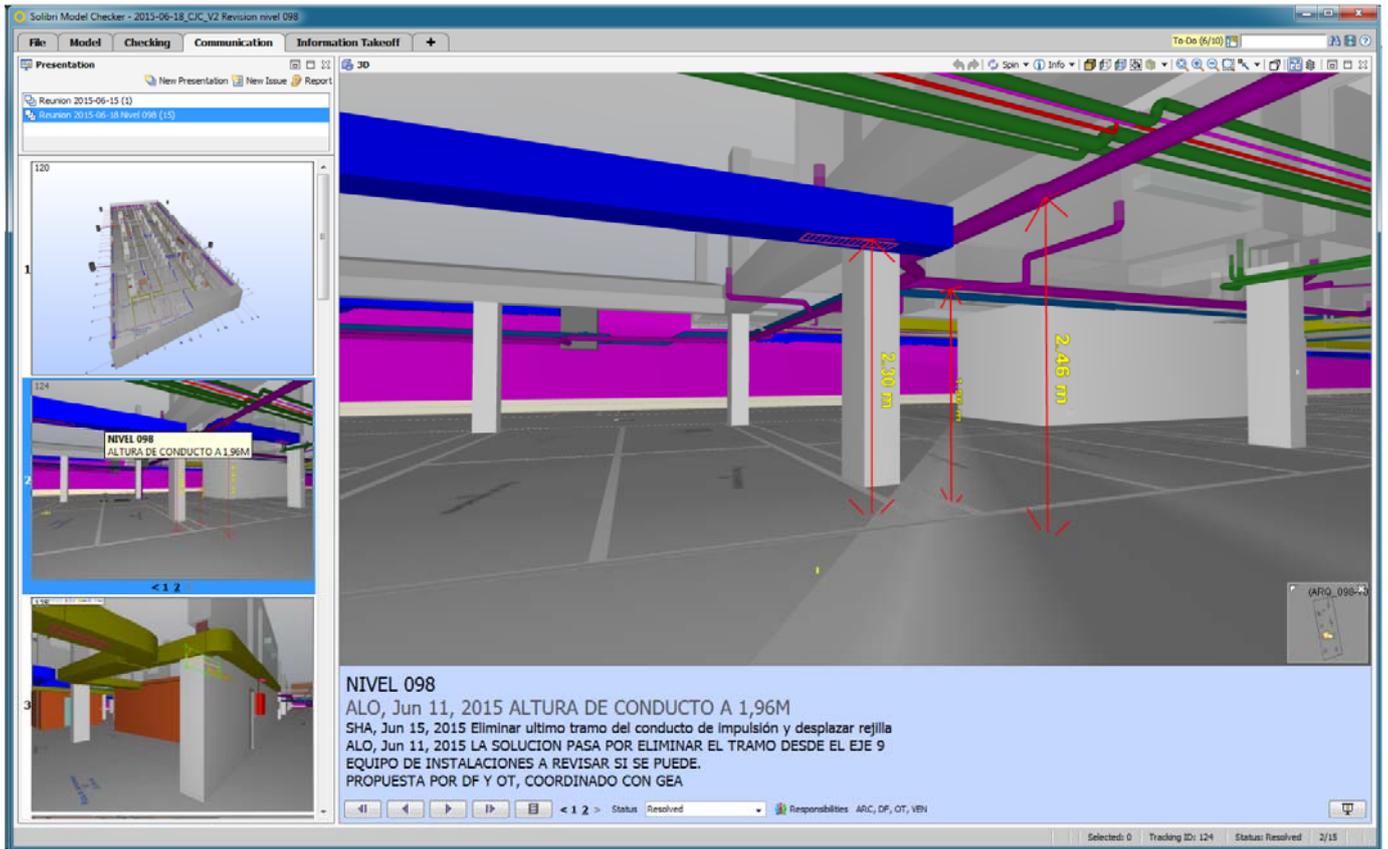


Figura 6. Detección de conflicto entre trazado de conductos y resolución coordinada entre Dirección Facultativa (DF), Oficina Técnica (OT) de la obra y el Master BIM, en planta sótano -2, Aparcamiento.

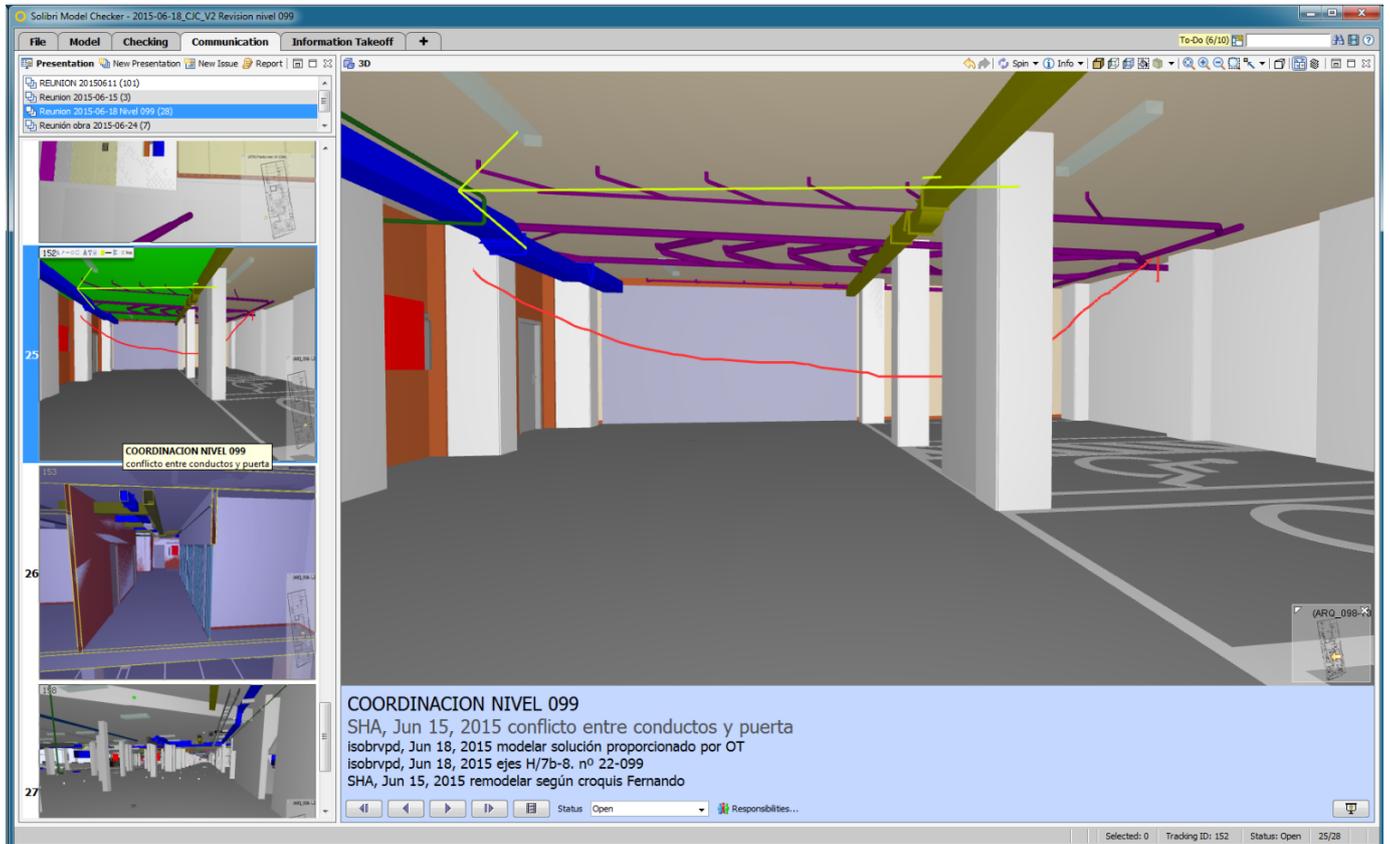


Figura 7. Detección y resolución de conflicto por Oficina Técnica (OT) de obra entre conductos de ventilación y puerta en la planta sótano -1, acceso al aparcamiento

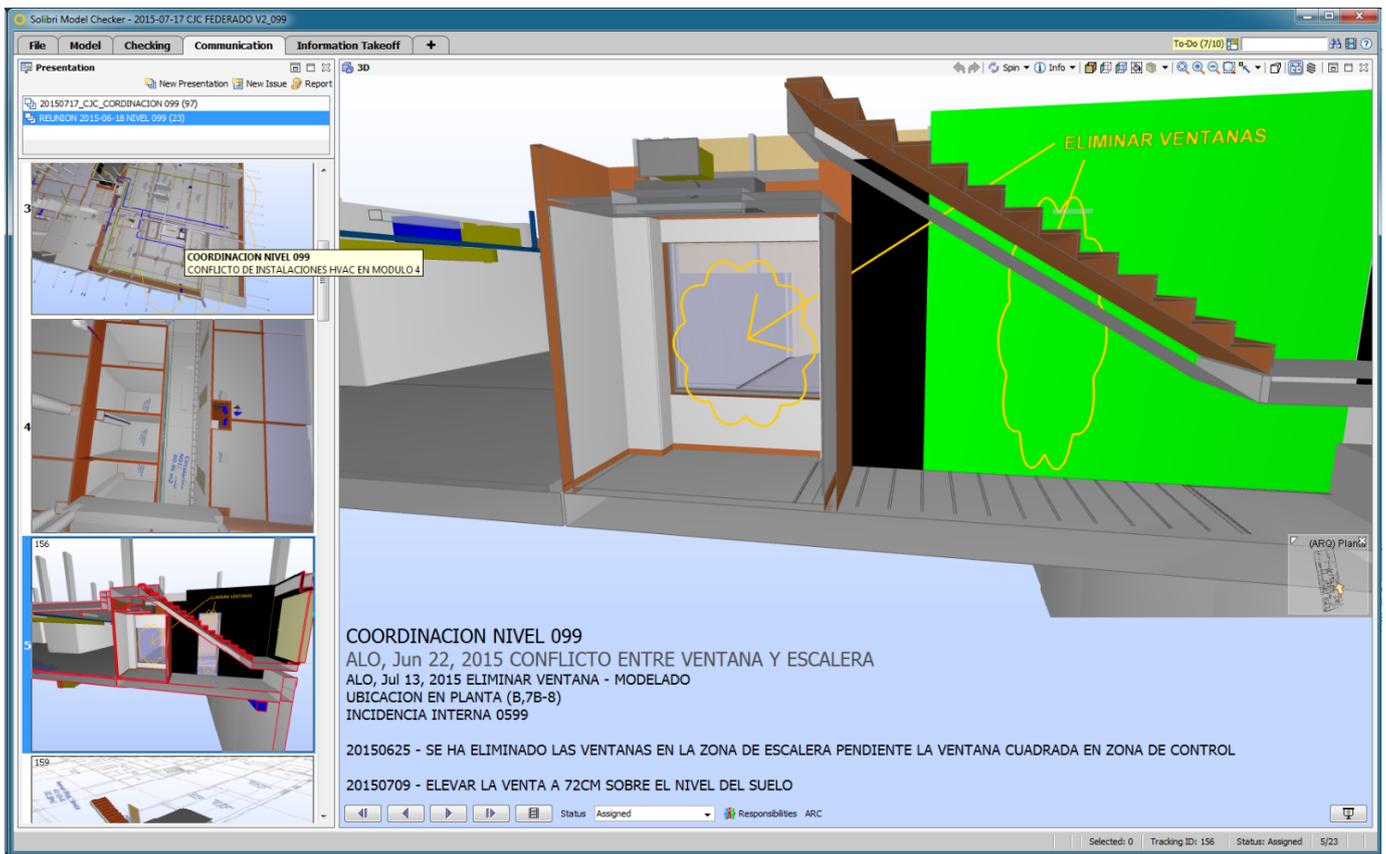


Figura 8. Resolución de conflicto, por la Dirección Facultativa (DF), entre ventana y escalera de evacuación, en planta sótano -1.

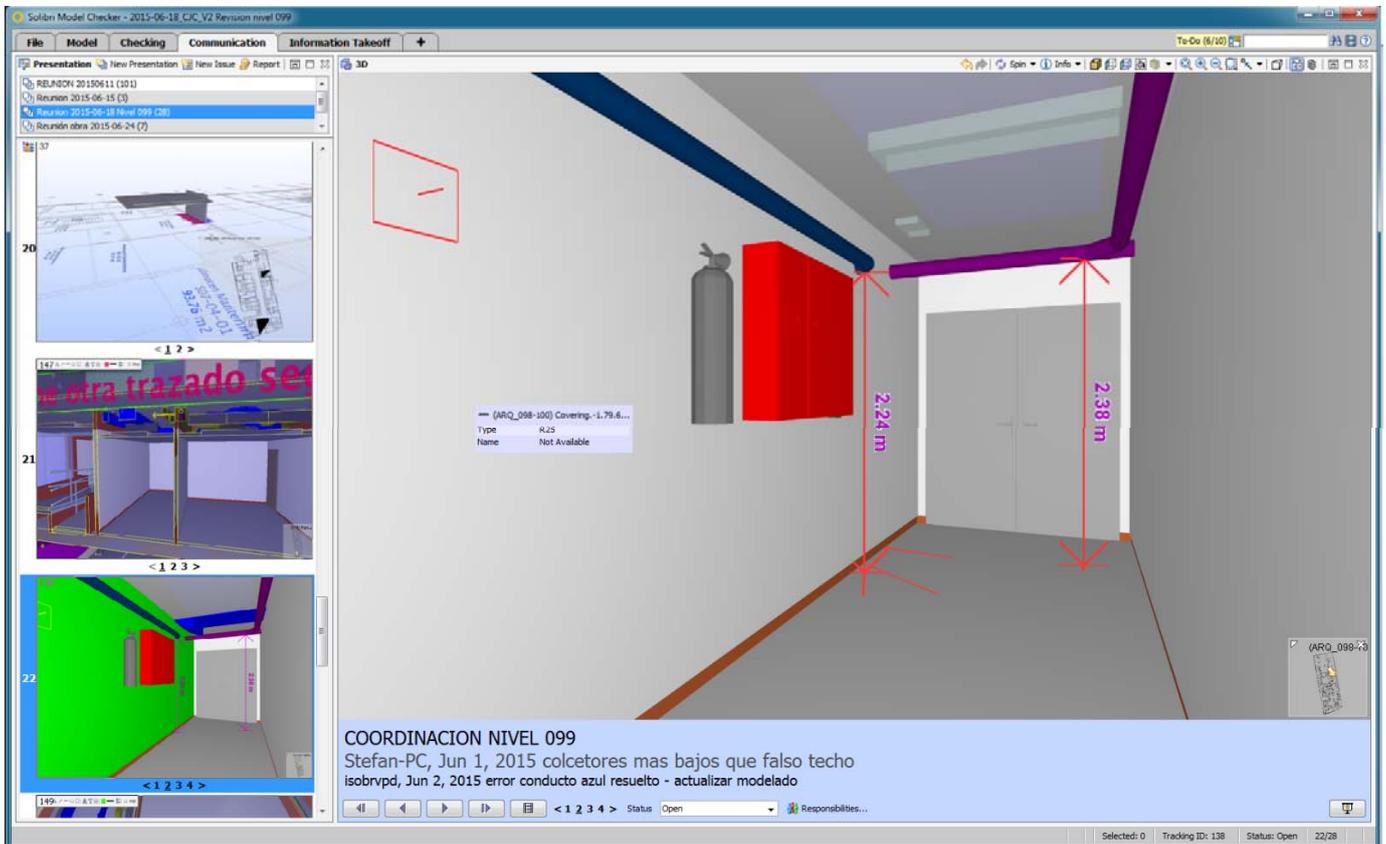


Figura 9. Resolución de conflicto entre colectores y falso techo en planta sótano.

