

XI CONGRESO INTERNACIONAL DE  
EXPRESIÓN GRÁFICA APLICADA A LA EDIFICACIÓN  
GRAPHIC EXPRESSION APPLIED TO BUILDING INTERNATIONAL CONFERENCE

INVESTIGACIÓN GRÁFICA  
EXPRESIÓN ARQUITECTÓNICA  
GRAPHIC RESEARCH, ARCHITECTURAL EXPRESION

ACTAS: COMUNICACIONES Y PÓSTERS



Primera edición 2012

© Comité Organizador (Editor)

Diseño gráfico y maquetación  
Francisco Javier Sanchis Sampedro  
Colaboración\_ Fabián Criado

Diseño Página web  
Miguel López Sanchis  
Francisco Javier Sanchis Sampedro

© de la presente edición:  
Editorial Universitat Politècnica de València  
[www.editorial.upv.es](http://www.editorial.upv.es)

Imprime: La Imprenta CG.

ISBN: 978-84-8363-964-1  
Depósito legal: V-3339-2012  
Ref. editorial: 2064

Queda prohibida la reproducción, distribución, comercialización, transformación, y en general, cualquier otra forma de explotación, por cualquier procedimiento, de todo o parte de los contenidos de esta obra sin autorización expresa y por escrito de sus autores.

Impreso en España

## LA INTEROPERABILIDAD DEL MODELO VIRTUAL DE INFORMACIÓN

Juan Enrique NIETO JULIÁN  
David MARÍN GARCÍA  
Fernando RICO DELGADO  
Juan José MOYANO CAMPOS

Universidad de Sevilla  
Departamento de Expresión Gráfica e Ingeniería en la Edificación

### Abstract text

For a decade we have experienced with Graphisoft software generated virtual models of information, usually spread by the term BIM and its use in teaching as a strategy for surveying and mapping, establishing the fact edificatory perceptively to the best knowledge the student, but also, and most notably, the model is ready to be explored by other collaborative disciplines following preset protocols for efficient transmission of information.

Clearly, the work in any field is multidisciplinary, but you have to promote and strengthen interdisciplinarity is today, and now more than ever it is necessary for a tool to that workflow. The use of BIM applications, makes collaboration a necessity to be present at all stages in which the project is: study and previous analyzes in the next phase of design process, the subsequent implementation phase and, of course, in building maintenance. With proper tools in the design process to allow full transparency of the knowledge of each party involved, to which we add the transfer of the same, we will extend our view to a new interdisciplinary space. Therefore, for attaining an efficient interoperability must maintain a flow of information without slips.

### Introducción

El IEEE<sup>70</sup> define interoperabilidad como la habilidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información. Si atendemos a la *Norma ISO 19101, 2002: Modelo de referencia*, esta propone como definición de interoperabilidad: "la capacidad de los sistemas o componentes de intercambiar información y de poder controlar el procesamiento cooperativo entre aplicaciones. Para ello se precisan: capacidades de localización de la información y las herramientas de proceso; entender y usar la información y las herramientas descubiertas; poder desarrollar entornos de proceso para uso comercial sin restricciones de la oferta única en el mercado; poder desarrollar infraestructuras de información y procesamiento para servir a los distintos tipos de mercado y promover un mercado libre de competencia entre los consumidores". Este intercambio de información puede ser analizado desde cabos diversos: la de los datos, la de los servicios, la de las organizaciones y la de las aplicaciones (Gordon 2003).

En estos últimos diez años, en el campo de la Información Geográfica, un gran número de investigadores están implementando aplicaciones informáticas orientadas al intercambio de datos y al encadenamiento de servicios (Manzo, et al. 2008). Son los llamados Sistemas SIG o GIS herramientas que permiten a los usuarios analizar la información espacial, editar datos, mapas, interactuando y presentando los resultados de todas estas operaciones (Goodchild, Egenhofer, Fegeas 1997).

Las aplicaciones SIG realizan una gestión de la información espacial, separándola y clasificándola en capas temáticas, permitiendo al profesional almacenar datos de manera muy rápida y cómoda. También posibilita relacionar la información existente a través de la topología de los objetos intervinientes generando otra nueva de manera satisfactoria.

Pero en el campo de la edificación, con el actual ámbito de "eficiencia" que nos envuelve y nos atomiza, y sus variados adjetivos: energética, productiva,..., económica, es imperioso la reciprocidad de una información cada vez más especializada; no podríamos hablar de una edificación verdaderamente eficiente sin hacer uso de unas herramientas y/o equipos que pongan el término de interoperabilidad en el centro de toda la cadena de producción.

### Una Interoperabilidad eficiente

Durante una década hemos experimentando con las nuevas aplicaciones de representación gráfica que generan modelos virtuales, generalmente difundidos con el término BIM<sup>71</sup> y su utilización en la docencia como estrategia de levantamiento y análisis gráfico, estableciendo el hecho edificatorio de manera perceptiva para el mejor conocimiento por parte del alumno. Pero lo más destacable hoy es que además constituyen un potente núcleo de información, donde el modelo estará preparado para ser explorado por otras disciplinas colaborativas siguiendo unos protocolos preestablecidos para una transmisión eficiente de la información.

Es evidente que el trabajo en cualquier campo es multidisciplinar, pero lo que hay que promocionar y reforzar hoy es la interdiscipliniedad, y ahora más que nunca se hace necesario de una herramienta que permita ese flujo de trabajo. La utilización de las aplicaciones BIM, convierte a la colaboración en una necesidad, que

<sup>70</sup> Institute of Electrical and Electronics Engineers, en español Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, asociación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización.

<sup>71</sup> Building Information Modeling: Allplan de Nemetschek y Archicad de Graphisoft.



estará presente en todas las fases en las que se encuentre el proyecto: estudio y análisis previos, en la siguiente fase de proceso de diseño, en la posterior fase de ejecución y, como no, en el mantenimiento del edificio. Con unas herramientas adecuadas en el proceso de diseño que permita una total transparencia de los conocimientos entre las partes implicadas, a lo que le añadiremos la transferencia de los mismos, nos permitirá extender nuestra vista a un nuevo espacio interdisciplinar (Nieto 2010). Por tanto, para lograr una *interoperabilidad eficiente* se debe salvaguardar un flujo de información sin deslices.

### Estructuración de la información generada en el modelo virtual

Se hace obligatorio de un programado y estructurado procedimiento de actuación desde el mismo momento que se germina la idea – boceto/croquis-. La estructuración de los trabajos se dividirá en diferentes fases, planteadas según el tipo de intervención y las características de la edificación, que se deberán encadenar una tras otra hasta la consumación de los objetivos planteados en el inicio. Esta etapa debe extrapolar la fase proyectual, para confeccionar un modelo con información estructurada que permita su gestión y su traslado a las diferentes disciplinas a intervenir, tanto en la redacción como en la ejecución, y que promoviese el trabajo interdisciplinar evitando interferencias e imprevisiones.

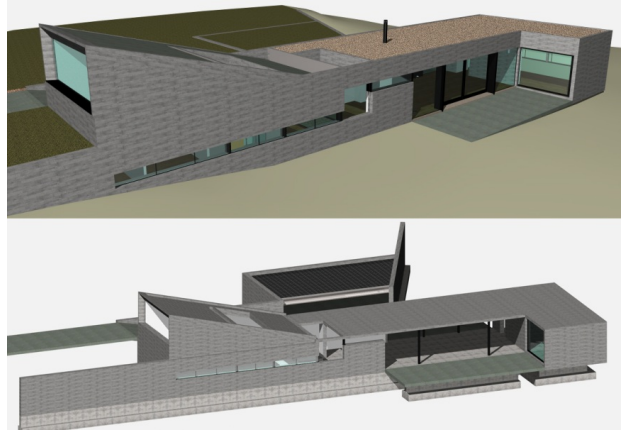


Fig 1. Maqueta de la Casa Bianna, completa y filtrada en fase estructural. 2011. Curso Interoperabilidad del Modelo Virtual (Building Information Modeling). Nivel II. Cfp. Universidad de Sevilla

El uso de archivos con proyecciones bidimensionales se hace insuficiente para que el trabajo fluya sin olvidos ni malas interpretaciones entre el proyectista y el ingeniero especialista. Pero tampoco hay que buscar una maqueta tridimensional con todo sus acabados y revestimientos, que puede estar muy bien para interpretar virtualmente el hecho arquitectónico y su entendimiento por parte del cliente, sino un modelo gráfico que permita un flujo de información esencial para cada disciplina participativa en función de sus prioridades técnicas. Así, puesto que la información esencial demandada por cada disciplina es diferente, ésta debe ser filtrada antes de su transmisión desde el diseñador.

El diseñador, sea arquitecto o ingeniero, está generando el modelo arquitectónico a la vez que construye virtualmente el edificio y necesita modelar toda la estructura, desde el núcleo estructural hasta el acabado final de toda unidad portante. Por ello, en el proceso de modelado tendremos que considerar el montaje progresivo de todos los elementos intervinientes según el ciclo lógico de una ejecución real de la obra. La elaboración de la maqueta virtual hay que estructurarla como un verdadero proceso constructivo, que iniciada en la base o cimentación se finalizará en la cumbre de la cubierta.



Fig 2. Maqueta virtual seccionada por planta de acceso. 2012. Curso Interoperabilidad. Cfp. Universidad de Sevilla

Aunque el modelo que se esté levantando represente cada sistema constructivo acabado – con revestimientos en pilares, forjados, y paramentos-, éstos son superfluos en el caso de exportar el modelo a un software de cálculo estructural; por ejemplo, el forjado representado con un espesor de 40 cm incluye solamente 27 cm con función estructural, mientras el resto lo son revestimientos: 10 cm de solería y 2 cm de yeso o placa de escayola.