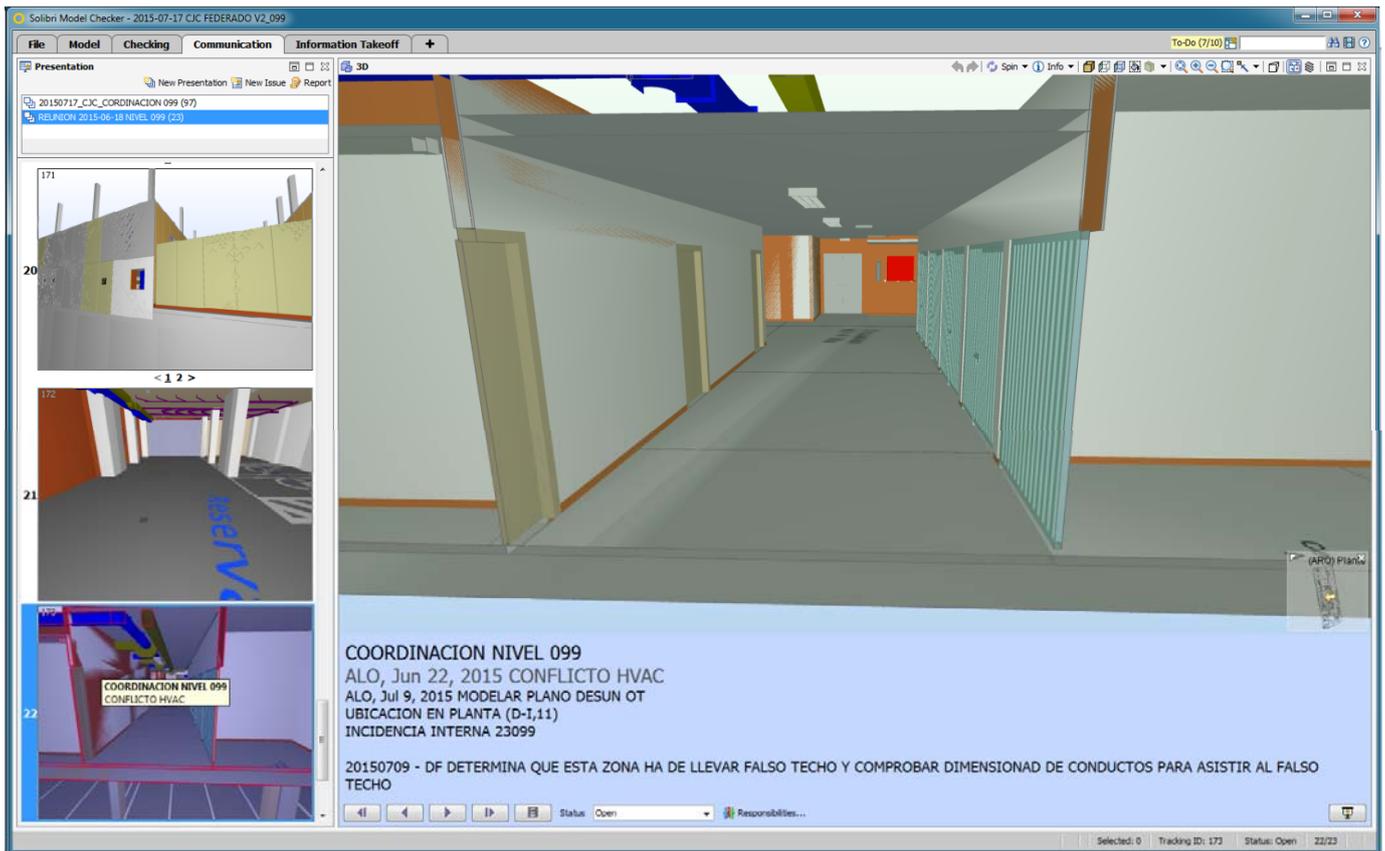


Figura 10. Resolución de conflicto por la Dirección Facultativa (DF) en planta sótano -1.

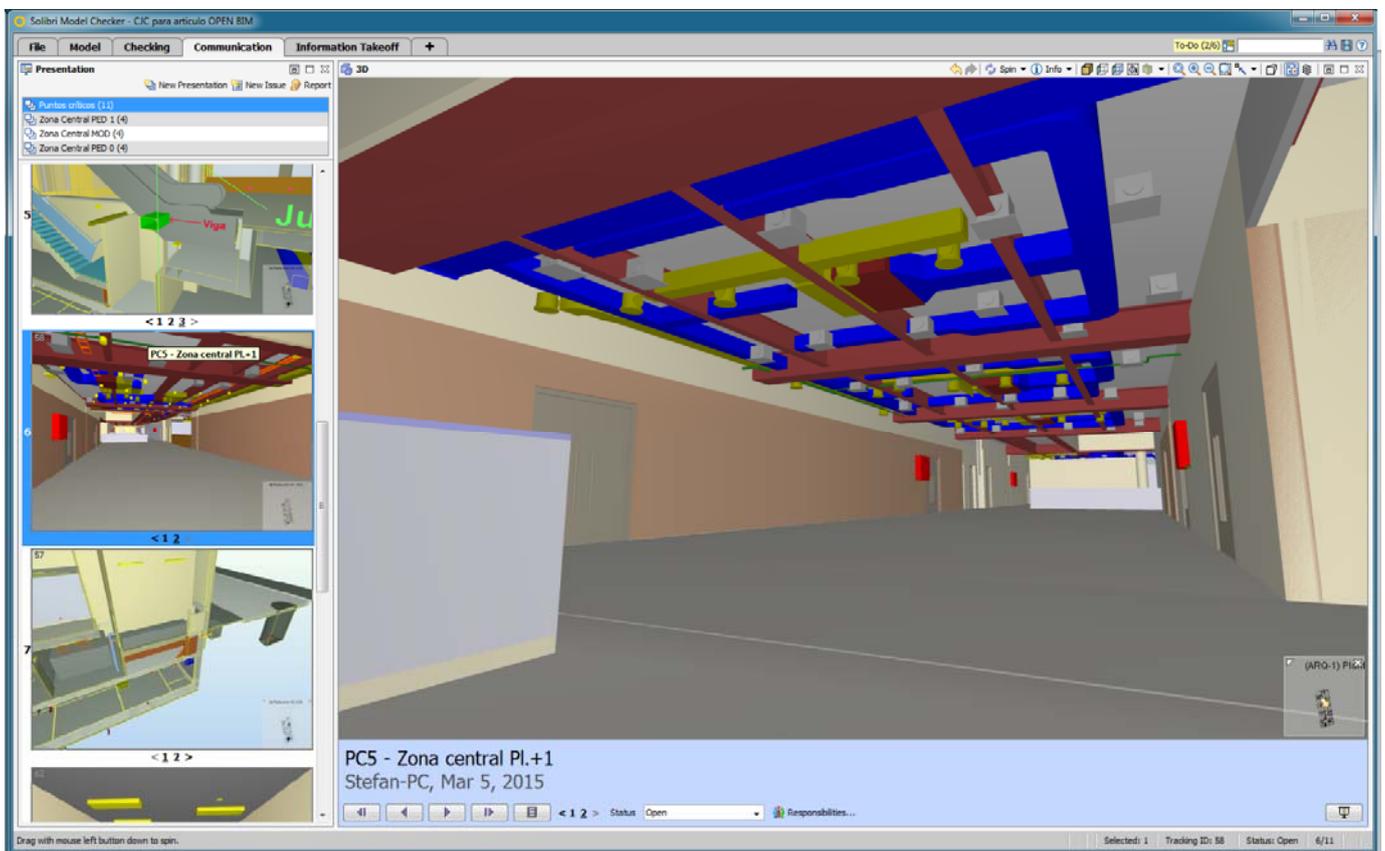


Figura 11. Detección de conflicto entre la estructura metálica de perfiles laminados y las instalaciones de climatización en la zona central de acceso público en planta primera.

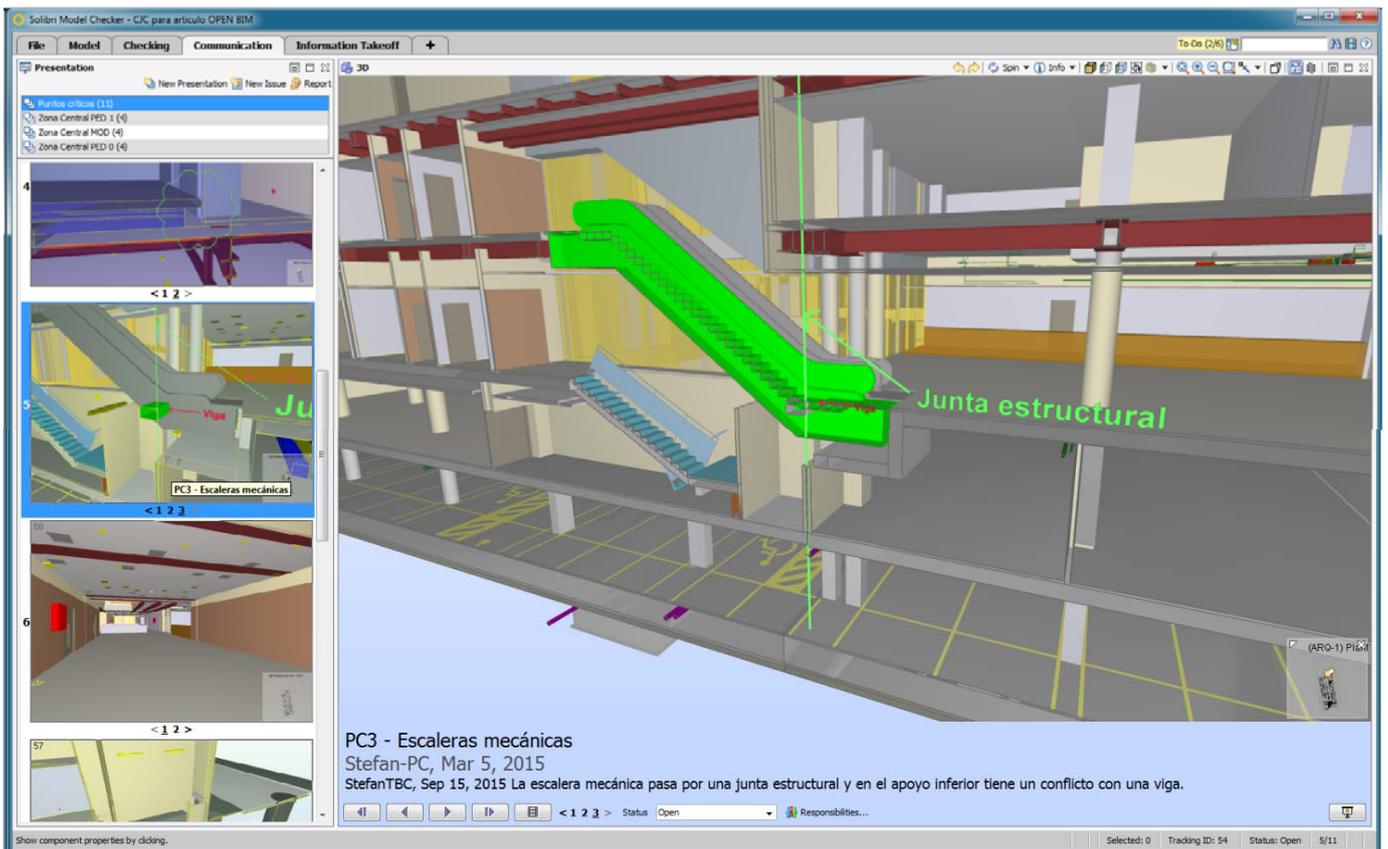


Figura 12. Detección de conflicto entre las escaleras mecánicas, de plata baja a primera, y la estructura

También se muestran, como ejemplo, detalles de alguno de los planos de definición geométrica de la estructura y de coordinación de las instalaciones

(MEP) y arquitectura , editados desde el modelo nativo BIM, en formatos PDF y CAD, una vez solucionados los conflictos.