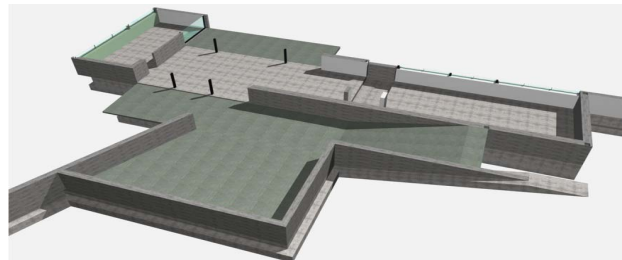


Fig 3. Maqueta estructural filtrada seccionada por la planta de acceso. 2012. Curso Interoperabilidad. Cfp. Universidad de Sevilla

Porque sólo definiendo al detalle todos los sistemas o elementos intervinientes se puede conseguir una construcción "eficiente".

Una de las mayores ventajas que nos proporciona el modelo BIM es que nos permite clasificar por categorías los elementos representados, y posteriormente gestionar la visualización de los mismos por un filtrado.

Esta colaboración entre diferentes disciplinas se ha estandarizado con el formato IFC<sup>72</sup>, que transmite la información gráfica visualizada en el modelo de información, pero puede ser insuficiente sino se sigue un protocolo de necesidades básicas y se consensua los requisitos específicos de cada componente.

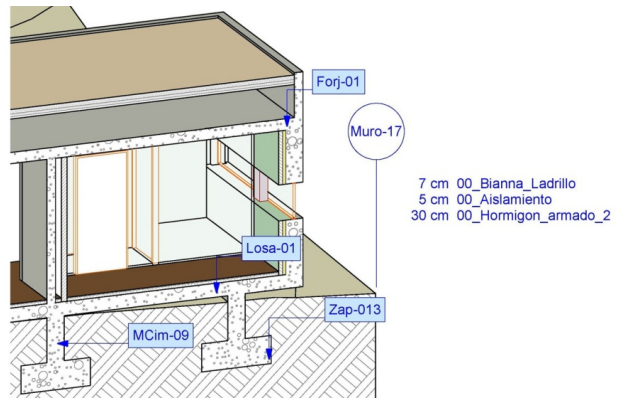


Fig 4. Detalle de la maqueta arquitectónica con revestimientos. 2011. Curso de Interoperabilidad. Cfp. Universidad de Sevilla

### La preparación del modelo arquitectónico para la fase estructural

Para que el diseñador pueda compartir información gráfica con el ingeniero especialista en estructuras, el modelo debe contar con unos datos concretos que cumplan los siguientes requisitos:

- Filtrado de la envolvente, de los elementos divisorios, de las carpinterías y del mobiliario dejando sólo los elementos de carga del proyecto.
- Visualización de los núcleos de elementos estructuras compuestos, ocultando emparchados en pilares, pavimentos y falso techos en forjados y cubiertas.
- Una clasificación los todos elementos de cimentación y estructura clasificados por su función de carga.
- Los elementos exportados deben ser procesables por el software de cálculo estructural usado por el ingeniero facilitando la creación inicial del modelo de estructura.

Estas exigencias servirán para sobrepasar una clara representación virtual y poder progresar en la importancia funcional del modelo, donde es muy importante el posicionamiento exacto de cada componente estructural dentro del global: ahora el ingeniero que importe el modelo filtrado respetará los retranqueos de pilares, vigas y forjados, tomando sus caras fijas respeto al extradós de la envolvente del modelo arquitectónico.

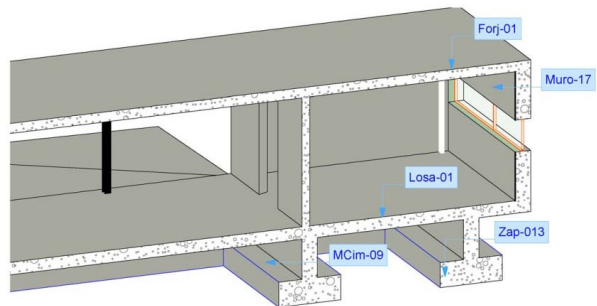


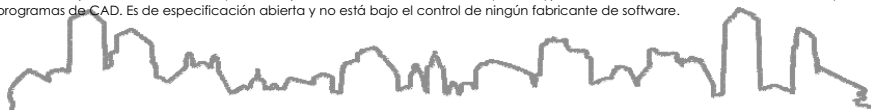
Fig 5. Detalle de la maqueta estructural filtrada. 2011. Curso de Interoperabilidad. Cfp. US

### Gestión de la información del modelo gráfico virtual

Como ejemplo de transferencia de información gráfica en el campo estructural presentamos la Casa Bianna (Hidalgo-Hartmann. 2002-2006. La Garrotxa. Girona), usada como modelo de referencia del curso de formación continua *Interoperabilidad del Modelo Virtual de Archicad (Building Information Modeling) Nivel II*, cfp de la Universidad de Sevilla, y que nos facilitará la explicación del procedimiento seguido para una efectiva gestión de los datos.

Una vez finalizada la maqueta virtual en su faceta arquitectónica, se procedió a realizar una identificación de todos los elementos representados utilizando etiquetas y agrupándolos por capas. Al objeto paramétrico, tanto estructural como decorativo, se le aplicó primeramente un ID identificativo, numerado para el caso de variaciones posicionales o de sus dimensiones básicas, clasificándose en familias constructivas. Había que utilizar

<sup>72</sup> El formato IFC (Industry Foundation Classes) ha sido desarrollado por el IAI (International Alliance for Interoperability) con el fin de convertirse en un estándar que facilite la interoperabilidad entre programas de CAD. Es de especificación abierta y no está bajo el control de ningún fabricante de software.



un ID que verdaderamente identificase el elemento representado y que no estuviese solamente relacionado con el tipo de familia al que pertenece, sino con su posición y función en el modelo.

Paralelamente se utilizó un número idóneo de capas para clasificar los elementos constructivos del edificio. Estas pueden estar relacionadas primeramente con su función arquitectónica o por su sistema constructivo concreto empleado en el edificio, para posteriormente en una fase más avanzada ir creando otras sub-capas donde derivemos elementos de revestimientos y de detalles concluyentes.

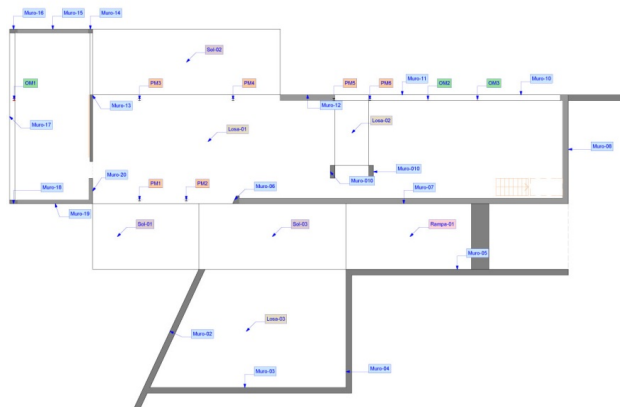


Fig 6. Planta filtrada con etiquetas identificativas en los elementos del sistema estructural.

### Filtrado para un buen intercambio de información

En la Casa Bianna continuamos un proceso de filtrado ayudados por herramientas específicas del software Archicad, llegando a una clasificación de los elementos por su posición, categoría y función estructural. El procedimiento lo concretamos en los siguientes pasos:

- Ocultamos las capas contenedoras de elementos superfluos para el cálculo: divisorias interiores, revestimientos de techos, pavimentos y mobiliario, visualizando sólo aquellas con elementos estructurales;
- filtramos todos los elementos no estructurales, utilizando la visualización parcial de los elementos compuestos. Se eliminaron todas las partes sin carga de las estructuras, quedando solamente los núcleos estructurales;
- los elementos que no convenían para la función estructural fueron reclasificados adecuadamente dentro del modelo arquitectónico;
- por último, se aplicó un traductor "específico" incorporado en el software para generar el archivo IFC personalizado con destino al ingeniero (Cypecad y Tricalc).

Finalmente, toda la estructura de datos del modelo BIM, incluidas las características físicas y funcionales de cada elemento, pueden ser refinados y adaptados a cualquier proceso de trabajo de colaboración sea cual sea el software receptor- siempre se utilice un traductor idóneo de la información a exportar/importar en la creación del formato IFC-.

### El flujo de trabajo del modelo virtual de información

Esta flexibilidad del modelo BIM no finaliza con la transmisión de información al ingeniero colaborador, sino que posteriormente al estudio y cálculo de la estructura, que ha podido suponer una redimensión de los elementos estructurales propuestos inicialmente, el diseñador recibirá el modelo en sucesivas fases para incorporar los ajustes introducidos por la ingeniería especialista, dándose una sincronización reiterada entre ellas de todos los cambios que esté sufriendo el modelo.

Con nuestro modelo de referencia hemos podido ver la importancia que tiene el modelo gráfico como transmisor de información especializada entre las disciplinas participativas, permitiendo realizar un seguimiento del modelo desde su creación hasta su reajuste final, con una gestión de los cambios transparente, sincronizada y eficiente entre arquitectos e ingenieros. Cuando elaboramos el modelo de la Casa Bianna siempre tuvimos presente el sistema constructivo propio del estudio Hidalgo-Hartmann, donde se emplea el hormigón armado en todos los elementos que generan la envolvente del edificio. Así, tanto cerramientos como cubiertas se encofraron con tablas de madera para dejar visto. Por tanto, antes de su exportación, se le asignó una función estructural a los muros del cerramiento para que así lo interpretase el software de cálculo.