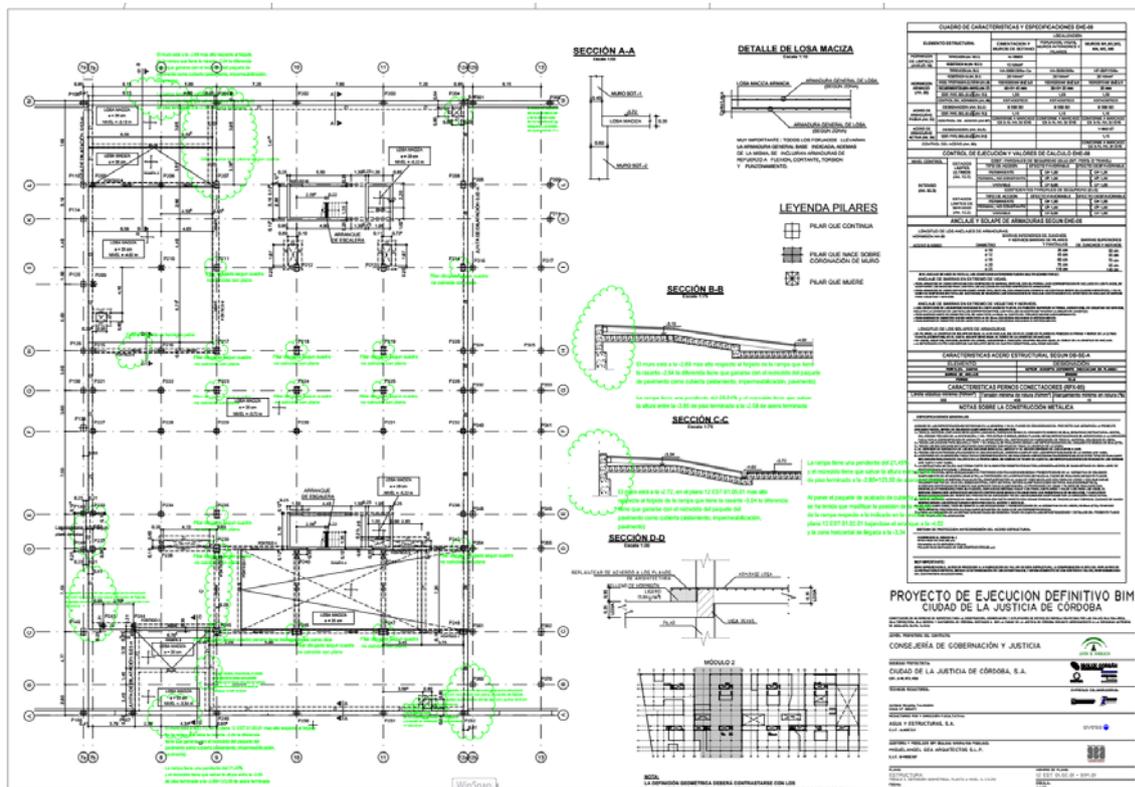


Figura 13. Plano de definición geométrica de la estructura (planta sótano -1, módulo M2)

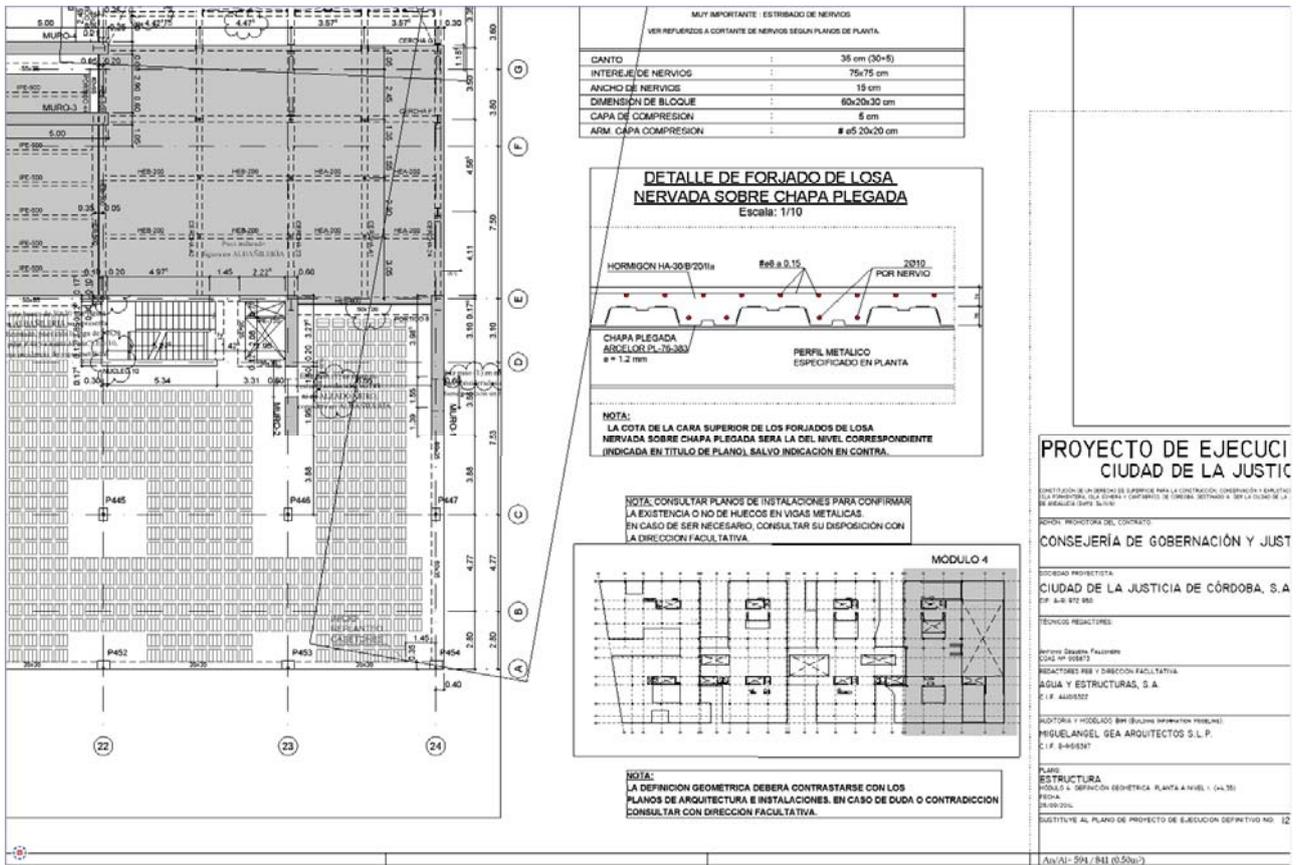


Figura 14. Detalle del plano de definición geométrica de la estructura (planta primera, módulo M4).

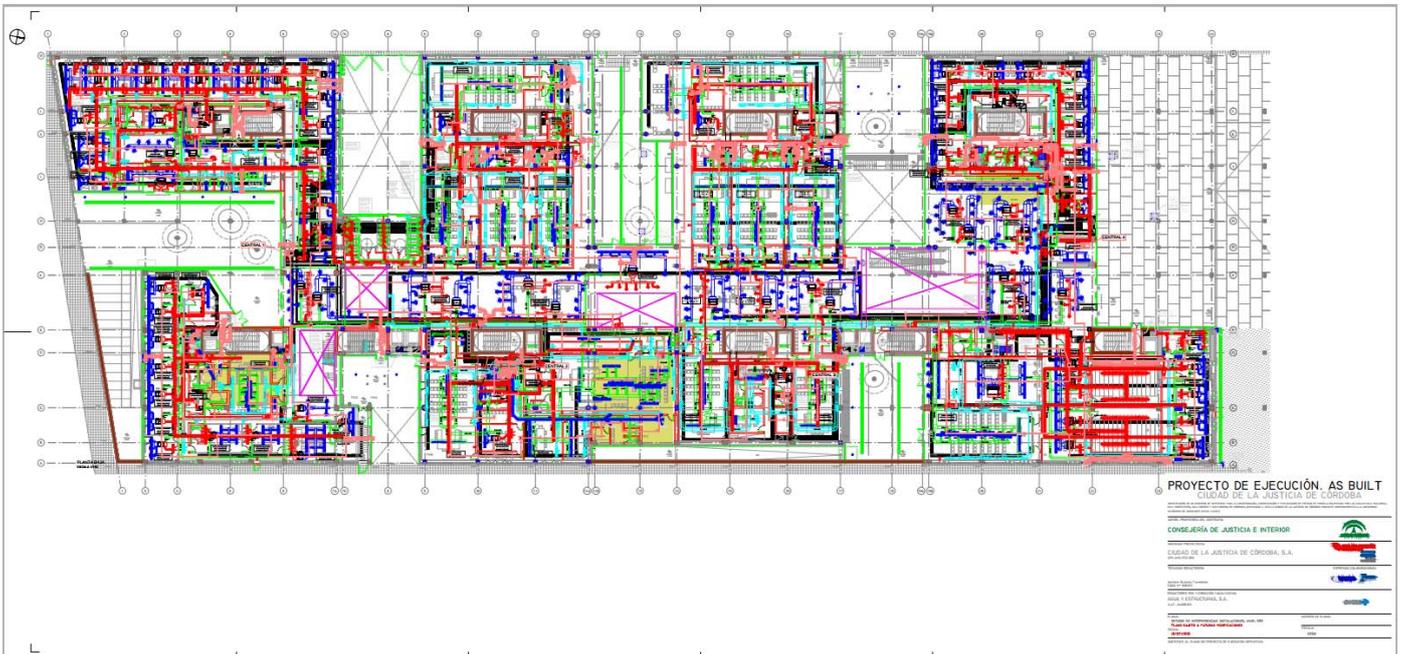


Figura 15. Plano de coordinación de las instalaciones MEP y arquitectura (planta baja, M1, M2, M3, M4).

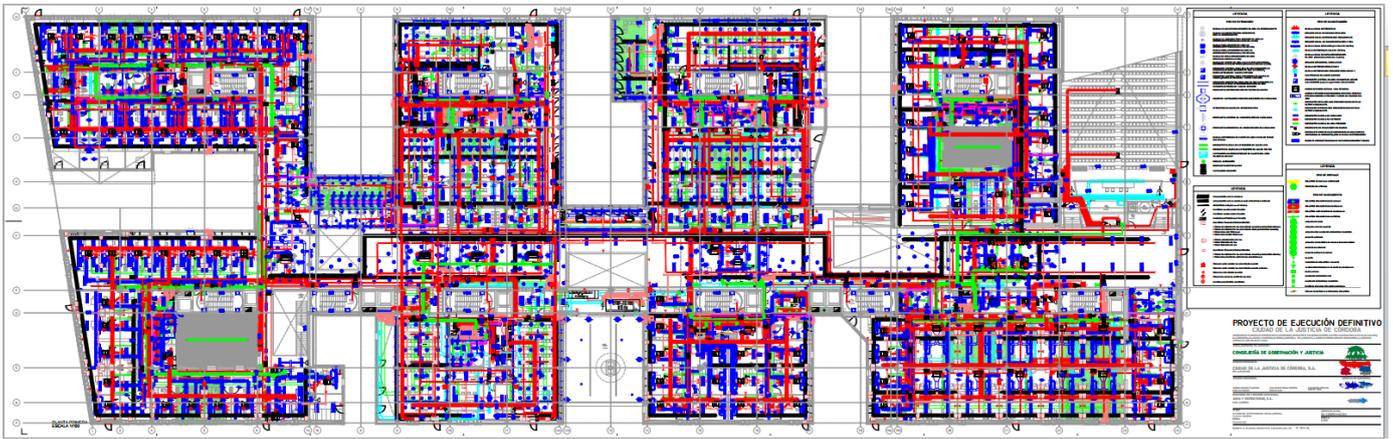


Figura 16. Plano de coordinación de las instalaciones MEP y arquitectura (planta primera, M1, M2, M3, M4).

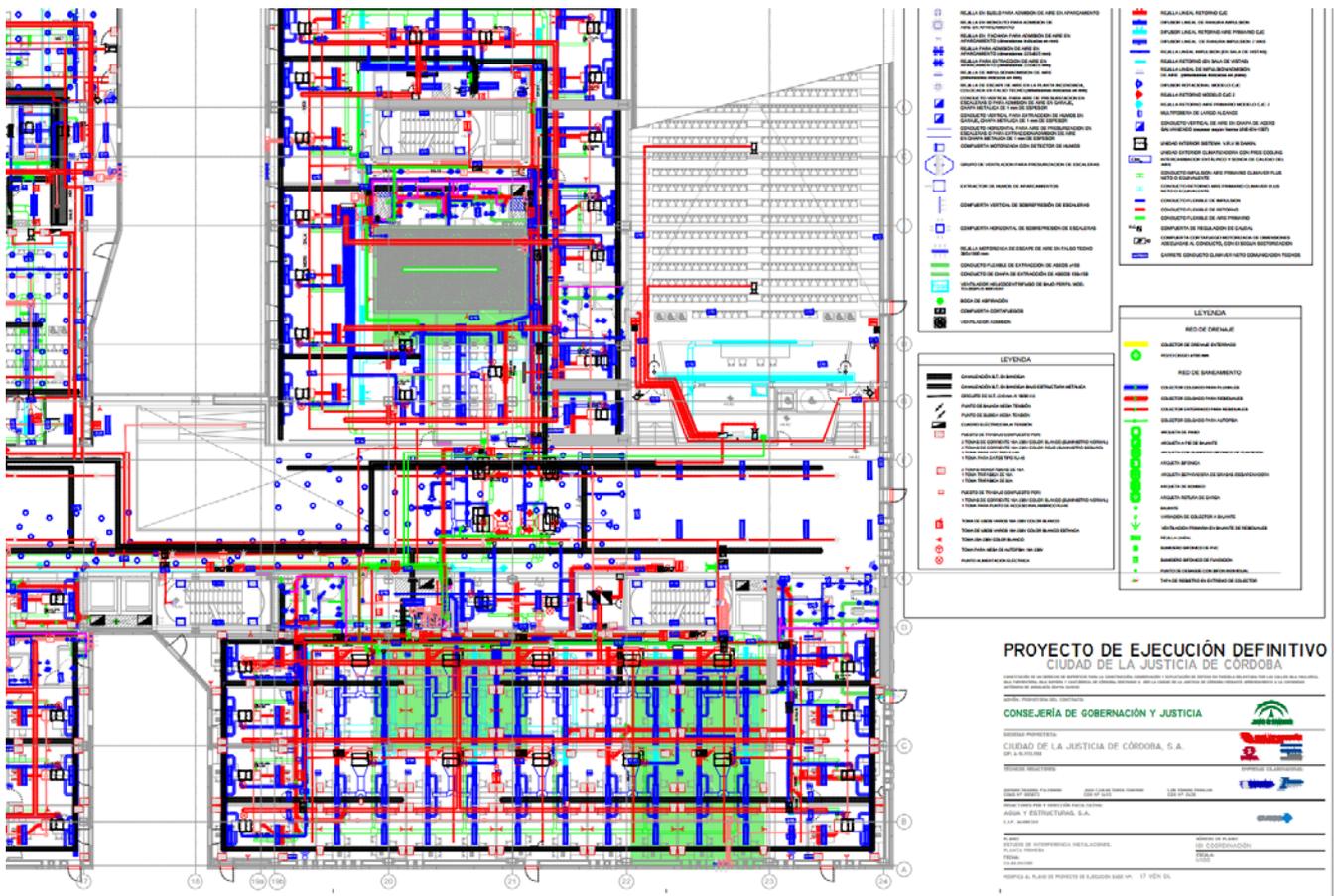


Figura 17. Detalle del plano de coordinación de las instalaciones MEP y arquitectura (planta primera, M4).