El trabajo manual de coordinación del diseñador o *Cad Manager* de cualquier estudio ha sido frecuentemente arduo y los resultados no siempre satisfactorios; con el modelo BIM podemos acercarnos más a un flujo de trabajo perspicaz y eliminar contradicciones en los documentos gráficos, bastante agudizados cuando se ha delegado en colaboradores externos al equipo propio.

Hay que considerar que el criterio de cálculo será particular de cada ingeniero de estructuras, lo que motivará que frecuentemente descubramos que el modelo IFC recibido muestre elementos nuevos, algunos modificados otros eliminados. En la casa Bianna aplicamos el "asistente de detección de cambios del modelo" entre el IFC inicial preparado para su exportación y el modelo IFC recibido del software de cálculo Tricalc, permitiendo una visualización en diferentes colores de los elementos estructurales (el azul para definir los nuevos, el verde para los modificados y el rojo para destacar los elementos eliminados). Ahora, es cuando el *Cad Manager* revisará estos elementos uno a uno, tomando las decisiones correctas en base al modelo BIM inicial para aceptar o no los

cambios propuestos. Al final el diseñador adquirirá sólo aquellos elementos precisos del "modelo de ingeniería" una vez revisados para incorporarlo en el modelo arquitectónico.

El Formato de Documento de Adobe pdf se ha convertido en el formato estándar de archivo digital para guardar y publicar la documentación, incluidos gráficos vectoriales e imágenes. Los software BIM, entre ellos ArchiCAD, pueden soportar tanto la exportación como la importación de documentos pdf - textos, esquemas, dibujos-, con la ventaja de traer directamente a la hoja de diseño el archivo de un banco de detalles constructivos o el sistema tecnológico de un fabricante.

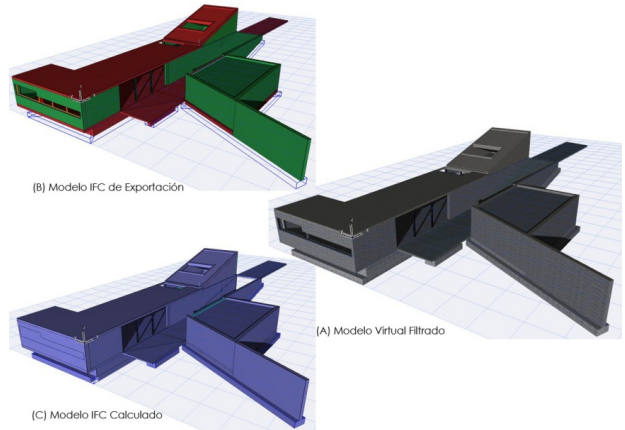


Fig 7. Modelo virtual estructural filtrado (A), modelo estructural IFC inicial para exportación (B) y modelo IFC final calculado con Tricalc (C). 2012. Curso de Interoperabilidad. Cfp. US

Pero para hacer efectiva la interoperabilidad entre las aplicaciones específicas de cada disciplina participativa en el campo de la construcción, se ha buscado un formato que conserve todas las propiedades geométricas y espaciales de los elementos dentro del modelo virtual. Ese es el formato IFC, permitiéndonos extender la colaboración BIM a todas las ramas de ingeniería: industrial, estructural, y energética. La plataforma actual IFC 2x3 se ha consolidado en los últimos años, y se está utilizando por los principales fabricantes de software – Autodesk, Graphisoft, Nemetschek- de forma satisfactoria como plataforma de intercambio del modelo BIM. La meta del archivo IFC es conseguir una extensa industria y un continuo intercambio de información entre aplicaciones específicas dentro del campo de la arquitectura e ingeniería en el ciclo de vida del edificio.

No debemos olvidar tampoco la relevancia que toman hoy las instalaciones en un proyecto, constituyendo una amplia malla cada vez más compleja, con su adecuado encaje dentro del modelo arquitectónico para salvar angostos registros. El modelado BIM nos permite incorporar los sistemas MEP<sup>73</sup>, incluyendo las canalizaciones de saneamiento y fontanería, las redes de electricidad, las infraestructuras de Climatización y los sistemas de Protección de incendios, todas modeladas en el modelo virtual, algo que es de suma importancia si se quiere evitar colisiones con elementos estructurales o salvar distancias mínimas de seguridad obligadas por norma. El Modelador MEP de ArchiCAD nos permitirá crear, editar e importar conductos, tuberías y bandejas portacables en 3D y coordinarlos con el modelo Virtual.

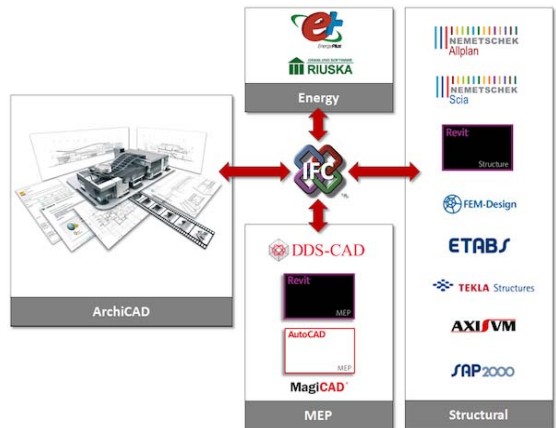


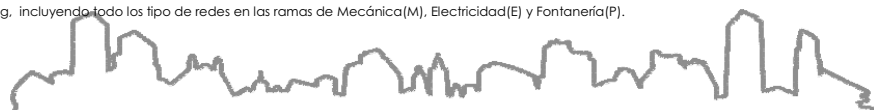
Fig. 8 Imagen que muestra los flujos de trabajo entre una amplia gama de aplicaciones, todas ellas con la plataforma IFC 2x3. 2010. Graphisoft.

Está, por tanto, demostrada la flexibilidad del modelo gráfico generado por los nuevos programas de CAD/BIM, pero no sólo en la colaboración con las diferentes ingenierías, sino también en el intercambio de datos BIM con sistemas de análisis y estudio energético. Expondremos ahora las potencialidades del modelo virtual de información en el nascente campo de la sostenibilidad.

### El modelo virtual sostenible

La sostenibilidad debe estar hoy presente en todo el proceso de diseño, desde el momento en que se germina la idea hay que tomar decisiones sobre eficiencia energética y no dejarlo para posteriores fases cuando una rectificación supone un gravoso y elevado coste. Los softwares que generan modelos de información están incorporando en su interfaz simuladores energéticos. En nuestro curso de interoperabilidad del modelo virtual

<sup>73</sup> Mechanical/Electrical/Plumbing, incluyendo todo el tipo de redes en las ramas de Mecánica(M), Electricidad(E) y Fontanería(P).



hemos experimentado con la aplicación *EcoDesigner*<sup>74</sup> de ArchiCAD, facilitando al diseñador una optimización del modelo, al mismo tiempo que le proporciona diferentes alternativas de diseño en función del rendimiento energético de cada una de ellas. El documento DB-HE sobre Ahorro de energía del CTE "tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía", entre las que encontramos: limitación de demanda energética, rendimientos de las instalaciones térmicas y eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, sin menospreciar la contribución solar mínima de agua caliente sanitaria. La posibilidad de poder proporcionar información valiosa sobre el rendimiento energético del edificio permite que el diseñador tome la mejor decisión posible para ajustarse al CTE, satisfacer los intereses del cliente como también del personal de mantenimiento encargado del edificio.

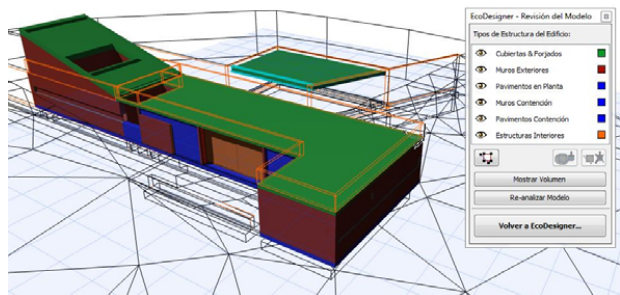
### Estructuración de los elementos de la envolvente energética

Es importante para un buen diseño que el diseñador considere la orientación de superficies acristaladas, así como la necesidad de incluir elementos de sombreado externo, decisiones que incidirán sobre el consumo de energía en la vida útil de la edificación.

Salvando este asentamiento inicial, se procederá posteriormente a una rigurosa estructuración de los elementos que conformarán la envolvente energética. Tanto los muros del cerramiento, sus huecos como los forjados y las cubiertas que cierran el habita deberán estructurarse por compuestos de tramas vectoriales identificativas, a las que se le asignarán posteriormente unos valores energéticos para alcanzar el bienestar térmico (transmitancia térmica:  $W/m^2K$ ).

En el análisis del modelo se definirá esos grupos de estructuras como base de los cálculos energéticos, con la flexibilidad de ser mostrados dentro del modelo con diferentes colores tanto en planta como en la ventana 3D. Pero en una fase posterior se hará imprescindible un chequeo pormenorizado de los elementos de la envolvente del edificio y de la estructura interior.

En la casa Bianna utilizamos la paleta de "Revisión del Modelo" para revisar la clasificación de los elementos generados en el análisis previo, agrupados en tres categorías elementales:



- Elementos de la envolvente del Edificio por encima del nivel del terreno: Cubiertas y Forjados de planta, Muros Externos.
- Estructuras en Contacto con el Suelo: Losas de Cimentación, Pavimentos del Suelo, Muros de Sótano, Pavimentos de Sótano).
- Estructuras Interiores: tabiques divisorios.