Se muestran a continuación unas ampliaciones de este plano de coordinación de las instalaciones MEP y arquitectura para poder ver con detalle sus contenidos y apreciar así la información impresa que se obtiene desde los modelos nativos BIM.

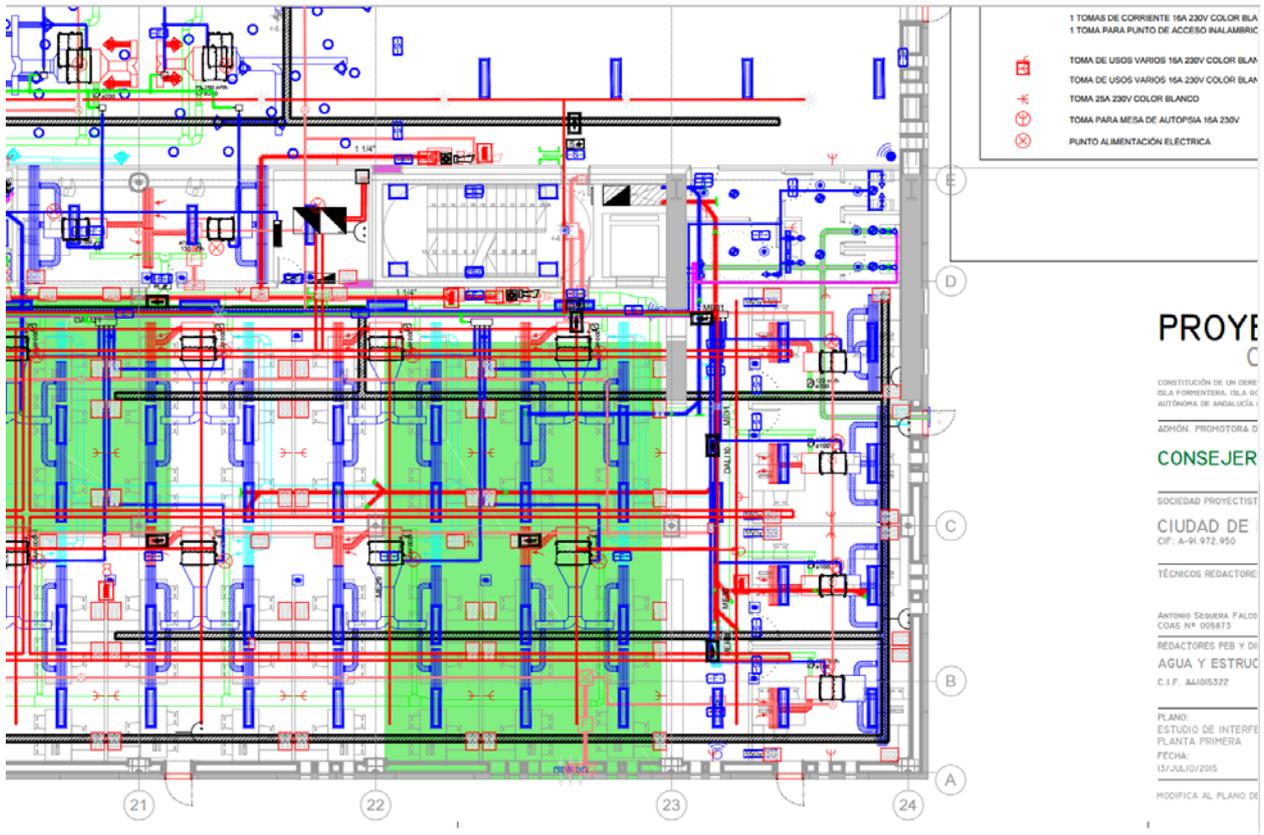
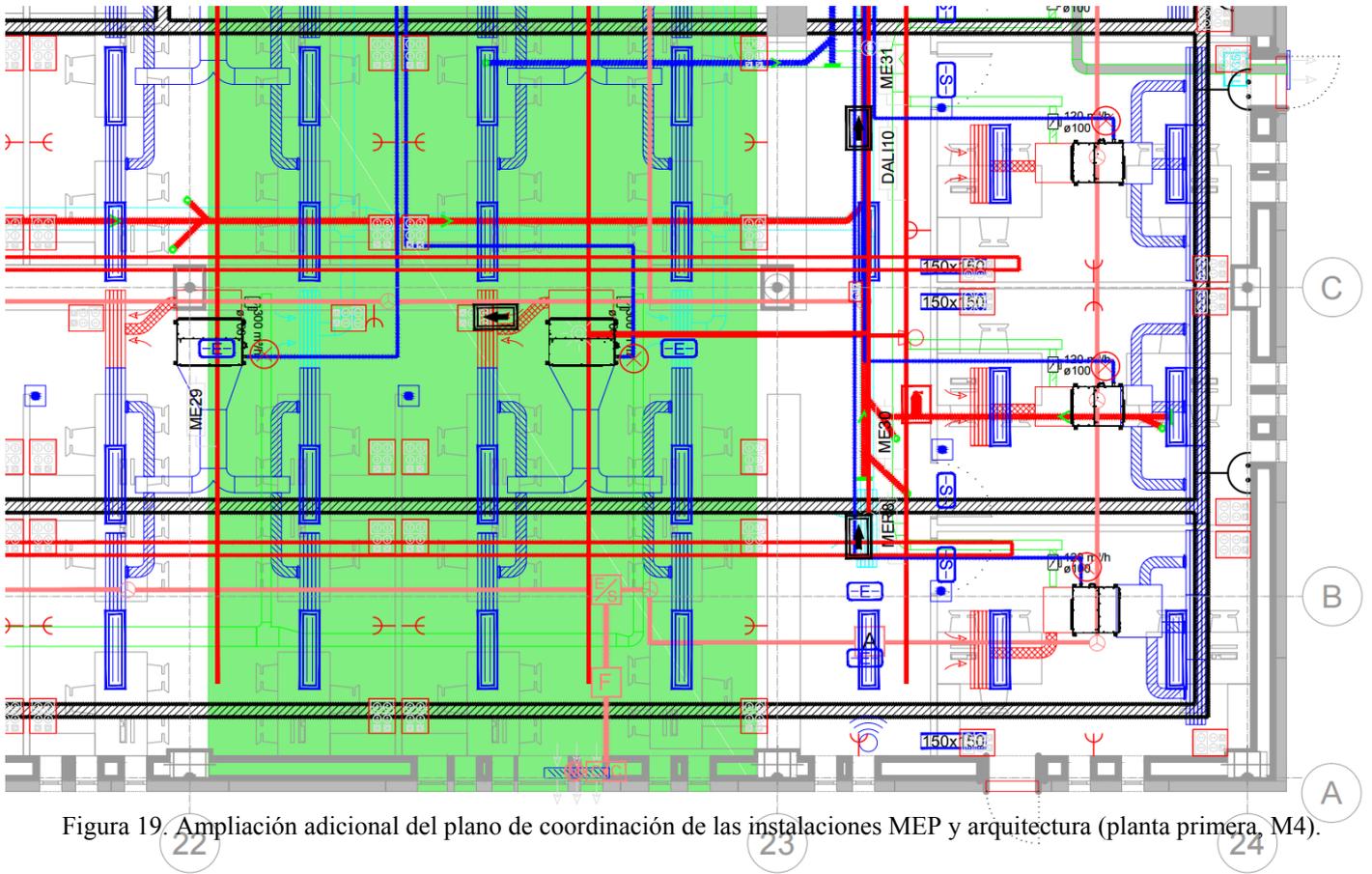


Figura 18. Ampliación del plano de coordinación de las instalaciones MEP y arquitectura (planta primera, M4).



En consecuencia esta experiencia BIM, de la construcción de la Ciudad de la Justicia de Córdoba, muestran las bondades de la tecnología BIM que, como fácilmente se comprende, siempre tiene que realizarse en Open BIM, es decir, con intercambio de información a través de archivos neutros IFC, por utilizarse múltiples aplicaciones informáticas, normalmente de marcas diferentes, debido a la especialización de los contenidos.

También, de lo expuesto, se deduce que, junto a la complejidad de implantación de la tecnología BIM y dificultad de elaboración y manipulación de los modelos nativos, coexiste la simplificación y facilidad que introduce la utilización de los modelos IFC, para el conjunto de los agentes intervinientes en el procedimiento de diseño y construcción, que les permite utilizar eficaz y operativamente la información, contenida en estos modelos, sin apenas un mayor conocimiento técnico.

Todo este procedimiento, también, deja preparado el camino para la gestión de la explotación del edificio en Open BIM.

Como conclusión diremos que, con este artículo, se ha pretendido divulgar el Open BIM, como herramienta eficaz de trabajo colaborativo, mostrando el uso de los archivos neutros de intercambio IFC en un caso práctico real, la construcción de la Ciudad de la Justicia de Córdoba, con resultados positivos como experiencia piloto.

No obstante es necesario y urgente que todos los fabricantes mejoren, en sus aplicaciones, la exportación e importación de los archivos IFC, ya que, en la mayoría de ellas, no son todavía plenamente satisfactorios, produciéndose lagunas, en el intercambio de la información de atributos y datos, entre las aplicaciones, lo que impide obtener la eficacia total deseada en un trabajo colaborativo.



CONSTRUSOFT

Distribuidor y líder
Desarrollador de **BIM**

20 AÑOS

Interoperabilidad

Colaboración

Gestión y control de
costes

Modelado 3D y
enlace con 4D y 5D

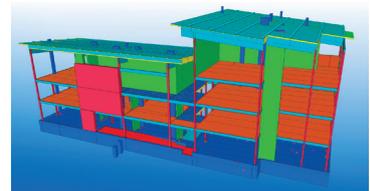
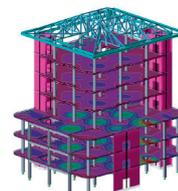


VICO OFFICE
BIM para Constructoras

TEKLA
A TRIMBLE COMPANY
BIM Ingeniería → Constructora

IDEAS
Structural Software

Somos distribuidores exclusivos
para España y Latinoamérica



BIM como paradigma de la modernización del flujo de trabajo en el sector de la construcción

Ana Paloma. Prieto Muriel

Alumna de doctorado, Building Information Modeling. Departamento de Expresión Gráfica, Badajoz, España

Antonio Manuel. Reyes Rodríguez

Dr. Ingeniero Industrial. Profesor Titular de la Universidad de Extremadura. Departamento de Expresión Gráfica, Badajoz, España.

RESUMEN:

En una economía global en la que los cambios se suceden de manera vertiginosa, la capacidad de adaptación a los nuevos tiempos debe ser prioritario para la evolución de la industria. Existe una necesidad cada vez más creciente, de digitalizar el flujo de trabajo en el proceso constructivo. Se analizarán las principales causas de la baja productividad del sector. Y cómo se puede mejorar mediante el empleo de nuevas metodologías de trabajo como es BIM (Building Information Modeling).

Se realiza una revisión bibliográfica, que avala este cambio de paradigma. La irrupción de esta tecnología está haciendo que gobiernos y universidades de otros países apuesten por la integración y formación de profesionales en esta materia.

Por último se presentan aquí los resultados obtenidos de una encuesta pública difundida a través de internet. Los resultados de dicha encuesta arrojarán algo de luz en algunas cuestiones referentes a la metodología BIM en España.

1. INTRODUCCIÓN

En el sector de la construcción al igual que en muchos sectores industriales, se ha reconocido el potencial de calidad y las ganancias de productividad a través del soporte de las TIC¹ (1). Tanto en Europa como en España, varios estudios indican que la industria de la construcción está por detrás que el resto de sectores en la tasa de adopción de las TIC (2)(3). Industrias como la aeronáutica, automoción, diseño industrial, etc. han ido adaptando sus procesos productivos a la era digital (1).

La *información* es un elemento inherente del proceso constructivo. Las empresas del sector de la construcción gestionan gran cantidad de información (4), aumentando proporcionalmente con el tamaño

del proyecto (5). Por tanto, el manejo adecuado de información es significativamente importante porque representa la base para la comunicación (6). Así pues es indispensable apoyarse en herramientas tecnológicas que puedan ayudar a procesar toda esa información (4).

Sin embargo, es la gestión de la información el punto débil del sector de la construcción, al carecer de una adecuada transmisión de la misma, debido a:

- Interdependencia entre los diferentes elementos. Esto genera gran cantidad de información, que es procesada de forma manual (7).
- Atomización del sector (8). Intervienen de manera individual numerosos actores.

Aunque los ordenadores han automatizado el proceso de producción de documentos, los intercambio de datos y los procedimientos de gestión todavía se

¹ *Tecnologías de la información y de la comunicación*

centran en los documentos en papel (9) y mediante planos 2D (7)(10)(11), lo cual indica que los métodos de gestión de la información no se han mejorado (12). El uso de las herramientas CAD está muy extendido, en torno al 95% de los arquitectos europeos emplean estas aplicaciones para el diseño y elaboración de sus proyectos (13). Sin embargo el nivel tecnológico con el que se emplean, es en general bastante bajo (14).

Este hecho se refleja en la baja productividad del sector, Teichloz realiza un estudio en 2013, en el que muestra cómo la productividad en el sector de la construcción ha descendido en el período 1964-2012 (15). Se estima que la mala documentación aumenta el coste de proyecto entre un 10-15%. Y que entre el 60 a 90% de todas las variaciones son debidas a un mal diseño y una mala documentación (16). Ya en 1994 y 1998, Latham y Egan respectivamente destacaron que la industria sufría de baja productividad y de ineficiencia (17).

La creciente complejidad de los proyectos (18)(19) y el aumento de la competitividad en el sector de la construcción impulsará la necesidad de ser más efectiva (20). Irremediamente tendrá lugar a través del empleo de herramientas tecnológicas.

En la construcción contemporánea, la hegemonía de la comunicación basada en el diseño 2D está poco a poco siendo cuestionado por las posibilidades que ofrecen entornos integrados de diseño en 3D e interfaces digitales (21), pues estos ayudan a comprender mejor el diseño realizado y a comunicarlo a las partes interesadas (22).

En esta situación en que parece que exista una barrera tecnológica infranqueable que separa y aísla la industria. Se hace cada vez más acuciante la necesidad de digitalizar el proceso constructivo. Considerado como el proceso de modernización del flujo de trabajo, basado en la creación de prototipos virtuales, mediante herramientas tecnológicas que permitan llevar a cabo el desarrollo virtual completo del proyecto a través de nuevas metodologías de trabajo. La creación de prototipos digitales se ha demostrado que son un éxito en las distintas industrias en que se han empleado (23)(24). Esto permite generar documentación interactiva, en la que se puede consultar aquellos aspectos que son necesarios conocer en cada momento (25), dando así continuidad al flujo de información del proceso. Se espera que esos modelos virtuales puedan ser usados como base para probar distintos sistemas antes de la construcción de modelos físicos de tamaño real (26).

Como respuesta a la creciente complejidad de los proyectos (18) (19), la tecnología de la información y la comunicación se ha estado desarrollando a un ritmo muy rápido (27) para ofertar soluciones adaptadas a las necesidades de la industria (28). El incremento de la cantidad de datos disponibles ha llevado a la necesidad de desarrollar sistemas de información que faciliten el análisis de los mismos a los agentes que participan a lo largo del ciclo de vida del edificio, desde el diseño hasta el mantenimiento (29).

Software y metodologías de trabajo, que ya existían desde hace décadas, comienzan a implementarse con éxito en la industria de la construcción. Un ejemplo es BIM, de sus siglas en inglés Building Information Modeling².

Muchas son las definiciones que existen de BIM, una de las más completas considera BIM como una tecnología y como un proceso. "El componente de tecnología de BIM ayuda a los interesados en el proyecto para visualizar lo que se va a construir en un ambiente simulado, para identificar cualquier posible diseño, construcción o cuestiones operacionales. El componente de proceso permite una estrecha colaboración y favorece la integración de las funciones de todos los interesados en el proyecto" (30).

El objetivo principal del uso de BIM es gestionar de forma eficiente la información generada durante el proceso de construcción y aumentar la eficacia en el sector a través de una mejor comunicación y colaboración (31). La información está disponible para todos los integrantes del proyecto y es mucho más fácil de encontrar en comparación con los tradicionales dibujos 2D (32). Para ello se crea un prototipo digital del edificio antes de su construcción (33)(34). Los software BIM pueden contribuir en la digitalización inicial de la simulación de sistemas de modelación y gestión constructiva (35). En él se realizan simulaciones y análisis que permitan dar solución a los problemas con suficiente antelación, lo cual aporta una disminución de los tiempos de ejecución y optimización en la utilización de recursos (36).

En la tabla 1 se indican los principales cambios que presenta el uso de la Metodología BIM frente a la metodología tradicional, basada en herramientas CAD.

Las posibilidades que ofrecen esta tecnología y la facilidad de acceso a la misma han permitido que cada vez se use más. Es mucha la literatura que hace

² *Building Information Modeling- Modelado de la información de la construcción*

referencia al lento ritmo de adopción BIM, por parte de la industria, sin embargo ha ganado gran impulso en un período de tiempo relativamente corto (37)(38) El siguiente gráfico muestra una comparativa de adopción CAD frente a BIM en EE.UU y U.K. En el que se aprecia cómo BIM está tardando en implementarse la mitad de tiempo que CAD.

Metodología tradicional, uso de CAD	Metodología BIM
Desarrollo fragmentado de proyectos	Desarrollo integrado de proyectos
Comunicación quebrada	Comunicación fluida y eficaz
Información en papel y 2D	Información modelo digital
Cambios manuales	Cambios automatizados
Interpretación de diseño y funcionamiento	Construcción virtual
Trabajo independiente de cada profesional	Trabajo colaborativo
Planificación inoportuna	Planificación temprana
Modelo sin parámetros físicos	Capacidad de realización de simulaciones, análisis y propuestas de alternativas
Flujo de información intermitente	Flujo de información continuo

Tabla 1. Metodología CAD vs BIM. Elaboración propia.

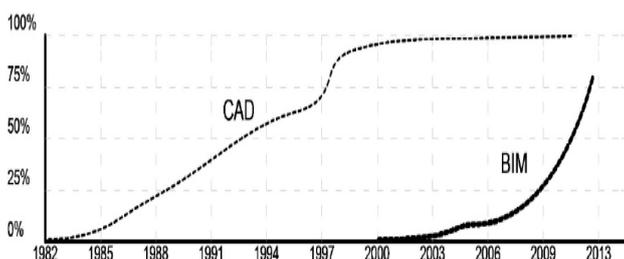


Figura 1. Proceso de implementación BIM vs CAD en Reino Unido/EE.UU. BIM. Fuente: (39)

BIM es capaz de procesar grandes cantidades de datos de forma relativamente rápida y tiene el potencial de hacer más fácil el trabajo (40). El aumento de productividad más relevante es en la producción de documentos de diseño, que se estima entre un 15% y un 41% (41).

Así pues, en estos últimos años la metodología BIM se está afianzando en el sector AEC de países

como EE.UU, Alemania, U.K, etc. La participación del sector privado en iniciativas BIM está siendo importante para su difusión, pero sin el apoyo del gobierno el crecimiento no es uniforme (42) ni tan eficaz (43). Un buen ejemplo es Reino Unido, que obligará a partir de 2016 el empleo de BIM para los contratos públicos de construcción (44). Así, desde 2010 se ha reducido el porcentaje de no usuarios del 43% al 5% en 2014. Recientemente en España, el Ministerio de Fomento ha constituido la Comisión para la implantación de la metodología BIM, donde se fija para el año 2018 el uso obligatorio del BIM en licitaciones públicas de edificación y el 2019 para licitaciones públicas de infraestructuras (45).

Los profesionales del sector de la construcción admiten que el concepto básico de BIM es sólido y es la dirección en la que la industria de AEC (architecture, engineering and construction) necesita moverse (12).

Khemlani indica el término BIM ha pasado de ser una palabra de moda a ser el centro de tecnología en la industria AEC (46). De hecho, en varios estudios se evidencia esta tendencia BIM, en los que un elevado porcentaje de participantes afirman que cada vez se escucha hablar más de BIM (47)(48)(49) y que un enfoque basado en BIM mejora los resultados de la construcción (50)(51). Principalmente en tres indicadores claves de rendimiento; la calidad, el tiempo de finalización y las unidades por hora-hombre (52).

Esta expansión se ha basado en los beneficios que proporciona su adecuada implantación. Las dificultades encontradas durante el proceso de migración dependen de la experiencia de las personas implicadas. De hecho, los no usuarios BIM dan más importancia a las barreras que los usuarios BIM (53). Así pues, la escasez de personas con competencias BIM se ha convertido en un obstáculo significativo que retrasa y ralentiza el uso de BIM, es la dificultad más reiterada por la bibliografía consultada (38)(54)(55)(56).

El principal objetivo de este trabajo es mostrar la urgente necesidad que tiene el sector de digitalizar sus prácticas habituales para el desarrollo del proceso constructivo. Para ello se examinan las principales características del sector y los problemas sistémicos que sufre. Demostrando así que BIM es la metodología necesaria para digitalizar el sector de la construcción.

2. METODOLOGÍA EMPLEADA

La selección bibliográfica se ha realizado por búsqueda de palabras clave en revistas de impacto (*Journal Citation Reports*) (57)(58), repositorios científicos, bases de datos de universidades y páginas web. Las áreas de interés han sido Arquitectura e Ingeniería, Sector de la construcción y Sistemas de Información, dado el carácter interdisciplinar del tema.

tecnologías nos ofrecen como son redes sociales, blogs, páginas web, etc.

Fase	Año	Ámbito	Cuestionarios Finalizados	Canales de distribución	Dato significativo
Primera	2011	Nacional	113	Web, e-mail, redes sociales.	Gran parte de las respuestas vienen de profesionales del sector interesados en nuevas tecnologías
Segunda	2012	Regional	19	E-mail	
Tercera	2014/15	Regional	90	E-mail. Campus virtual	

Es mucha la literatura que hace referencia a los beneficios, dificultades, nivel de implantación de la tecnología BIM en el sector de la construcción internacionalmente. Gracias al análisis bibliográfico realizado, se han mostrado en este trabajo algunos de los datos obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en diferentes países. La realización de proyectos empleando herramientas BIM es ya práctica habitual, y requerimiento obligatorio por parte de algunos gobiernos. Sin embargo, en España existen muy pocos datos y ninguna publicación oficial sobre el estado de implantación de la tecnología BIM en España. Por tanto, se decide reproducir en España las metodologías usadas por otros autores en otros países del mundo, y básicamente recurren siempre a encuestas.

2.1. La encuesta

La metodología de trabajo BIM es desconocida por gran parte de los profesionales de la industria AEC en nuestro país. En aras de la oportunidad de evolucionar e integrarse en un sector cada día más exigente y multidisciplinar. Se ha llevado a cabo una encuesta pública difundida a través de internet, empleando algunas de las herramientas que las nuevas

Tabla 2: Datos de la muestra

Pretende dar una ligera idea del estado y grado de implantación de la tecnología BIM en España. Debido a que no existen datos empíricos al respecto en este país, se trata aquí de arrojar algo de luz sobre un futuro próximo, que como ya hemos visto es presente en el sector de la construcción de muchos países.

Se diseñó para comparar y cuantificar las tendencias de integración actuales y futuras, que están marcando la industria de la construcción. Abriendo un nuevo camino para la implantación definitiva de éstas en los estudios universitarios de las distintas disciplinas relacionadas con la industria AEC.

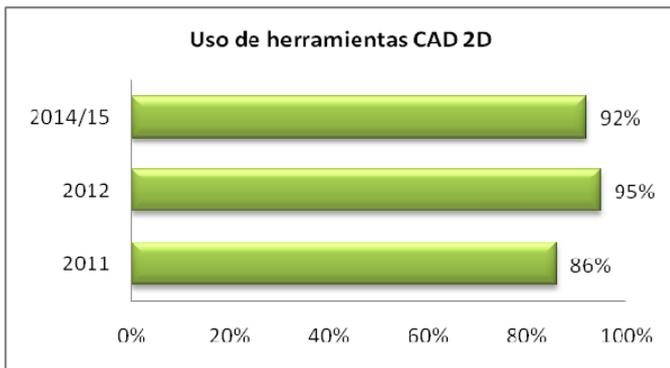
La encuesta está dividida en diferentes apartados de cada uno de ellos se obtendrá información de distinta índole que se analizará a continuación. Los ítems se contestan de modos diferentes: 3 de ellos son de respuesta dicotómica, 5 son de respuesta según una escala tipo Likert de 4 cuatro posibilidades (se ha eliminado la respuesta neutral, pues los encuestados tienden a seleccionar las opciones más centrales); y por último, hay 2 preguntas con respuestas abiertas.

En la tabla siguiente se presentan los datos más significativos de las muestras tomadas para llevar a cabo el estudio.

3. RESULTADOS

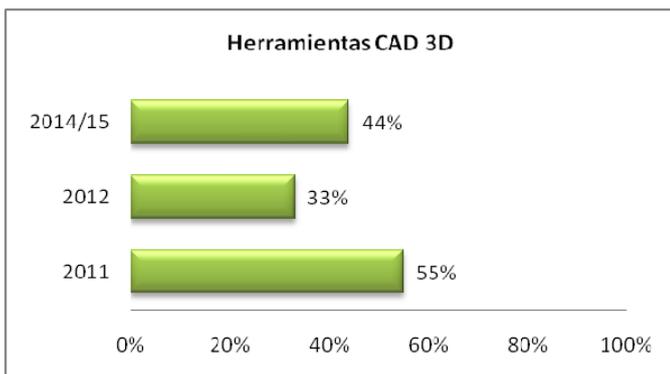
Los resultados obtenidos de la encuesta se presentan a continuación:

¿Emplea alguna herramienta CAD 2D para el desarrollo de su actividad?

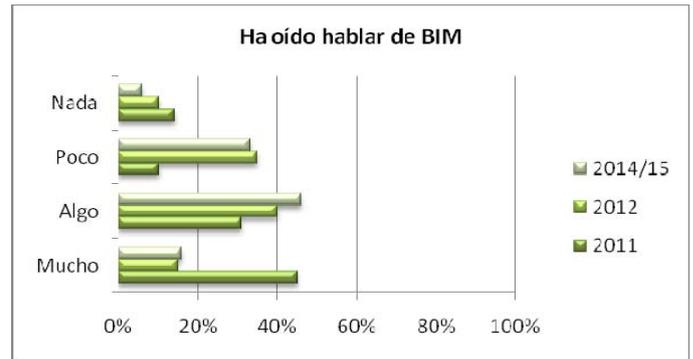


Al igual que la bibliografía consultada, referida en el texto, se confirma de nuevo el uso extensivo de herramientas CAD 2D. Además, también se solicita que indiquen el software empleado y la respuesta unánime con un 100% fue AutoCAD.

¿Emplea alguna herramienta CAD 3D para el desarrollo de su actividad?

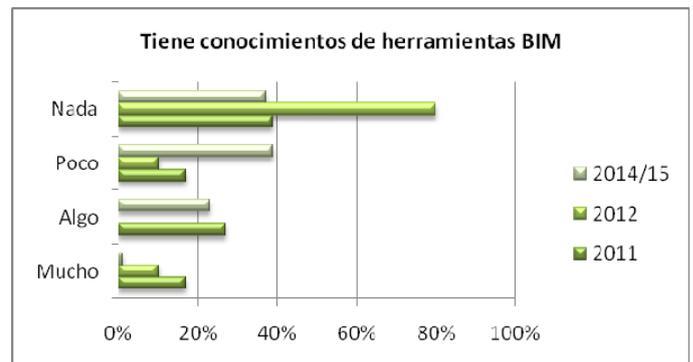


¿Ha oído hablar de BIM o alguno de los software: Archicad, Allplan o Revit?



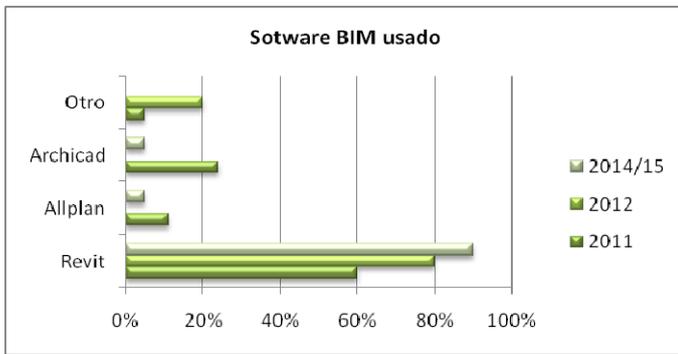
Se observa como a lo largo de esto últimos años ha aumentado el porcentaje de los que han escuchado hablar algo de BIM desde 31% hasta el 46% y a su vez ha disminuido el porcentaje de los que no han escuchado hablar nada del 14% al 6%. Llama la atención el porcentaje de los que han escuchado hablar mucho en 2011, esto puede ser debido, como ya se ha indicado antes, a que la mayor parte de los participantes pertenecían a grupos/foros con interés en el tema.