### Asignación de propiedades térmicas a los elementos del modelo

Si en la biblioteca de materiales de ArchiCAD se establece una base de texturas de materiales para un buen mapeado en las superficies del modelo, primando la visualización en 3D, ahora en la aplicación *EcoDesigner* los materiales incorporan propiedades térmicas como la conductividad, la densidad y la capacidad calorífica.

Primeramente dispondremos de un listado con los tipos de "tramas de corte" asignados a cada elemento participante en el análisis energético del modelo. Hay que considerar que una trama se identifica no por su apariencia sino por su nombre, de forma que las tramas de igual aspecto con nombres diferentes se distinguen en *EcoDesigner*. Por ej.: si una trama de "rallado a 45°" se utiliza en la representación gráfica de todos los muros del proyecto, cuando en realidad se han estimado elementos con propiedades físicas diferentes debido a la función real establecida, la trama debe duplicarse y guardarse con un nombre distintivo a fin de asignarle los valores reales del nuevo material.

Una vez creados y diferenciados gráficamente los elementos de la envolvente del edificio, podemos establecer sus propiedades térmicas, tomándolas de una base de datos oficial o confeccionándolas manualmente. Por último tendremos el elemento definido por su orientación, el tipo, la trama y el espesor, y las propiedades adicionales para la evaluación energética: Área, Espesor, Valor  $U$ <sup>75</sup>, Superficie<sup>76</sup> e Infiltración<sup>77</sup>. En el caso de

<sup>74</sup> Simulador energético incorporado en ArchiCAD que soporta soluciones arquitectónicas sostenibles y dispone de un motor de cálculo dinámico para evaluar las geometrías de edificios y sistemas MEP. Se obtienen resultados detallados que muestran toda la información sobre los sistemas energéticos del edificio.

<sup>75</sup> El valor  $U$  se refiere al coeficiente de transmisión de calor del Elemento de la envolvente del Edificio. La Calculadora del valor  $U$  estima el rendimiento de la física térmica de los materiales y la estructuras compuestas del proyecto ( $W/m^2K$ ).



haber empleados compuestos de tramas, como es el caso de cerramientos multicapas, el simulador energético nos permite asignarle las propiedades adicionales a cada capa del compuesto (Espesor, Conductividad térmica, Densidad y Capacidad calorífica)<sup>78</sup>.

### Conclusiones

Los nuevos avances y desarrollos llevados a cabo por el software BIM enfatizan una colaboración eficaz entre el diseño del arquitecto y las demás disciplinas, una colaboración que requiere de métodos fiables para compartir y almacenar información sobre modelos de edificios, además de las soluciones y propuestas de diseño. El modelo BIM ha demostrado que cumple dichos requisitos, además, permite gestionar todos los cambios realizados al modelo de edificio por parte de cualquiera de los participantes, minimizando a la vez la posibilidad de que se produzcan errores humanos.

El poder compartir información con verdaderos datos técnicos y de manera flexible ha supuesto una redefinición del diseño gráfico. Este hecho establecerá una nueva era, la del trabajo multidisciplinar con una colaboración "abierto", y una nueva realidad: *la interoperabilidad*.

La Interoperabilidad del Modelo Virtual de Información ha permitido extrapolar el potencial del modelado 3D habitual, con un importante aumento de la productividad y la optimización de la coordinación en la fase inicial de levantamiento gráfico, interactuando con las diferentes campos disciplinarios - estudio energético, estructural y de las infraestructuras de ingeniería-, como también la flexibilidad para operar en las versátiles fases de ejecución y posterior mantenimiento del edificio. Los resultados se podrían concretar en los siguientes puntos:

1. Obtención de entregas más efectivas del proyecto con menos errores y mayor control de los cambios.
2. Obtención de una documentación gráfica y alfanumérica más completa, mucho más rápida, y que permitirá un mejor flujo de comunicación con las otras disciplinas e incluso con la propiedad.
3. Creación de un puente de comunicación entre los diferentes requerimientos de los modelos BIM, es decir, entre el arquitecto y las diferentes ingenierías.

Según Nieto (2010, p.76) ahora es el momento de establecer la interoperabilidad en la realización del modelo virtual cuando se interviene en cualquier proyecto, sea de obra nueva o de rehabilitación, más cuando el trabajo interdisciplinar se hace imprescindible para que la colaboración entre las diferentes disciplinas dé como resultado un trabajo coordinado teniendo en cuenta todas las puntos de vista: *Un trabajo verdaderamente interdisciplinar implica el intercambio de ideas y opiniones entre especialistas de distintos campos de una manera fluida y rápida*, principio 1: interdisciplinar de la Carta de Sevilla.

La aparición del formato estándar IFC ha mejorado el intercambio de información entre el programa de diseño, columna vertebral de la interoperabilidad, y las demás aplicaciones especializadas. Pero todavía el intercambio IFC no es del todo equilibrado entre los distintos programas que participan en un proyecto -somos conscientes de que hay mucha diversidad en las funciones sistemáticas que debe de cumplir el elemento representado gráficamente-, que hace que mucha de la información transmitida no sea considerada válida por el software receptor. Es importante que se siga por la vía de crear un estándar único para que el intercambio de la información sea más fluido.

La verdadera solución es construir flujos de trabajo de colaboración dinámicos y recíprocos - toma y dame-, donde cada componente del proceso de trabajo esté específicamente preparado para cumplir los distintos requerimientos del conjunto. Aunque para que el flujo de trabajo entre el arquitecto y los ingenieros sea verdaderamente efectivo hay que proceder a un protocolo de actuación, donde cada disciplina trabaje en entornos específicos, de manera coordinada y puedan combinarse.

Finalmente, se puede afirmar que la generación de *modelos de información* nos proporciona una nueva forma de obtener los documentos gráficos, entrelazados con otros datos alfanuméricos no menos importantes y que formarán un conjunto *eficiente*, forjado en un modelo virtual abierto del edificio, el cual nos facilitará un

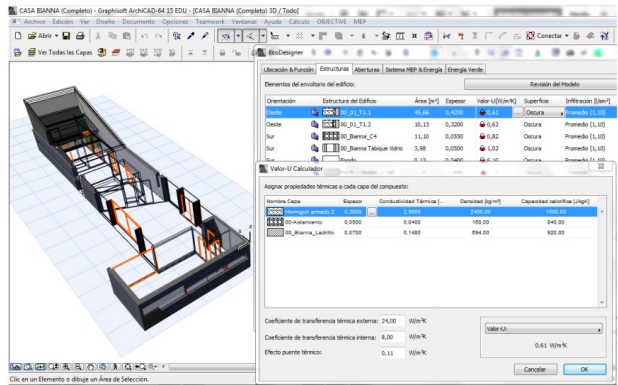


Fig.10 Asignación de propiedades térmicas a las tramas de los elementos compuestos. 2012. Interoperabilidad. Cfp. US

<sup>76</sup> La propiedad Superficie determina las propiedades de absorción del Elemento, seleccionando entre una lista de materiales de superficie y acabados.

<sup>77</sup> La infiltración (l/s.m2) hace referencia a la permeabilidad del aire del grupo de estructuras seleccionado.

<sup>78</sup> La Calculadora de Valor U calcula el promedio del coeficiente de transmisión de calor de los materiales y las estructuras compuestas, basándose en un algoritmo estacionario utilizado por la mayoría de las normas nacionales. Algunas convenciones locales prefieren utilizar el valor R (Coeficiente de Resistencia Térmica), que representa lo inverso al valor U.



proceso interdisciplinar que incrementará la productividad, nos proporcionará una gestión eficaz y flexible del mismo al extraerse todo tipo de datos y representaciones (Nieto 2010).

#### Referencias

Frausto-Robledo, A. 2010, *Architosh 2010 BIM ISV Report*, AIA, LEED AP, Architosh.

Gordon, D. 2003, *What is Interoperability and why does it matter*, MapInfo Magazine Volume 7, nº4., <[http://resource.mapinfo.com/static/files/document/1074288321775/mapinfomag\\_summer2003.pdf](http://resource.mapinfo.com/static/files/document/1074288321775/mapinfomag_summer2003.pdf)>.

Goodchild, M, Egenhofer, M, Fegeas, R. 1997, *Interoperating GISs: Report of a specialist meeting held under the auspices of the varenius project*, <[http://www.ncgia.ucsb.edu/Publications/Varenius\\_Reports/Interop.pdf](http://www.ncgia.ucsb.edu/Publications/Varenius_Reports/Interop.pdf)>

Graphisoft España, 2010, *Diseño Compartido con BIM*, Graphisoft, Madrid.

Graphisoft España, 2010, *La próxima evolución BIM: Colaboración abierta en todas las áreas con ArchiCAD BIM.*, visitada el 14 de Julio de 2010, <<http://www.graphisoft.com/products/archicad/>>.

Holness, Gordon V. R. 2008, *Building Information Modeling Gaining Momentum*, Ashrae Journal, pp. 28-40, de Wikipedia, visitada el 6 de Julio de 2010, <<http://www.ifcwiki.org: Formatos IFC>>.

Nieto Julián, JE. 2010, *Generación de modelos de información para la gestión de una intervención de rehabilitación: La cárcel de la Real Fábrica de Tabacos de Sevilla*, Proyecto Fin de Máster en Arquitectura y Patrimonio Histórico. Universidad de Sevilla.

Varkonyi, V. 2010, *La próxima evolución BIM: Colaboración abierta en todas las áreas*. Graphisoft.

William A et al. 2002, *A Spectrum of Interoperability: The Site for Science*, Prototype for the NSDL. D-Lib Magazine, 8(1), enero 2012, <<http://www.dlib.org/dlib/january02/arms/01arms.html>>.