¿Tiene conocimientos de herramientas BIM?



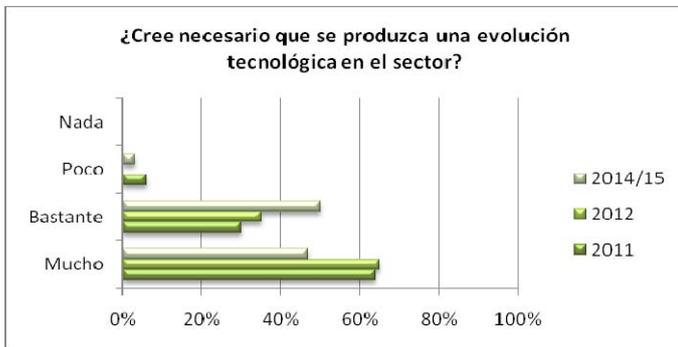
Muchos son los que aún no tienen ninguno o pocos conocimientos del manejo de estas herramientas. Además del bajo porcentaje de profesionales que cuentan con conocimientos sobre BIM, tan sólo el 17%, en torno al 50% de estos han adquirido sus conocimientos de forma AUTODIDACTA

Respecto al software BIM empleado, también existe una tendencia bastante clara y en aumento, el 90% de las personas que conocen o emplean la tecnología BIM para el desarrollo de su actividad lo hace con la aplicación REVIT.



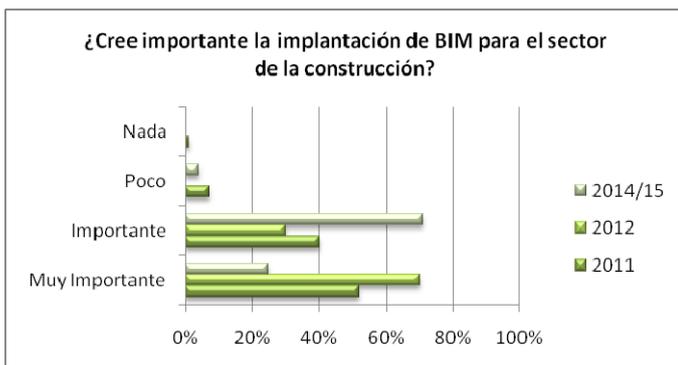
Las siguientes preguntas hacen referencia a la evolución tecnológica en el sector

¿Cree necesario que se produzca una evolución tecnológica en el sector de la construcción?



La respuesta a esta pregunta es muy contundente en torno al 95%, cree bastante y muy necesaria que se produzca una evolución tecnología.

¿Cree importante la implantación de la metodología BIM para el sector de la construcción?



En torno al 96% de los participantes consideran importante o muy importante la implantación de la metodología BIM en la construcción

¿Considera que el sector de la construcción se ha quedado estancado respecto a las nuevas tecnologías?



Aproximadamente el 75% de los participantes considera que el sector de la construcción se ha quedado estancado respecto de las nuevas tecnologías.

Los resultados de esta encuesta deben ser tomados como una pequeña parte del todo, se debe tener en cuenta que todos los encuestados que han participado en la misma tienen mayor tendencia al desarrollo y evolución del sector, mediante el empleo de BIM, debido a su interés en el campo y la voluntad de tener tiempo para participar en la encuesta. No se puede hacer extensiva a la totalidad de los integrantes del sector.

Para la comprobación de la consistencia interna de la encuesta se ha realizado una prueba estadística denominada "alfa de Cronbach". El software estadístico empleado ha sido R Commander. Los valores entre los que oscila alfa son entre 0 y 1, considerándose resultado válido a partir de 0,7 o 0,8 (dependiendo de la fuente). En este caso en particular, se obtuvieron resultados por encima de 0,8, con excepción de dos variables que han sido eliminadas. Estas dos variables han sido: *¿Emplea alguna herramienta CAD 2D para el desarrollo de su actividad?*, y *¿Cree importante la implantación de la metodología BIM para el sector de la construcción?*

Alpha reliability = 0.8414

4. CONCLUSIONES

Con este trabajo se pretende dar a conocer los motivos por los cuales las nuevas tecnologías se están imponiendo a un ritmo cada vez mayor en la industria AEC. Las exigencias del sector de la construcción son cada vez mayores, por esto es necesaria la implantación de nuevas metodologías de trabajo como BIM, que permitan afrontar los nuevos retos constructivos, con garantías de éxito económico y calidad. De esta manera se aprovechan

todos los beneficios que las nuevas tecnologías pueden aportar a este sector.

Existen hoy en día otras carencias que pueden verse superadas en el futuro, a medida que se vayan desarrollando investigaciones en este ámbito, ayudado además de los resultados de casos prácticos, en los que se irán descubriendo todas y cada una de las deficiencias de estas aplicaciones (como puede ser el intercambio de información con otras aplicaciones).

Con el tiempo los procesos y las herramientas BIM se convertirán en la corriente principal de los enfoques del mercado AEC, la demanda de profesionales cualificados BIM está aumentando ya constantemente y de forma exponencial. La falta de personal con habilidades Building Information Modeling (BIM) es un obstáculo significativo para retrasar el uso de la tecnología en la arquitectura, la ingeniería y la industria de la construcción

La baja integración que presentan las TIC en el sector de la construcción, ha tenido como principal consecuencia una continua disminución de la productividad en esta industria. Aflorando cada vez más una inminente necesidad de que se produzca la DIGITALIZACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.

Aumentar la cualificación tecnológica de los actores del proceso. Para ello, la adquisición de habilidades digitales por parte de los usuarios es fundamental, pues parte del rechazo que provoca el cambio de la tradicional forma de trabajar se debe al desconocimiento de las herramientas que deben emplear. En la era de la información y la comunicación, el empleo adecuado de las TIC para mejorar el sector, es condición imprescindible, considerándose necesaria una alfabetización digital de los integrantes de la industria AEC.

En los últimos años, se ha producido un gran empuje del concepto BIM, de la mano de los desarrolladores de software. Sin embargo, se debe hacer especial hincapié, en que el uso de las aplicaciones BIM no significa emplear la metodología BIM. Usar herramientas BIM es condición necesaria pero no suficiente para el empleo de la metodología BIM. El empleo de la metodología BIM implica conocer más de un software con los que realizar los distintos cálculos, análisis o actividades necesarias en el proceso constructivo. Mediante la interoperabilidad a través del formato IFC se puede integrar la información en el modelo BIM central.

Es fundamental para el adecuado desarrollo de un proyecto mantener informados y documentados a todos los intervinientes de forma rápida, clara y efectiva. De manera que se facilite la comprensión, intención y funcionamiento del diseño. Teniendo muy presentes las limitaciones de tiempo, presupuesto y calidad.

Los autores esperan que este trabajo sirva de acicate para modernizar los procesos empleados en el sector.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Boddy, S., Rezgui, Y., Cooper, G., Wetherill, M. (2007). Computer integrated construction: A review and proposals for future direction. *Advances in Engineering Software*, 38(10): 677–687, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.advengsoft.2006.10.007>
2. Bayo-Moriones, A., Lera-López, F. (2007). A firm-level analysis of determinants of ICT adoption in Spain. *Technovation*, 27(6): 352–366, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.technovation.2007.01.003>
3. Peansupap, V., Walker, D.H. (2005). Factors enabling information and communication technology diffusion and actual implementation in construction organisations. *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, 10(14): 193–218.
4. Oñate, E., Marcipar, J., Zárata, F. (2003). Posibilidades de las nuevas tecnologías de información y comunicaciones en el sector de la construcción. *Barcelona: CIMNE (Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería) N° 221*: Disponible en: <http://www.cimne.com/personales/eo/publicaciones/files/pi221.pdf>
5. Rwamamara, R., Norberg, H., Olofsson, T., Lagerqvist, O. (2010). Using visualization technologies for design and planning of a healthy construction workplace. *Construction Innovation*, 10(3): 248–266, doi: <http://dx.doi.org/10.1108/14714171011060060>
6. Rio, J., Ferreira, B., Poças-Martins, J. (2013). Expansión del modelo IFC con sensores estructurales. *Informes de la Construcción*, 65(530): 219–228, doi:10.3989/ic.12.043
7. Waly, A.F., Thabet, W.Y. (2003). A virtual construction environment for preconstruction plan-

ning. *Automation in constructio*, 12(2): 139–154. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0926-5805\(02\)00047-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0926-5805(02)00047-X)

8. Fuentes, M.B. (2014). *Impacto de BIM en el proceso constructivo español*, p.246, Almería: Servicios y comunicacion IGV s.l. p.50

9. Khemlani, L. (2006). The AGC's BIM Initiatives and the Contractor's Guide to BIM. *AECbytes*. Disponible en: <http://www.Aecbytes.com>.

10. Eastman, C., Sacks, R., Lee, G. (2003). Strategies for realizing the benefits of 3D integrated modeling of buildings for the AEC industry. *NIST SPECIAL PUBLICATION SP*: 9–14

11. Campbell, D.A. (2007). Building information modeling: the Web3D application for AEC. *Proceedings of the twelfth international conference on 3D web technology* (ACM), 173–176.

12. Woo, J.H. (2006). BIM (Building Information Modeling) and Pedagogical Challenges. *Proceedings of the 43rd ASC National Annual Conference*, 12–14. Disponible en: http://ascpro0.ascweb.org/archives/cd/2007/paper/C_EUE169002007.pdf [Accessed March 29, 2014]

13. Arch-Vision BV. (2013). Awareness and usage of BIM among architects is growing. British and Dutch architects have the lead. Rotterdam. Disponible en: www.arch-vision.eu

14. Coloma, E. (2011). Tecnología BIM per al disseny arquitectònic. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña. Disponible en: <http://www.practicaintegrada.com/storage/tecnologia/abim/TecnologiaBIM.pdf>

15. Teicholz, P. (2013). Labor-Productivity Declines in the Construction Industry: AECbytes Viewpoint. Disponible en: http://www.aecbytes.com/viewpoint/2013/issue_67.html [Accessed March 25, 2014]

16. QCIF. (2005). Getting it Right First Time. *Queensland Construction Industry Forum*. Disponible en: <http://www.qcif.com.au/Portals/0/PDF/0075%20Getting%20It%20Right%20The%20First%20Time%20JP.Lr.pdf>

17. Macdonald, J.A., Mills, J.E. (2011). The Potential of BIM to Facilitate Collaborative AEC Education. *Annual Conference Proceedings, American*

Society for Engineering Education Disponible en: <http://resource.unisa.edu.au/>

18. Chan, A.P., Scott, D., Chan, A.P. (2004). Factors affecting the success of a construction project. *Journal of construction engineering and management*, 130(1): 153–155, doi: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2004\)130:1\(153\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2004)130:1(153))

19. Alshawi, M., Ingirige, B. (2003). Web-enabled project management: an emerging paradigm in construction. *Automation in construction*, 12(4): 349–364, doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0926-5805\(03\)00003-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0926-5805(03)00003-7)

20. Gier, D.M. (2007, 11 de Abril). Does Learning Building Information Modeling Improve the Plan Reading Skills of Construction Management Students?, *43º Interantional Conference Proceedings*, Associated Schools of Construction. Flagstaff, Arizona.

21. Holzer, D. (2007, 27 de Septiembre). Are you talking to me? Why BIM alone is not the answer. *Techniques and Technologies: Transfer and Transformation*. Association of Architecture Schools Australasia Conference, Sydney. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2100/476>

22. del Caño, A., la Cruz, M. de, Solano, L. (2007). Diseño, ingeniería, fabricación y ejecución asistidos por ordenador en la construcción: evolución y desafíos a futuro. *Informes de la Construcción* 59(505): 53–71.

23. The Economist. (1994). *Manufacturing technology, on the cutting edge*. (1994).

24. Porter, S. (1994). *Engineering Visualization*. p.23-25, Computer Graphics World (1994).

25. Hernández, L.A. (2011). Towards the digital project. *EGA, Revista de expresión gráfica arquitectónica*, 18: 270-279, doi: <http://dx.doi.org/10.4995/ega.2011.1112>

26. Kensek, K.M. (2014). Integración de sensores medioambientales con BIM: casos de estudio usando Arduino, Dynamo, y Revit API. *Informes de la Construcción* 66:e044, doi: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.13.151>

27. Taxén, L., Lilliesköld, J. (2008). Images as action instruments in complex projects. *International Journal of Project Management*, 66(536): e044,

doi:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2008.05.009>

66(533):e005, doi:
<http://dx.doi.org/10.3989/ic.12.108>

28. Rezgui, Y., Zarli, A. (2006). Paving the Way to the Vision of Digital Construction: A Strategic Roadmap. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(7): 767-776, doi: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2006\)132:7\(767\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2006)132:7(767))

36. Ureña, A., Valdecasa, E., Ureña, O. (2013). Informe ePyme 2013. *Análisis de implantación de las TIC en la PYME española Fundetec y ONTS*. Disponible en: <http://www.fundetec.es/publicaciones/informe-epyme-2013/>

29. Madrazo, L., Massetti, M., Sicilia, A., Wadel, G., Ianni, M. (2015). SEÍS: Sistema basado en tecnologías semánticas para integrar la información energética de los edificios. *Informes de la Construcción*, 67(537):e060, doi: 10.3989/ic.13.048

37. Johnson, B.T., Gunderson, D.E. (2009). Educating students concerning recent trends in AEC: A survey of ASC member programs. *International Proceedings of the 46th Annual Conference. Associated Schools of Construction*. Disponible en: <http://ascpro0.ascweb.org/archives/cd/2009/paper/CERT144002009.pdf>

30. Azhar, S., Khalfan, M., Maqsood, T. (2012). Building information modelling (BIM): now and beyond. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 12(4): 15-28, doi: <http://dx.doi.org/10.5130/ajceb.v12i4.3032>

38. Becerik-Gerber, B., Gerber, D.J., Ku, K. (2011). The pace of technological innovation in architecture, engineering, and construction education: integrating recent trends into the curricula. *Journal of Information Technology in Construction*, 16: 411-432.

31. Lee, N., Dossick, C.S. (2012). Leveraging building information modeling technology in construction engineering and management education. in *Annual Conference Proceedings, American Society for Engineering Education*. Disponible en: http://www.asee.org/file_server/papers/attachment/file/0002/2371/Final_Draft_of_ASEE_2012_Paper.pdf [Accessed March 5, 2014]

39. Fridrich, J., Kubečka, K. (2014). BIM – The Process of Modern Civil Engineering in Higher Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 141: 763-767, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.134>

32. Khanzode, A., Fischer, M., Reed, D. (2008). Benefits and lessons learned of implementing building virtual design and construction (VDC) technologies for coordination of mechanical, electrical, and plumbing (MEP) systems on a large Healthcare project. *ITCon (Electronic Journal of Information Technology in Construction)*, 13: 324-342. Disponible en: <http://www.itcon.org/2008/22>

40. Samphaongoen, P. (2010). A visual approach to construction cost estimating. Milwaukee: Marquette University. Disponible en: http://epublications.marquette.edu/theses_open/28/

33. Salazar, G.F., Alvarez, S., Gomez-Lara, M. de L. (2013, 7 de Enero). Use of building information modeling in student projects at WPI. Proceedings of the BuildingSMART Alliance- *BIM-Forum Conference, Educational Curriculum Approaches*

41. Sacks, R., Barak, R. (2007). Impact of Three-dimensional Parametric Modeling of Buildings on Productivity in Structural Engineering Practice. *Automation in Construction*, 17(4):439-449. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2007.08.003>

34. Kymmell, W. (2008). *Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulation*, p.417, Nueva York: McGraw Hill Professional.

42. Wong, A.K.D., Wong, F.K., Nadeem, A. (2009). Comparative roles of major stakeholders for the implementation of BIM in various countries. *Integration And Collaboration 3, Changing Roles*, Hong Kong Polytechnic University.

35. García-Alvarado, R., González, A., Bustamante, W., Bobadilla, A., Muñoz, C. (2014). Características relevantes de la simulación energética de viviendas unifamiliares. *Informes de la Construc-*

43. Smith, P. (2014). BIM Implementation – Global Strategies. *Procedia Engineering* 85:482-492. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2014.10.575>

44. CabinetOffice. (2011). Government Construction Strategy. London, UK: HMSO (2011). Disponible en:

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/61152/Government-Construction-Strategy_0.pdf

45. El Ministerio de Fomento constituye la Comisión para la implantación de la metodología BIM - Noticias - Sala de Prensa - Ministerio de Fomento. Disponible en: <http://www.fomento.gob.es/MFOMBPrensa/Noticias/El-Ministerio-de-Fomento-constituye-la-Comisi%C3%B3n-la/1b9fde98-7d87-4aed-9a46-3ab230a2da4e> [Accessed July 27, 2015]

46. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. 2^a ed. John Wiley & Sons.

47. Finne, C., Hakkarainen, M., Malleson, A. (2013). Finnish BIM Survey 2013. Disponible en: https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/tutkimus-ja_kehittamistoimita/6JKcTDSMO/BIM_Survey_Finland_findings.pdf

48. Digicon. (2013). Digicon/ IBC National BIM Survey. Disponible en: http://www.digicon.ab.ca/data/Sites/1/downloads/spexnews/canadian_bim_survey_2013_2013-06-26-all-logos.pdf

49. NBS. (2014). NBS National BIM Report 2014. in (London: Enterprise Ltd).

50. Arayici, Y., Khosrowshahi, F., Ponting, A.M., Mihindu, S. (2009, 20 de Mayo). Towards implementation of building information modelling in the construction industry, en: Fifth International Conference on Construction in the 21st Century (CITC-V) "Collaboration and Integration in Engineering, Management and Technology", Istanbul, Turkey.

51. McGraw Hill. (2014). The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets: How contractors around the world are driving innovations with Building Information Modelling. Smart MarketReport. Disponible en:

<https://synchroltd.com/newsletters/Business%20Value%20Of%20BIM%20In%20Global%20Markets%202014.pdf>

52. Issa, R.R., Suermann, P. (2009). Evaluating industry perceptions of building information modeling (BIM) impact on construction. *Journal of Information Technology Construction*, 14:574–594. Disponible en: <http://www.itcon.org/2009/37>

53. Eadie, R., Odeyinka, H., Browne, M., McKeown, C., Yohanis, M. (2014). Building Information Modelling Adoption: An Analysis of the Barriers to Implementation. *Journal of Engineering and Architecture*, 2(1):77–101. Disponible en: https://www.academia.edu/8293273/Building_Information_Modelling_Adoption_An_Analysis_of_the_Barriers_to_Implementation

54. Sacks, R., Barak, R. (2010). Teaching building information modeling as an integral part of freshman year civil engineering education. *Journal of professional issues in engineering education and practice*, 136(1):30–38, doi: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000003](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000003)

55. Hartmann, T., Fischer, M. (2007). Supporting the constructability review with 3D/4D models. *Building Research & Information* 35(1):70–80, doi: <http://dx.doi.org/10.1080/09613210600942218>

56. Du, R., Foo, E., Boyd, C., Fitzgerald, B.F. (2004). Secure communication protocol for preserving E-tendering integrity. Disponible en: <http://eprints.qut.edu.au/27356>

57. Dedrick, J., Gurbaxani, V., Kraemer, K.L. (2003). Information technology and economic performance: A critical review of the empirical evidence. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 35(1):1–28, doi: <http://dx.doi.org/10.1145/641865.641866>

58. Kohli, R., Devaraj, S. (2003). Measuring information technology payoff: A meta-analysis of structural variables in firm-level empirical research. *Information systems research*, 14(2):127–145, doi: <http://dx.doi.org/10.1287/isre.14.2.127.16019>



Asociación Española de Dirección Integrada de Proyectos

BIM PROJECT MANAGEMENT

“Estamos a la vanguardia porque la innovación está en nuestro ADN”

ARUP iceacsa GRUPO Hill International
ayesa integral Sach consulting&services
VILA ASSOCIATS Management Services TECNICAS REUNIDAS NOVA Ing TYPSA INGENIEROS CONSULTORES Y ARQUITECTOS
VALERI CONSULTORS ASSOCIATS SGS Bovis
PROJECTS FACILITIES & MANAGEMENT LKS 3 JONES LANG LASALLE
INTEINCO ACTIO MA MORO OJEDA Y ASOCIADOS

www.aedip.org

Objetos, Elementos o Contenido BIM, Calidad, Legalidad y Responsabilidad

Pablo Daniel.Callegarris

CEO de Bimetica y Abogado consultor BIM, Barcelona, España

1 INTRODUCCIÓN

Hay muchas formas de denominar un producto de la construcción en formato de archivo BIM. Los más populares son objetos, contenido, elementos BIM, familias, objetos GDL, etc. Lo cierto es que cada vez hay más clasificaciones en función al país, el nivel de LOD o por defecto, lo que determine las partes contratantes al momento de definir el alcance e implicación que tendrá una denominación o nomenclatura en un proyecto.

A ello se añade, que existen objetos, que por su participación y momento de proyección, puedan aportar cualidades o características genéricas, sin entrar en especificaciones, como pueden ser los elementos BIM especializados o de marca (fabricante). En consecuencia, nos encontramos con objetos genéricos y de marca, los cuales cada uno cumplirán una función específica en cada momento, culminado siempre en una prescripción de un producto real.

Lo más importante como se subraya en el entorno BIM, es la “I” (*Information*) que es lo que determinará las particularidades de cada elemento que se in-

troduce en el proyecto y su implicación en las distintas fases, de diseño o proyección, de ejecución y mantenimiento de una edificación.

2 ELEMENTOS BIM DE MARCA Y SU MATERIALIZACIÓN.

Cuando se modela un elemento BIM de marca, lo que se hace es programar una serie de información en parámetros que obedecen a un producto real, los cuales se transferirán al proyecto cuando éste se incorpora.

Este proceso conlleva que, el agente encargado de especificar un elemento BIM de marca, confía en ese objeto, es decir, en la información y contenido gráfico, por motivos de idoneidad inherentes de ese producto y determinados en relación a la funcionalidad y prestación que aportará al proyecto. En otras palabras, este agente ha decidido demandar ese producto y no otro, en función de la información que ofrece ese elemento BIM.

Se genera de esta forma, la prescripción del objeto BIM y por tanto una futurible materialización, mediante la compra del producto que representa.

Implicaciones Legales – La información introducida y avalada.



Figura 1. Relación entre la información y el LOD.

3 CALIDAD DEL ARCHIVO BIM

Cuando nos referimos a la calidad del elemento u objeto BIM, hacemos referencia a dos cualidades que ha de tener un buen archivo, que son; la primera, su configuración técnica y/o programación, entendiéndose por esta la usabilidad del archivo en proyecto, representación gráfica y su peso (Esta cualidad no será objeto de estudio en este artículo), y segundo la información de las cualidades y particularidades del producto (En esta última cualidad nos centraremos).

Cuando se habla de un elemento BIM de marca, lo primero que hay que indagar es si ese archivo ha sido avalado por la empresa fabricante o distribuidora correspondiente a su marca, y no confundirnos con imitaciones o usos ilegítimos de marcas que desvirtuarán la validez de la información.

Esto es así, porque es la empresa fabricante o distribuidora la que puede responder por la información que da al mercado. Desde el momento que esta información proviene de terceros no avalados, o es manipulada, o se instrumentaliza en el objeto BIM de forma particionada, se puede excluir de responsabilidad al fabricante o distribuidor por vicios ocultos o defectos en el producto o información falsa o errónea, ya que la cadena de traspaso de información se encuentra corrompida o manipulada.

Cuando esto sucede, no se puede hablar de un objeto o elemento BIM de marca con calidad. En esta situación, prescribir un archivo BIM que refleja cualidades de un producto de marca corrompido o manipulado, sigue siendo en el fondo un archivo genérico renombrado, por lo tanto se produce una discordancia en el entorno BIM, ya que el fabricante nunca será responsable, porque si algo falla posteriormente, podrá alegar u oponer las causas anteriormente mencionadas, y con ello se libera de responsabilidad.

En este caso BIM deja de ser una ventaja, y tenemos que estar a lo que indique el producto real en su etiquetado, folleto o documento técnico del producto, de esta forma, y con estos documentos sí que podemos aislar la veracidad de la información y con ello tener garantías.

A consecuencia de mi trabajo como consultor para empresas fabricantes de productos y materiales de construcción en entorno BIM, muchos de mis clientes han ido plasmando una serie de preguntas que a modo de síntesis reproduciré y a las cuales intentaré dar mi aproximación jurídica, sobre la legalidad y responsabilidad atribuible a cada actor.

¿Qué pasa cuando tenemos un elemento BIM de marca avalado y es manipulado en proyecto por un agente? ¿De quién es la responsabilidad por producto defectuoso?

Lo primero que se ha de destacar en este escenario es que, el archivo BIM, entra con información avalada, aquí la empresa ofrece una garantía sobre su contenido y por tanto la empresa se hace responsable de lo que ofrece.

La diferencia entre la exclusión de la responsabilidad o no del fabricante, es conocer cuál es la información que ha sido manipulada por el agente y cómo puede afectar ésta a la toma de decisiones, sobre su compra, incorporación a proyecto, prestaciones, o garantías. En este último caso, la responsabilidad que puede desprender la prescripción y utilización del producto puede ser susceptible de transferir al agente que lo ha manipulado, siempre que el vicio, el cual se reclame no recaiga sobre la información originaria del archivo.

¿Qué pasa cuando se prescribe un objeto BIM y su contenido no corresponde a las cualidades del producto real?

Ya hemos adelantado parte de la respuesta en los textos anteriores. Parase clara la imputación de la responsabilidad por defectos del producto al fabricante; pero, tenemos que remitirnos a la veracidad y aval de la información. Si bebemos de una fuente corrompida de información lo probable es que el resultado sea consecuencia de su fuente, siendo en este caso la exclusión de la responsabilidad al fabricante.

Diferente es, cuando ese objeto BIM reviste toda la apariencia de validez, y es proporcionado por una fuente fiable, es decir, del propio fabricante o terceros autorizados. En este caso, si existe una discordancia, entre las cualidades y prestaciones del objeto BIM y el producto real, es la empresa fabricante o distribuidora la que es responsable. En este caso, el agente legitimado tendrá derecho a ejercer las acciones indemnizatorias correspondientes.

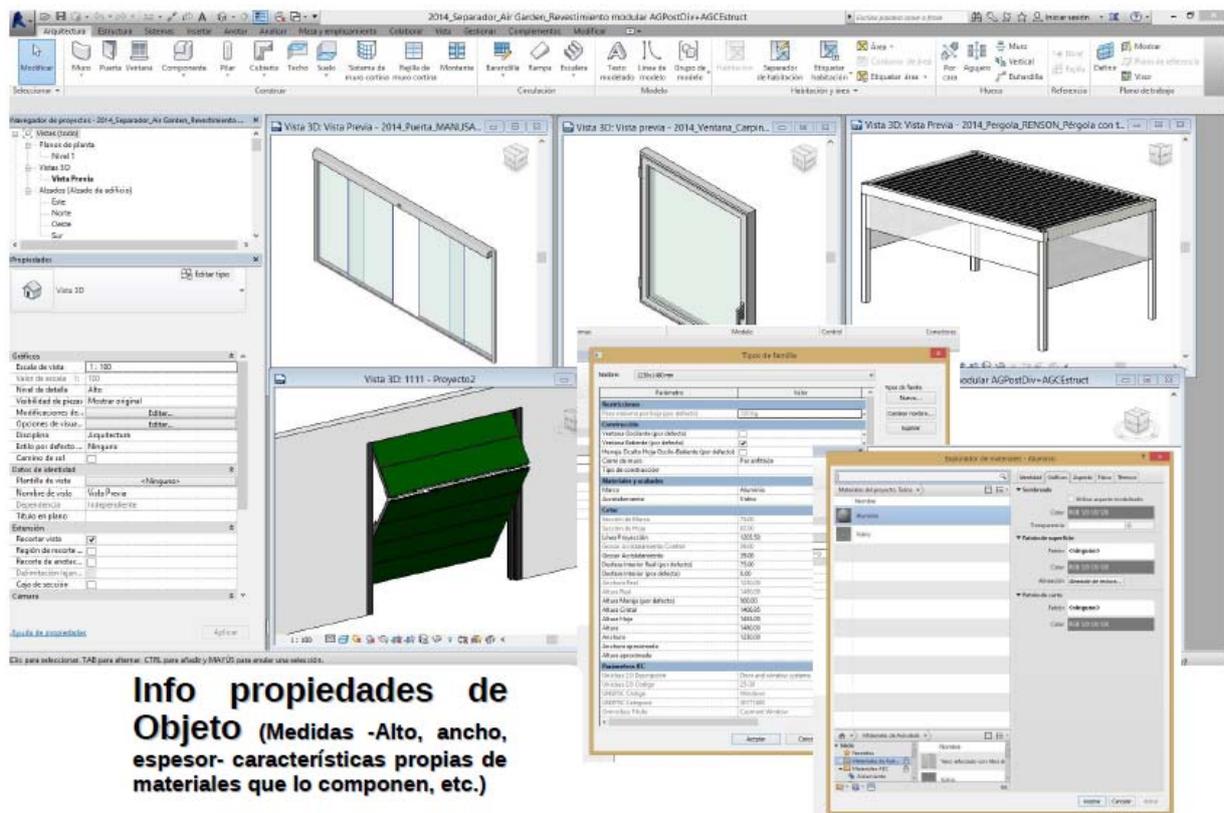
¿Hay Competencia Desleal cuando un objeto BIM contiene información con características falsas o erróneas, u omite determinada información?

Suponiendo que partimos de un archivo cuyas fuentes están avaladas, se da el supuesto de que la empresa fabricante o distribuidora, está dando a conocer al mercado una información incorrecta y que determina una conducta en el adquirente.

El objeto funciona dentro del entorno BIM, como una etiqueta o ficha técnica, emitiendo de esta forma una publicidad que condiciona la conducta del consumidor. Ello quiere decir, que el objeto BIM se constituye como medio de prueba.

De acuerdo con lo previsto con el artículo 5.1 de la Ley 3/1991 de 10 de diciembre de Competencia Desleal (LCD), “Se considerará desleal por engañosa cualquier conducta que contenga información falsa o información que, aun siendo veraz, por su contenido o prestación induzca o pueda inducir a error a los destinatarios, siendo susceptibles de alterar su comportamiento económico... sobre las características del producto...”

Doctrinal y jurisprudencialmente se exige para que pueda hablarse de la existencia de engaño, que han de darse los siguientes elementos:



Info propiedades de Objeto (Medidas -Alto, ancho, espesor- características propias de materiales que lo componen, etc.)

Figura 2. Parametrización de propiedades de objetos

- Deberán considerar en fraude a quienes se hallen en el mercado; fraude que puede consistir en caracterizarse por contener omisiones que lleven a engaño, así será engañoso la conducta que pueda inducir a error a las personas a las que se dirige o genera falsas expectativas en los destinatarios.
- Los causas para su ejecución son; (I) la mera presentación de los productos, mediante la utilización o difusión de indicaciones incorrectas, (II) la omisión de determinados datos verdaderos y, (III) cualquier otro medio (Archivo BIM por ejemplo) que implique ese

engaño o error sobre la naturaleza, modo de fabricación o distribución, características, aptitudes de empleo, calidad y cantidad de productos.

A su vez, determina el artículo 18 de la LCD, que “La publicidad considerada ilícita por la Ley 34/1988, de 11 de noviembre, General de Publicidad (LGP), se reputará desleal”. En tal sentido, un objeto o elemento BIM, se puede considerar como un canal de comunicación y por tanto de publicidad, tendente a promocionar el uso y prescripción del producto.

Con la aplicación de la LCD, la información utilizada (errónea o falsa) y la omitida, son por sí mis-

mas suficientemente indicativas de que un objeto o elemento BIM, pueda inducir a error al usuario o consumidor, lo que ya es suficiente para que se pueda estimar que concurre un ilícito.

¿Un objeto BIM de marca ha de tener una información mínima sobre las características y cualidades para que no sea contrario a la Ley?

Esta pregunta no es pacífica, en el sentido que no existe precedente jurisprudencial alguno en el mundo del BIM, que nos ilustre significativamente. No obstante intentare dar una aproximación de argumentación jurídica.

A pesar que la reciente Directiva Europea de Contratación de Obra Pública (DIRECTIVA 2014/24/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 26 de febrero de 2014, sobre contratación pública y por la que se deroga la Directiva 2004/18/CE) en su artículo 22.4 ilustra sobre la utilización de BIM en proyectos públicos “Para contratos públicos de obra y concursos de proyectos, los Estados miembros podrán exigir el uso de herramientas electrónicas específicas, como herramientas de diseño electrónico de edificios o herramientas similares...”, lo cierto es que nada menciona de forma directa sobre los objetos o elementos BIM y por tanto su información básica. No obstante el espíritu de la Directiva, menciona a los edificios que pueden estar diseñados con herramientas electrónicas, y un objeto o elemento BIM es siempre formará parte de ese edificio electrónico, por lo que nos falta encontrar es una norma de cobertura que nos oriente sobre su contenido mínimo.

Aquí entra en juego el Reglamento Europeo sobre la comercialización de Productos de la Construcción (REGLAMENTO (UE) No 305/2011 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo), del que se desprende de su cuerpo legal, el contenido mínimo de prestaciones que ha de informar el producto. En particular, el artículo 1, “El presente Reglamento fija condiciones para la introducción en el mercado o comercialización de los productos de construcción estableciendo reglas de armonización sobre como expresar las prestaciones de los productos de construcción...”. En tal sentido, el artículo 6 del Reglamento 305/2011, nos describe el contenido mínimo que ha de tener el documento de Declaración de Prestaciones que va asociado al producto, indicando en su ap. 1 “La declaración de prestaciones expresará las prestaciones del producto de construcción en relación a

sus características esenciales...” Aclaremos que este Reglamento 305/2011 no habla ni menciona objetos, elementos o contenido BIM, pero si nos define que parámetros o características ha de tener un producto que se comercialice en la Unión Europea.

Si tenemos en cuenta la Ley General de Publicidad (LGP), en su artículo 2.1 “A los efectos de esta Ley, se entenderá por: - Publicidad: Toda forma de comunicación (El archivo BIM que es un documento electrónico) realizada por una persona física o jurídica, pública o privada, en el ejercicio de una actividad comercial, industrial, artesanal o profesional con el fin de promover de forma directa o indirecta la contratación de bienes muebles o inmuebles, servicios, derechos y obligaciones. Destaca el 3.e del mismo cuerpo legal que, se considera ilegal “La publicidad engañosa, la publicidad desleal y la publicidad agresiva, que tendrán el carácter de actos de competencia desleal en los términos contemplados en la Ley de Competencia Desleal”.

En tal sentido, podemos aproximar la conclusión en base a la LGP y LCD, que la omisión en la información mínima de las características de un producto (en este caso en formato de archivo BIM de un producto de la construcción) es potencialmente constitutivo ilícito, siempre que el objeto BIM que se exponga promueva de forma directa o indirecta la compra del producto que representa.

5 BIBLIOGRAFÍA

Real Decreto de 24 de julio de 1889, texto de la edición del Código Civil.

Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

Real Decreto de 22 de agosto de 1885, por el que se publica el Código de Comercio.

Ley 3/1991, de 10 de enero, de Competencia Desleal.

Ley 34/1988, de 11 de noviembre, General de Publicidad.

Reglamento (UE) No 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo.

Directiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre contratación pública y por la que se deroga la Directiva 2004/18/CE.



Busca la calidad en archivos BIM de productos de la construcción ...

www.bimetica.com



Solicita objetos BIM

No malgastes tu tiempo y dinero modelando archivos BIM de productos de la construcción. Haz que la empresa fabricante los provea para tu proyecto.



Desarrollo de Catálogos BIM

www.FabricantesBIM.com es la consultoría especializada en soluciones BIM para la empresa fabricante.



25-28
OCTUBRE
2016
Madrid - España



Bimetica Partner de la BIMExpo. Para más información de las actividades BIM: info@bimetica.com / +34 932 267 322





25-28
OCTUBRE
2016
Madrid - España



BIMEXPO, del 25 al 28 de octubre es el marco del mayor evento BIM Europeo en soluciones constructivas.

BIMEXPO, organizado por IFEMA, y en el marco de ePower&Building, que se celebrará del 25 al 28 de octubre en Madrid, es un evento con repercusión internacional, cuyo objetivo es fomentar las relaciones de negocios entre los profesionales y empresas del sector, promover el posicionamiento de las marcas, productos y servicios relacionados con el BIM y dar a conocer las últimas tendencias del mercado en innovaciones tecnológicas y normativas.

El espacio de encuentro en BIMEXPO, está destinado a, estudios de arquitectos, diseñadores, ingenierías, consultoras, constructoras, promotoras, instituciones, empresas fabricantes con sus catálogos BIM, desarrolladores de software y aplicaciones, servicios webs especializados y universidades y escuelas de formación.

BIMEXPO cuenta con el apoyo y colaboración de BIMETICA como socio coorganizador de las diferentes actividades y áreas BIM que se desarrollarán durante el evento. La participación de BIMETICA se basa en el papel destacado que ha tenido la empresa en el ámbito de la consultoría, auditoría, desarrollo y promoción de esta nueva metodología de trabajo entre los diversos agentes de la construcción, generando oportunidades de negocio y valor en el conocimiento del BIM.

Igualmente la Building Smart Spanish Chapter, la asociación más importante en el mundo del BIM, tendrá una participación y papel destacado en la BIMEXPO, apoyando el evento y representando los intereses de los diferentes agentes de la construcción comprometidos con el BIM.

BIMEXPO estará compuesto por varias áreas temáticas e iniciativas como:

AREA EXPO.

Acogerá a todas aquellas empresas interesadas en participar como expositores, promoviendo el encuentro comercial face2face, y dando a conocer sus soluciones, Esta modalidad pone a disposición de las empresas un modelo de participación estándar de boxes a partir de 6 m2, modulares todo equipado, por un coste desde 1.365€ + IVA, todo incluido.

El área expositiva de BIMEXPO estará anexo a CONSTRUTEC, Salón Internacional de Materiales, Técnicas y Soluciones Constructivas.

Con el objetivo de identificar la oferta BIM en el catálogo de participantes en el conjunto de los salones de ePower&Building, se identificarán todas aquellas empresas que cuentan con productos en BIM. Del mismo modo, IFEMA ofrece el servicio gratuito de desarrollar un producto de su portfolio en formato BIM, (Software Revit®, en inglés y español) por cortesía de la empresa BIMETICA. El objetivo es generar oportunidades de negocios para la empresa fabricante de productos y materiales de la construcción, en entornos de proyectos nacionales e internacionales cada vez más exigentes y competitivos.

BIM FORUM

Esta área cuenta con un espacio de conferencias multi nivel y por temáticas de influencia en BIM. Las conferencias estarán enfocadas por una parte, a profesionales y empresas que se inician en el mundo del BIM y quieran conocer las diferentes tendencias y opciones en el mercado y, por otra parte, a aquellos agentes con mayor especialización que quieran profundizar en los conceptos más innovadores de los expertos BIM con mayor influencia.

Los ciclos de ponencias tendrán las temáticas:

- BIM, Necesidad de su implantación nacional e internacional.
- BIM, Visión de los despachos de Arquitectura, Ingeniería y Constructoras.
- Rehabilitación y Sostenibilidad en el entorno BIM.
- Catálogos de Productos BIM, Estándares y Calidad.
- BIM, en compromiso institucional.
- Formación en BIM y nuevas tendencias.
- Tecnologías que dan cobertura a BIM



25-28
OCTUBRE
2016
Madrid - España



BIMEXPO, del 25 al 28 de octubre es el marco del mayor evento BIM Europeo en soluciones constructivas.

NETWORKING BIM

Con el objeto de fomentar contactos y negocios entre los asistentes a la BIMEXPO, se habilitará una sala de encuentro tras cada una de las jornadas de ponencias, en las que podrán establecer contacto entre los ponentes y profesionales oyentes.

FORO BIM EUROPEO-CEN

BIMEXPO, patrocinará el tercer encuentro anual de la Comisión Europea de Normalización de BIM. El objetivo es que los principales responsables y representantes de Alemania, Inglaterra, Portugal, Italia, Noruega, Francia, Austria Bélgica, República Checa, Dinamarca, Finlandia, Países Bajos, Suecia que están trabajando en el desarrollo de normativas comunes, puedan conocer la dimensión de la industria del BIM, disfrutando de un entorno único en la materia.

BIM LIVE DEMO

BIM LIVE DEMO es el concurso BIM de la BIMEXPO, que contará con un espacio dinámico e interactivo en el que equipos de trabajo multidisciplinares estarán durante los 4 días del evento diseñando en BIM diferentes espacios, con el objetivo de visualizar las opciones y posibilidades de modelizar y diseñar virtualmente en directo.

Durante el BIM LIVE DEMO los diferentes equipos participantes presentarán las experiencias más interesantes y los últimos avances de este nuevo método de trabajo basado en la gestión de la información generada durante el ciclo de vida de una construcción. Un método que hay que conocer y dominar como un proceso dirigido a la mejora de la calidad, eficiencia y eficacia en cualquier proyecto, obra de edificación y obra civil.

BIM AWARDS

Dentro de los Premios de Arquitectura VETECO-ASEFAVE se incorpora la modalidad de mayor puntuación por los proyectos presentados en BIM.

Los salones de ePower&Building VETECO, CONSTRUTEC, URBÓTICA y MATELEC, a los que se suma BIM, y que mantendrán su identidad y espacio propios, pondrán en común su capacidad de convocatoria para captar, por un lado, los sectores profesionales prescriptores (ingenierías, industria, automatización de procesos, promotores y constructoras, arquitectura, facility managers, gestores públicos de obra civil e infraestructuras, urbanismo, sector terciario...) y, por otro, los profesionales especializados de cada una de las convocatorias (instaladores, integradores, distribución, talleres, carpinterías, empresas de reforma y rehabilitación...). La transversalidad y las sinergias de innovación entre todos estos sectores y salones será el punto clave de la convocatoria".

¡Está siendo un año apasionante!

Bienvenid@ a un nuevo escenario.

Contacto:



Raul Calleja
Director de Certámenes IFEMA
raul.calleja@ifema.es
Tel. 91 722 57 39 / Fax. 917225803
Feria de Madrid. 28042 Madrid.
Contacto para Stand en Feria.



Pablo Callegaris
CEO de Bimética
pabloc@bimetica.com
Tel. +34 932 267 322
C/ Dr. Martí i Julia 64, Entresuelo.
CP. 08903 - L'Hospitalet de Llobregat
Contacto para patrocinio BIMEXPO.

 buildingSMART®
Spanish home of openBIM®

